



EDITORA IN VIVO

GESTÃO DO TERRITÓRIO EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PLANOS DIRETORES E ZONEAMENTO AMBIENTAL



Organizadores



- Maria Rita Vidal
- Edson Vicente da Silva
- Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior
- Camila Esmeraldo Bezerra
- Francisca Laryssa Feitosa Araujo
- Laura Mary Marques Fernandes
- Isabel Freire Araújo
- Larissa de Pinho Aragão
- Khokhy Sefo Maria Barros



GESTÃO DO TERRITÓRIO EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PLANOS DIRETORES E ZONEAMENTO AMBIENTAL

Organizadores

Maria Rita Vidal

Edson Vicente da Silva

Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior

Camila Esmeraldo Bezerra

Francisca Laryssa Feitosa Araujo

Laura Mary Marques Fernandes

Isabel Freire Araújo

Larissa de Pinho Aragão

Khokhy Sefo Maria Barros



EDITORA IN VIVO

2026



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo desta obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editor Chefe

Dr. Everton Nogueira Silva

Editora Executiva

Profa. Dra. Juliana Paula Martins Alves

Editor Adjunto

Dr. Luís de França Camboim Neto

1 CIÊNCIAS AGRÁRIAS

- Dr. Aderson Martins Viana Neto
- Dra. Ana Paula Bezerra de Araújo
- Dr. Arnaldo Pereira da Silva
- Dr. Aureliano de Albuquerque Ribeiro
- Dr. Cristian Epifanio de Toledo
- MSc. Edson Rômulo de Sousa Santos
- Dra. Elivânia Maria Sousa Nascimento
- Dr. Fagner Cavalcante P. dos Santos
- MSc. Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti
- Dra. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
- Dr. José Bruno Rego de Mesquita
- Dr. Kleiton Rocha Saraiva
- Dra. Lina Raquel Santos Araújo
- Dr. Luiz Carlos Guerreiro Chaves
- Dr. Luís de França Camboim Neto
- MSc. Maria Emília Bezerra de Araújo
- MSc. Yuri Lopes Silva

2 CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

- Dra. Antônia Moemia Lúcia Rodrigues Portela
- Dr. David Silva Nogueira
- Dr. Diego Lisboa Rios

3 CIÊNCIAS DA SAÚDE

- Dra. Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho
- Msc. Cibelle Mara Pereira de Freitas
- MSc. Fabio José Antônio da Silva
- Dr. Isaac Neto Goes Silva
- Dra. Maria Verônica Coelho Melo
- Dra. Paula Bittencourt Vago
- MSc. Paulo Abílio Varella Lisboa
- Dra. Vanessa Porto Machado
- Dr. Victor Hugo Vieira Rodrigues

4 CIÊNCIAS HUMANAS

- Dra. Alessandra Maria Sousa Silva
- Dr. Francisco Brandão Aguiar
- MSc. Juliana Alves Sales
- Dra. Solange Pereira do Nascimento

5 CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

- Dr. Cícero Francisco de Lima
- MSc. Erivelton de Souza Nunes
- DR. Janaildo Soares de Sousa
- MSc. Karine Moreira Gomes Sales
- Dra. Maria de Jesus Gomes de Lima
- MSc. Maria Rosa Dionísio Almeida
- MSc. Marisa Guilherme da Frota
- Msc. Silvia Patrícia da Silva Duarte
- MSc. Tássia Roberta Mota da Silva Castro

6 CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

- MSc. Francisco Odécio Sales
- Dra. Irvila Ricarte de Oliveira Maia
- Dra. Cleoni Virginio da Silveira

7 ENGENHARIAS

- MSc. Amâncio da Cruz Filgueira Filho
- MSc. Eduarda Maria Farias Silva
- MSc. Gilberto Alves da Silva Neto
- Dr. João Marcus Pereira Lima e Silva
- MSc. Ricardo Leandro Santos Araújo
- MSc. Saulo Henrique dos Santos Esteves

9 LINGÜÍSTICA, LETRAS E ARTES.

- MSc. Kamila Freire de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

Gestão do território em tempos de mudanças climáticas: planos diretores e zoneamento ambiental. [livro eletrônico]. / Organizadores: Maria Rita Vidal, Edson Vicente da Silva, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Camila Esmeraldo Bezerra, Francisca Laryssa Feitosa Araujo, Laura Mary Marques Fernandes, Isabel Freire Araújo, Larissa de Pinho Aragão, Khokhy Sefo Maria Barros. Fortaleza: Editora In Vivo, 2026.

225 p.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-87959-92-4

DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4

1. Gestão ambiental. 2. Mudanças climáticas. 3. Zoneamento ambiental. 4. Plano diretor. I. Vidal, Maria Rita. II. Silva, Edson Vicente da. III. Mendonça Júnior, Jurandir Rodrigues de. IV. Bezerra, Camila Esmeraldo. V. Araujo, Francisca Laryssa Feitosa. VI. Fernandes, Laura Mary Marques. VII. Araújo, Isabel Freire. VIII. Aragão, Larissa de Pinho. IX. Barros, Khokhy Sefo Maria.

CDD 333.72

Denise Marques Rodrigues – Bibliotecária – CRB-3/CE-001564/

APRESENTAÇÃO

A Educação Ambiental desponta no contexto científico e dos saberes tradicionais atuais como uma área de conhecimento necessária frente às urgências climáticas e crises ambientais que o planeta tem enfrentado. Constitui um enfoque teórico-metodológico que representa um plano fundamental para a formação de cidadãos criticamente sensíveis ao meio ambiente em que habitam e almejando como o deixarão para as próximas gerações. Dessa forma, é urgente compreender que a Educação Ambiental deve percorrer as mais diversas estratégias de planejamento e gestão, pois através de seus fundamentos e práxis que se alcançam as comunidades e as tornam ecologicamente mais conscientes sobre a realidade socioambiental.

O VIII Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial (CBEAAGT), continua sendo o palco de um grande encontro científico inter e transdisciplinar, onde se promovem trocas de experiências efetivas e realizadas em diferentes âmbitos temáticos. Essa oitava edição do evento, propôs um tema atual e abrangente intitulado “Planejamento e Educação Ambiental para a Organização Territorial em Tempos de Crises”, que cabe plenamente com o contexto da realidade atual.

O encontro reuniu pesquisadores, professores e estudantes de todo o país, além de colaboradores da África e América Latina, que contribuíram para debater e apresentar alternativas práticas para se aprimorar o desenvolvimento socioambiental, a gestão ambiental e a busca de múltiplos caminhos para uma Educação Ambiental Aplicada. O congresso reafirmou a importância da integração entre as ciências e os saberes tradicionais de forma prática e eficiente, fortalecendo o compromisso coletivo com um futuro mais sustentável da Agenda 2030 (ODS), por meio da instituição de um espaço de diálogo e a construção coletiva de conhecimentos.

Com uma programação diversificada e ampla, o congresso teve como propósito principal promover a integração entre a pesquisa acadêmica e as práticas aplicadas da educação ambiental, ampliando as reflexões sobre o papel da gestão territorial e da sustentabilidade no desenvolvimento das sociedades contemporâneas.

As parcerias junto a diferentes instituições de ensino e pesquisa, além de representações sociais surge como um importante meio de interações, parcerias e divulgação de resultados de pesquisas científicas. Os artigos presentes nessa publicação oferecem aos leitores a compreensão científica e empírica sobre a importância do planejamento e da gestão ambiental, bem como a aplicabilidade na Educação Ambiental sob diferentes escalas, podem se consolidar de forma prática e efetiva.

Comissão Editorial do VIII CBEAAGT

*Maria Rita Vidal
Edson Vicente da Silva
Camila Esmeraldo Bezerra
Jurandir Rodrigues de Mendonça Junior*

Capítulo 1 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-1**Autores:** Italo Jandrew da Costa Rodrigues, Vitor Gomes Fontenele, Gil Celio De Castro Cardoso**ÁREAS VERDES DE FORTALEZA: UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOBRE A POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL.....06****Capítulo 2 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-2****Autores:** Gabriela Santos Eugênio de Souza**INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL EM TEMPOS DE CRISE: UMA ANÁLISE DE CARTILHA DE EMENDAS PARLAMENTARES DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PARA 2025.....19****Capítulo 3 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-3****Autores:** Romário Paixão Pena, Rayssa Geovana da Silva Gomes, Áthila Lima Kzam**CONTRADIÇÕES DO PLANEJAMENTO URBANO EM ANANINDEUA (PA): IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA MACRODRENAGEM DO RIO MAGUARI-AÇÚ.....41****Capítulo 4 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-4****Autores:** Yara Aguiar Alves Castro, Aline Alvares Melo, Leonardo Silva Soares**FUNDAMENTOS SOBRE A GESTÃO DA ZONA COSTEIRA E AS INTERFACES COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....58****Capítulo 5 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-5****Autores:** Antonio Gabriel dos Anjos de Vasconcelos, José Lucas Marques Albuquerque, José Hélio Alves Gondim, Fábio Perdigão Vasconcelos**O COMPLEXO AMBIENTAL E GASTRONÔMICO DA SABIAGUABA, FORTALEZA, CEARÁ, COMO POSSIBILIDADE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)78****Capítulo 6 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-6****Autores:** Diêgo Ezaú Pereira de Araújo, Márcia Regina Farias da Silva, Zoraide Souza Pessoa, Eloisa Fernanda de Oliveira**MAPEAMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ASSÚ (RN): SUBSÍDIOS PARA GESTÃO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS94****Capítulo 7 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-7****Autores:** Renata Duarte de Almeida, Márcia Regina Farias da Silva, Eloisa Fernanda de Oliveira, Diêgo Ezaú Pereira de Araújo**INFRAESTRUTURA VERDE E PLANEJAMENTO URBANO: DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL.....117**

Capítulo 8 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-8

Autores: Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro, Leudiane dos Santos Pinheiro, Adilson Matheus Borges Machado, Jadson Pinheiro Santos

APLICAÇÃO DA CIENCIOMETRIA E COMPUTAÇÃO EM NUVEM NA ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS.....136

Capítulo 9 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-9

Autores: Saint-clair Pereira de Oliveira Neto, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas

DINÂMICAS AMBIENTAIS NO PROJETO DE ASSENTAMENTO GRANDE VITÓRIA POR MEIO DA ANÁLISE DOS COMPONENTES DA VEGETAÇÃO E TEMPERATURA A PARTIR DE SENSORES ORBITAIS.....155

Capítulo 10 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-10

Autores: Dione Milena Moraes de Jesus, Edson Vicente da Silva, Natália Valéria Braga Sousa, Adilson Matheus Borges Machado

DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DO USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA, MARANHÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA172

Capítulo 11 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-11

Autores: Eliê Regina Fedel Marques, Shirly Emanuelle Esteves de Lima, Mônica Carvalho Freitas, Dorianana Costa Rodrigues

DIAGNÓSTICO DOS AUTOS DE INFRAÇÃO AMBIENTAIS CONTRA A FLORA, APLICADOS PELA SEMACE E A MITIGAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....189

Capítulo 12 – DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4-12

Autores: William Matheus da Silva Barros, Maria Clelia Lustosa Costa

MEIO AMBIENTE E A MOBILIDADE URBANA: OS DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO TRANSPORTE PÚBLICO NAS METRÓPOLES REGIONAIS DO NORDESTE.....209

ÁREAS VERDES DE FORTALEZA: UMA AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOBRE A POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL

Italo Jandrew da Costa Rodrigues

Graduando do curso de Economia Ecológica da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil
italojandrew@alu.ufc.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7246-4957>

Vitor Gomes Fontenele

Graduando em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Ceará, Brasil
gomesfontenele@alu.ufc.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0977-6836>

Gil Celio De Castro Cardoso

Professor Associado da Universidade Federal do Ceará Doutorado em Economía y Empresa pelo
Universidad Autónoma de Madrid, Espanha
Fortaleza, Ceará, Brasil
gilceliodecastro@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0264-995X>

RESUMO

Palavras-Chave:

Áreas Verdes;
Avaliação de impacto;
Política Pública
Ambiental;
Fortaleza.

Com o objetivo de avaliar a Política Pública (PP) de Áreas Verdes do Município de Fortaleza, o presente trabalho realiza uma avaliação sobre a eficácia da política em questão no alcance de suas metas e seus objetivos. Os procedimentos metodológicos foram divididos em etapas de pesquisa bibliográfica e documental disponibilizados pela plataforma CAPES e por dados e documentos fornecidos pela plataforma online do município de Fortaleza. O método utilizado para avaliar a política foi a Avaliação de Impactos no modelo Não-experimental de Diferenças em Diferenças. A pesquisa procura avaliar de forma qualitativa o resultado da aplicação da política buscando oferecer um juízo de valor aos resultados obtidos. O principal índice utilizado na bibliografia consultada para o resultado desse trabalho foi a relação entre Áreas Verdes e Habitantes por metro quadrado. Ao final, verificou-se que a PP cumpriu com a meta proposta, entretanto, deixou a desejar na manutenção e no suporte técnico após a sua implantação.

GREEN AREAS OF FORTALEZA: AN IMPACT ASSESSMENT ON ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICY.

ABSTRACT

Keywords:

Impact Assessment;

Environmental Public

Policy;

Fortaleza.

In order to evaluate the Public Policy (PP) of Green Areas in the Municipality of Fortaleza, the work evaluates the effectiveness of the policy in question in achieving its goals and objectives. The methodological procedures were divided into stages of bibliographic and documentar research made available by the CAPES platform and by data and documents provided by the online platform of the municipality of Fortaleza. The method used to evaluate the policy was the Impact Assessment in the Non-experimental model of Differences in Differences. The research seeks to qualitatively evaluate the result of the application of the policy, seeking to offer a value judgment to the results obtained. The main index used in the bibliography consulted for the result of this work was the ratio between Green Areas and Inhabitants per square meter. In the end, it was found that PP met the proposed goal, however, it left something to be desired in maintenance and technical support after its implementation.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acelerada impõe desafios significativos à preservação ambiental e à qualidade de vida; a expansão desordenada de perímetros urbanos e a limitação de acesso a espaços verdes contribui não só para a redução de áreas verdes, como também intensifica ilhas de calor, reduz significativamente a qualidade do ar e da saúde populacional. Nesse contexto, as áreas verdes emergem como estratégias fundamentais para mitigar males urbanos — como ilhas de calor, poluição atmosférica e escassez de espaços de lazer —, promovendo saúde pública, bem-estar coletivo e sustentabilidade.

Além disso, a agenda de 2030 estabelecida pela Nações Unidas (ONU) por meio dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o artigo 225 da Constituição Federal Brasileira, que prevê um ambiente ecologicamente equilibrado, enfatizam a importância de que os espaços urbanos sejam sustentáveis e inclusivos. A cidade de Fortaleza é um centro urbano em constante movimento e mudança, nesse sentido, a política das áreas verdes na cidade é um ponto central para uma nova configuração desse ambiente urbano.

A política de áreas verdes tem como objetivo geral aumentar a quantidade e a qualidade desses espaços fundamentais na cidade, sempre visando preservar e conservar ao máximo os ambientes naturais — que já foram antropizados, que ainda são naturais ou com

pouca intervenção do homem. Dessa forma, o presente trabalho busca contribuir para a compreensão do papel da política ambiental na sociedade, assim como o aprimoramento das estratégias de planejamento e gestão urbana e ambiental, ao avaliar a implementação da política quanto aos seus objetivos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa exploratória e de natureza qualitativa, tendo como problema de pesquisa central a execução dos objetivos da subseção de Áreas Verdes da Política Ambiental de Fortaleza. Assim, a partir da análise de conteúdo e documental (ALMEIDA, 2021), buscamos compreender os objetivos e limitações das áreas verdes. Ademais, verificamos os materiais publicados relacionados à Política Ambiental do Município de Fortaleza, selecionando os dados necessários para a investigação dos objetivos VI e VII para, enfim, avaliar o impacto e a efetivação dos objetivos supracitados e a implementação da política.

A pesquisa bibliográfica (SEVERINO, 2013) foi uma das ferramentas adotadas na pesquisa, portanto, utilizamos dados secundários e materiais publicados disponíveis na plataforma CAPES e no *site* da Prefeitura de Fortaleza. Direcionamos as buscas a partir do tipo de avaliação utilizada, sendo esta a Avaliação de Impacto alicerçada no Método Não-Experimental de Diferença em Diferenças (DID).

A avaliação se deu de forma qualitativa, ou seja, foi resultado da observação e identificação de uma ocorrência em uma realidade (BELLONI et al, 2007). Para fazer a análise dos processos, produtos e resultados da atividade foi escolhida então a Avaliação por Impactos. Esse tipo de avaliação pode ser descrita como abordagem em que se verifica o que a política de fato tem como resultado e impactos esperados, ou seja, procura analisar a causa e efeito da política comumente buscando quantificar os efeitos causais da política.

Essa avaliação pode ser feita a partir do método experimental, quase- experimental ou não-experimental. Para esse trabalho foi selecionado o método não-experimental de DID fundamentado no modelo disponível do “Guia prático de análise ex-post” (BRASILIA, 2018), este sendo utilizado para analisar os dados disponíveis de experimentos naturais com observação em diferentes momentos. Dessa forma, utilizou-se esse método num desenho de antes e depois da política, para averiguar a execução dos objetivos. De acordo com o Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas (CPS/FGV), o método deve ser aplicado com 2 grupos: “a”, que funcionaria como um grupo de controle; e o “b”, que funcionaria

como grupo de tratamento. Porém, nesta pesquisa adaptou-se para utilizar somente 1 grupo, assim o método pode ser exemplificado como:

$$Y = (y_2 - y_1)$$

Onde y equivale a situação; y₂ são as áreas após a implementação da política; e y₁ é referente às áreas antes da política de áreas verdes. Portanto, a combinação das ferramentas supracitadas direcionou a avaliação da política em questão.

3 POLÍTICA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Em Fortaleza, a Política Pública de Áreas Verdes, iniciada em 2017 e definida pela Lei nº 10619/2017, possui como objetivo a prevenção, conservação e proteção do meio ambiente, assim como a melhoria da qualidade de vida da população. São considerados nessa política os componentes de áreas verdes: águas, controle da poluição e biodiversidade. A política segue 14 princípios, entre eles, destacam-se: a recuperação de áreas degradadas, a ampliação de cobertura ambiental, a aplicação do princípio poluidor-pagador, e o controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras (FORTALEZA, 2017).

É importante salientar que as atividades empresariais públicas ou privadas devem estar em consonância com as diretrizes da política. Alguns dos objetivos são: compatibilizar o desenvolvimento econômico-social do município com a preservação da qualidade do meio e a manutenção do equilíbrio ecológico, implantar a obrigação, ao poluidor e ao predador, de recuperar e/ou indenizar os danos causados, preservar, conservar e promover a recuperação dos espaços protegidos do Município e promover o Zoneamento Ambiental (FORTALEZA, 2009).

As principais legislações relacionadas a essa política são o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, com as definições de unidades de conservação e suas categorias, sendo estas Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. O Fundo de Defesa do Meio Ambiente - FUNDEMA é uma regulamentação de natureza financeira em parceria com a Secretaria do Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA, com objetivos de promover e desenvolver programas de educação ambiental, recuperação de ambiente degradado e a preservação das áreas de interesse ecológico. Há de se mencionar ainda o Plano Diretor - Lei Complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009,

e a Lei de Ocupação e Uso de Solos - Lei Complementar nº 236, de 11 de agosto de 2017 (FORTALEZA, 2017).

De acordo com a Minuta da Política Ambiental do Município de Fortaleza (2017), o Sistema Municipal do Meio Ambiente - SIMMA, é composto pelo Órgão Gestor Ambiental Municipal, este de execução programática com formulações de políticas e diretrizes gerais; a Agência de Fiscalização Municipal, agindo como autarquia de implementação de políticas de fiscalização urbana; o Conselho Municipal de Meio Ambiente - COMAM, que é o órgão executivo e deliberativo representativo da sociedade; o Conselho Gestor de Unidade de Conservação, órgão consultivo que tem papel de consolidar e legitimar os planejamentos, gestão participativa; e o Fundo de Defesa do Meio Ambiente - FUNDEMA

Alguns dos princípios fundamentais do SIMMA são a racionalização do uso do solo, subsolo, água e ar, o acompanhamento do estado e da qualidade ambiental do município, a recuperação de áreas degradadas, a manutenção e melhoria da qualidade dos bens hídricos do município, entre outros (FORTALEZA, 2017). Os órgãos responsáveis pelo monitoramento e fiscalização do SIMMA são justamente aqueles que o compõem, assim como a Agência de Fiscalização Municipal.

4 O PLANO DIRETOR E O ZONEAMENTO AMBIENTAL

O Plano Diretor Participativo de Fortaleza, instituído pela Lei Complementar nº 062/2009, constitui-se no principal instrumento de implementação da política urbana municipal, em conformidade com o art. 182 da Constituição Federal e o Estatuto da Cidade (Lei Federal n.º 10.257/2001). Com o objetivo de abranger todo o território do município, o Plano Diretor define parâmetros e diretrizes para o uso e ocupação do solo, orientando não apenas o zoneamento ambiental, mas também o planejamento plurianual, a lei de diretrizes orçamentárias e a lei orçamentária anual, de modo a garantir a função socioambiental da cidade, a gestão democrática e a equidade social. Por meio de diagnósticos participativos, estabelece objetivos estratégicos e ações prioritárias voltadas à proteção de ecossistemas, à promoção do desenvolvimento sustentável e à melhoria da qualidade de vida das gerações presentes e futuras, servindo de base para uma melhor articulação entre as políticas setoriais e os instrumentos de controle ambiental em Fortaleza.

O zoneamento ambiental, centrado no conceito de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), é um instrumento de ordenamento territorial regulamentado pelo

Decreto nº 4.297/2002 que busca compatibilizar o uso do solo com a conservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico sustentável. Ou seja, estabelece parâmetros que sirvam como referência para as ações governamentais que resultam em melhores meios para que assim sejam monitorados e avaliados (SANTOS, RANIERI; 2013). Desse modo, o ZEE engloba tanto as dinâmicas naturais quanto às ações antrópicas, explicitando suas potencialidades e vulnerabilidades para embasar o planejamento, o monitoramento e a avaliação contínua das estratégias territoriais.

Os autores Santos, Ranieri (2013) destacam que, devido à ampla diversidade existente dos municípios e seus diferentes espaços, há uma necessidade em adaptar-se às regras de zoneamento e as características de cada bairro ou região, de modo a harmonizar as atividades humanas com os processos naturais locais.

A agenda 21 é um mecanismo de planejamento composto por Governo e sociedade que tem o objetivo de organizar o desenvolvimento sustentável do país que pode ser implementada em qualquer município ou arranjo territorial que leva em consideração o zoneamento ambiental, assim como o plano diretor do município de Fortaleza que orienta as ações do poder público ajustando os interesses coletivos garantindo uma urbanização mais justa que também inclui o zoneamento ambiental de acordo com a Lei Nº 62/2009.

5 ÁREAS VERDES URBANAS

Na literatura, a definição de áreas verdes se refere a todo espaço urbano ocupado por vegetação ou não, podendo ainda incluir nesse conceito a presença de corpos hídricos (CRUZ, 2019). Além dessa definição, na literatura analisada e na Lei Municipal de nº 10.619/2017, entende-se por áreas verdes urbanas, bens de uso comum, como: praças públicas, parques urbanos, complexos urbanísticos e jardins temáticos.

São consideradas Áreas Verdes do município de Fortaleza, pela a política pública em questão, em consonância com a Lei Federal 9.885/2000, todas as Unidades de Conservação de Proteção Integral (Estação ecológica, Refúgio da vida silvestre, Reserva natural, Parque natural municipal e monumento Natural), de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Municipal, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural) e as áreas de preservação Especial (Parque Urbano, Parque Linear,

Complexo Urbanístico Sustentável, Polo de Lazer, Jardim Botânico, Jardim Zoológico, Horto Florestal, Centro de Triagem de Animais Silvestres - CETAS, Jardim Temático, Praça Pública, Caminhos verdes, Chácaras, sítios e glebas particulares).

De acordo com o Plano Diretor do município de Fortaleza (2009), o Sistema Municipal de Áreas Verdes é uma política que possui um plano com ações estratégicas para implantar e realizar a gestão dessas áreas distribuídas pelo território, integrando o uso do solo, as atividades e práticas de lazer e recreação, a preservação e conservação das zonas de cobertura vegetal e dos corpos d'água com o zoneamento da cidade.

Um dos objetivos desta Política Pública é de ampliar a quantidade de áreas verdes distribuídas no município de Fortaleza, consequentemente aumentando o percentual da relação de áreas verdes por habitantes. Com o objetivo central de proteger e conservar os ambientes naturais ou antropizados (FORTALEZA, 2017).

A política pública, de forma mais específica, pretende delimitar e proteger Áreas de Proteção Permanente e Unidades de Conservação, arborização de áreas públicas à disposição da população para atividades de lazer e contemplação da natureza e melhorar a qualidade e o saneamento ambiental (NOGUEIRA, 2022).

A preservação das Unidades de Conservação de Proteção Integral, de Uso Sustentável e as Áreas de Preservação Especial seguem de acordo com o novo Código Florestal, Lei Federal de nº 12.651/2012, que garante a prevenção e o controle de supressão de matéria orgânica e de incêndios com recursos econômicos e financeiros. Além de atribuir responsabilidades para os proprietários dos imóveis que se encontram em Áreas de Preservação Permanente (APP). Cabendo ao Gestor Ambiental do município determinar medidas mitigatórias compensatórias para a intervenção ou supressão da vegetação na APP (BRASIL, 2012).

De modo geral, as áreas verdes urbanas oferecem inúmeros serviços ecossistêmicos aos habitantes da cidade, tais quais: a melhoria da qualidade do ar e do microclima, a prevenção de problemas erosivos do solo, a oferta da sensação de bem-estar aos habitantes da cidade e sobretudo conservação da biodiversidade da flora e da fauna dos biomas, explica Cruz (2019). Neste sentido, a arborização de praças, de vias públicas e de polos de lazer é fundamental para uma melhoria na qualidade de vida, desta forma, cumprindo os objetivos da Política Ambiental da Prefeitura de Fortaleza (2017).

A presença de áreas verdes pela cidade é de suma importância para a qualidade de vida. Existem experiências similares com a proposta de ampliação de parques por habitantes

em outras localidades no mundo, em Portlands nos Estados Unidos e em Tóquio no Japão são exemplos dessa política de ampliação das áreas verdes (CEARÁ, 2017).

No município de Fortaleza, para atender aos objetivos dessa política pública, foram lançados alguns programas a fim de potencializar a cobertura vegetal na cidade. O Plano de Arborização de Fortaleza é um exemplo de execução dessa política, envolvendo a sociedade civil aos processos e ao cumprimento de metas estabelecidas (ALBUQUERQUE et al, 2018).

6 AVALIAÇÃO DA POLÍTICA PÚBLICA: ÁREAS VERDES DE FORTALEZA

Com base na pesquisa documental e bibliográfica, foi possível identificar o início da implantação da política pública, com seus objetivos e os resultados alcançados no primeiro ano da execução do programa. Identificou-se que a quantidade de árvores dispostas no município dobrou no primeiro ano de aplicação da política. Entretanto, a densidade populacional de fortaleza foi superior ao número de árvores plantadas atingindo 8 m² por habitante (ALBUQUERQUE et al, 2018, p 74). A meta do programa é chegar a 15 m² de cobertura vegetal por habitante até o ano de 2025.

Em 2021, a SEUMA disponibilizou uma tabela com a evolução da distribuição de árvores nativas e exóticas, mostrando um quantitativo geral do número de árvores total entre os anos de 2013-2021. É possível perceber que houve um avanço significativo na distribuição de árvores entre os anos de 2015 à 2018. E que houve uma redução durante a crise sanitária de COVID-19, a partir de 2020.

Tabela 1: Número de árvores plantadas em Fortaleza/CE.

Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nº de árvores	2970	8865	26187	38594	44119	36535	28370	20981	25100

Fonte: Adaptado SEUMA (2022).

Em dados mais recentes, disponibilizados pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente, em 2022 a cobertura vegetal chegou a 12,8 m² por habitante (NOGUEIRA, 2022). Vale ressaltar que para a Organização Mundial de Saúde - OMS, recomenda que o mínimo da composição arbórea na cidade seja de 12 m² por habitante. É notório perceber que a meta

estabelecida pela OMS foi alcançada em 2022 e que a política avança com a distribuição de mudas de árvores para a composição arbórea da cidade.

Outro ponto destacado por Nogueira (2022), e que merece atenção é de que algumas regiões onde possuem um maior índice estão localizadas próximas às UC do Parque do Cocó e a Matinha do Pici. Este dado demonstra como a política de proteção e conservação é fundamental para aumentar o índice geral de Áreas Verdes por habitantes.

Segundo dados disponibilizados pelo portal da Prefeitura de Fortaleza, em 2023 mais de 80 mil mudas de plantas foram distribuídas e plantadas por todo município. Estas ações colaboram para que o índice estabelecido pela OMS seja superado ainda mais. Desta forma, o impacto dessas ações reflete positivamente para o aumento do índice de cobertura vegetal por habitante, chegando em uma média de 20,42 m² por habitante (FORTALEZA, 2024).

Entretanto, para os autores analisados, mesmo tendo atingido o mínimo estabelecido pela OMS, a composição arbórea da cidade precisaria de uma análise em uma escala menor. A concentração das áreas verdes é situada em bairros com o IDH mais baixo, enquanto bairros com o IDH mais alto possuem uma taxa de Áreas Verdes por habitante menor do que o mínimo estabelecido pela OMS, pois esses bairros estão localizados, em sua grande maioria, na zona litorânea de Fortaleza (NOGUEIRA, 2022).

Para Paiva *et al* (2022), não existe uma relação direta entre o IDH e as Áreas Verdes. Entretanto, as áreas com composições de vegetação mais densas em bairros com baixo IDH contribuem para problemas em relação a violência urbana e o acúmulo de lixo clandestino. Vale ressaltar que as Áreas Verdes nessas localidades são microparques, jardins e praças.

Outro fato destacado por Nogueira (2022) se refere à qualidade das Áreas Verdes, ele ressalta que a ocupação do território possui uma concentração maior no oeste do Município e que importantes UC como o Parque Estadual do Cocó e o Parque Natural Municipal da Sabiaguaba - onde possui uma melhor qualidade dos serviços ecossistêmicos - estão do lado oposto.

Segundo Lima *et al* (2022), a arborização da cidade traz benefícios não somente para a qualidade ambiental, mas também contribui para uma melhoria nos serviços ecossistêmicos desfrutados pelos habitantes, como destacado pelos autores:

A arborização urbana contribui para importantes serviços ecossistêmicos, tais como serviços de provisões (sombra, alimentos, odores, remédios e econômicos), de regulação (limpeza do ar, regulação do microclima urbano, redução de ruídos,

drenagem da água da chuva), culturais (estético, educativo/científico, social) e de suporte (ciclagem de nutrientes). (LIMA *et al*, 2022, p3).

Outra problemática enfrentada pela política pública é a forma como as mudas adquiridas pelos programas de arborização de Fortaleza são plantadas nas cidades. Por falta de suporte técnico e monitoramento, as mudas são plantadas em locais que prejudicam a estrutura da cidade. O crescimento da árvore em local inapropriado pode prejudicar na encanação de água e esgoto, danificar a rede elétrica e prejudicar a estrutura das calçadas da cidade, entre outros problemas (LIMA *et al*, 2022; RODRIGUES *et al*, 2002).

Albuquerque, Zanella *et al* (2018), já chamavam a atenção para que o programa de arborização da cidade fosse destinado para uma melhoria das condições e qualidade de vida dos habitantes e não como um programa para favorecer exclusivamente a beleza cênica da cidade, como está sendo tratada atualmente pelos gestores. Desta forma, a política avança com a criação de micro parques para a execução de atividades de lazer e contemplação da natureza, no entanto, esses micros parques seguem esse parâmetro de embelezamento turístico, em especial, na orla marítima de Fortaleza, e não para a manutenção e transformação de espaços que antes era depósito irregular de resíduos em bairros com IDH mais baixo.

Desta forma, apesar da política de áreas verdes do município de Fortaleza ter cumprido com suas metas de arborização da cidade, ela é insuficiente com a gestão e a manutenção dessas áreas. Desta forma, não cumprindo de maneira eficaz com as diretrizes da Lei municipal de nº 10.619/2017 que prevê a disposição de áreas verdes de domínio público à população e a melhoria das condições de saneamento ambiental. Tendo em vista que uma gestão ruim sobre essas áreas afeta na qualidade de vida e em vez de contribuir na melhoria, podendo induzir a efeitos negativos como a poluição.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado em toda a discussão já abordada é notório que é necessário buscar a fórmula para que sociedade e natureza possam coexistir de maneira harmônica sem tratar como prioridade única o desenvolvimento econômico em detrimento do meio ambiente. Com isso, foram discutidas ideias para que esse processo possa ser possível no atual momento histórico da nossa sociedade e podemos constatar que existem medidas para que sejam implementadas ações governamentais com o objetivo de causar pouca externalidade.

Esse debate é importante para que os órgãos públicos notem a preocupação da população com o assunto fazendo com que o Governo se empenhe cada vez mais sobre essa matéria, por isso deve haver cobrança de todos os cidadãos, para que possamos conviver em um ambiente saudável.

Com base nos dados analisados de políticas públicas que já foram implementadas, já se tem noção da vantagem que é ter projetos que pensem formas conscientes de nos ajudar a conviver com a natureza. Porém, não devemos esquecer de todos os outros problemas, como por exemplo, as regiões em que tem áreas densas e baixo índice de IDH que normalmente têm o acúmulo de lixo e aumento de violência urbana. Deve-se manter o projeto e que ele tenha seu aperfeiçoamento conforme forem passando os anos, pois somente dessa forma podemos construir uma sociedade mais igualitária, justa e sem acarretar tantos prejuízos ao ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Juscidalva Rodrigues de. **Gestão de áreas verdes e sustentabilidade:** estudo de caso a partir dos indicadores de qualidade ambiental urbana. Paisagem e Ambiente, São Paulo, Brasil, v. 32, n. 48, p. e183164, 2021. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.183164. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/183164> .. Acesso em: 27 abr. 2025.

ALBUQUERQUE, Marina Macedo Gomes; ZANELLA, Maria Elisa; DANTAS, Eustógio Wandreley Correia. **Política Pública, arborização e sustentabilidade:** o caso do município de Fortaleza. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 12, n. 03, p. 69-77, ago. 2018. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/500>>. Acesso em: 03 dez. 2023. doi: <https://doi.org/10.22411/rede2018.1203.07>.

ALBUQUERQUE, Rafaela Jessica Sales et al . **Áreas verdes em Fortaleza:** um problema real. In: XVI ENEEAMB & LV FLAES, 2018, Palmas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/eneeamb-2018/trabalhos/areas-verdes-em-fortaleza-um-problem-a-real?lang=pt-br>>. Acesso em: 03 dez. 2023.

BELLONI, Isaura; MAGALHÃES, Heitor de; SOUSA, Luzia C. de. **Metodologia de Avaliação em Políticas Públicas** –uma experiência em educação profissional. 4. ed. São Paulo;Cortez, 2007.

BRASÍLIA, Casa Civil da Presidência da República de. **Avaliação de políticas públicas:** guia prático de análise ex post, volume 2 – 2018. v. 2 (301 p.) : il., gráfs., mapa color.

BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002.** Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 6, 11 jul. 2002

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651 de 25 de março de 2012.** [online] Acesso em: 02 de dezembro de 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html

CRUZ, Andressa Melany Lima de. **Análise da cobertura vegetal das áreas verdes e dos espaços livres de Fortaleza/CE.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2019.

CEARÁ, Secretaria do Meio Ambiente. **Curso de Áreas verdes:** Soluções ambientais Ambientagro. Edição revisada e Ampliada, Fortaleza/CE 2017.

FORTALEZA. **Lei Municipal nº 10619 de 10 de outubro de 2017.** Diário Oficial do Município de Fortaleza, CE, 17 out. 2017.

FORTALEZA, **Lei Complementar nº 062, de 02 de fevereiro de 2009.** Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Fortaleza, CE Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/catalogodeservico/pdp_com_alteracoes_da_lc_0108.pdf Acesso em: 27 de abril de 2025.

FORTALEZA. **Meio ambiente:** Fortaleza amplia cobertura vegetal em mais de 230 mil novas árvores. Prefeitura de Fortaleza, Fortaleza/CE 2024. Disponível em: <https://fortaleza.ce.gov.br/noticias/meio-ambiente-fortaleza-amplia-cobertura-vegetal-em-mais-de-230-mil-novas-arvores> . Acesso em: 30 abr. 2025.

LIMA, Maria Glaubenir Martins; LELLES, Sérgio Luís Camillo de.; MUSTAFA, Naime Tavares Machado. **Urban afforestation in Fortaleza-CE – Challenges for Municipal Management.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 16, p. e324111638253, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i16.38253. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38253> . Acesso em: 29 apr. 2025.

NOGUEIRA, Josafá Melo. **Áreas verdes urbanas:** uma análise da distribuição das áreas verdes de Fortaleza – CE. 2022. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia Ecológica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

PAIVA, Ana Carla de Queiroz; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de; ESCOBAR, Marco Lunardi; SOARES, Ilton Araújo; BASTOS, Frederico de Holanda. **Análise da distribuição espacial da vegetação e Áreas Verdes na cidade de Fortaleza - CE.** Revista Caminhos de Geografia Uberlândia-MG v. 23, n. 89 out./2022 p. 131–149. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/364455565_ANALISE_DA_DISTRIBUICAO_ESPACIAL_DA_VEGETACAO_E_AREAS_VERDES_NA_CIDADE_DE_FORTALEZA_-_CE

Acesso em: 23 de novembro de 2023.

RODRIGUES, Cristina Aparecida Gonçalves. BEZERRA, Bernardino da Costa [et al.]. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS/ Corumbá:** Embrapa Pantanal, 2002. 26p. il. -(Embrapa Pantanal. Documentos, 42) Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/810730/1/DOC42.pdf> . Acesso em: 29 abr. 2025.

SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro Dos .; RANIERI, Victor Eduardo Lima. **Crêterios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial**. Ambiente & Sociedade, v. 16, n. 4, p. 43–60, out. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400004> Acesso em: 27 abr. 2025.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Pós-graduação e pesquisa**: o processo de produção e do sistematização do conhecimento. Educação, pesquisa e produção do conhecimento: abordagens contemporâneas. Tradução . Criciúma: UNESCO, 2013. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002706240> Acesso em: 27 abr. 2025.

SEUMA, Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente. **Plano de arborização**: Resultado Plano de Arborização 2013-2021. Canal Urbanismo e Meio Ambiente. Prefeitura de Fortaleza

- CE, 2022. Disponível em:
https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/info_cidade/resultados_plano_de_arborizacao_2013_2021.pdf. Acesso em: 23 de novembro de 2023.

INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL EM TEMPOS DE CRISE: UMA ANÁLISE DE CARTILHA DE EMENDAS PARLAMENTARES DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PARA 2025

Gabriela Santos Eugênio de Souza

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo- Centro Universitário do Rio Grande do Norte
Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Gabinatal62@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5765-4317>

RESUMO

De que modo a Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 contribui para o fortalecimento da gestão territorial e da sustentabilidade ambiental nos municípios brasileiros? Partindo dessa questão, este trabalho tem como objetivo analisar criticamente o conteúdo e os impactos potenciais da cartilha, considerando sua proposta de orientar a alocação de recursos públicos por meio de emendas parlamentares. Acredita-se que, embora o documento represente um avanço institucional na tentativa de qualificar os aportes, ele ainda carece de critérios com maior aplicabilidade de justiça socioambiental e de suporte técnico eficaz à sua implementação, especialmente em municípios com baixa capacidade instalada. A metodologia adotada é qualitativa, com base na análise documental da cartilha e revisão sobre políticas públicas ambientais. Os resultados apontam para a necessidade de maior articulação entre educação ambiental, planejamento territorial e transparência na destinação de recursos. A pesquisa contribui ao evidenciar caminhos para o fortalecimento da governança ambiental local, defendendo o uso de instrumentos mais participativos, equitativos e tecnicamente fundamentados.

Palavras-Chave:

Sustentabilidade;

Recursos públicos;

Justiça Socioambiental.

INSTRUMENTS FOR TERRITORIAL PLANNING AND MANAGEMENT IN TIMES OF CRISIS: A CRITICAL ANALYSIS OF THE MINISTRY OF ENVIRONMENT PARLIAMENTARY AMENDMENTS GUIDES FOR 2025

ABSTRACT

How does the 2025 Parliamentary Amendment Handbook contribute to strengthening territorial management and environmental sustainability in Brazilian municipalities? Based on this question, this paper aims to critically analyze the content and potential impacts of the handbook, considering its proposal to guide the allocation of public resources through parliamentary amendments. It is believed that, although the document represents an institutional advance in the attempt to qualify contributions, it still lacks criteria with greater applicability of socio-environmental justice and effective technical support for its implementation, especially in municipalities with low installed capacity. The methodology adopted is qualitative, based on the document analysis of the handbook and review of environmental public policies. The results point to the need for greater coordination between environmental education, territorial planning and transparency in the allocation of resources. The research contributes by highlighting ways to strengthen local environmental governance, defending the use of more participatory, equitable and technically based instruments.

Keywords:

Sustainability;

Public resources;

Socio-environmental
justice

1 INTRODUÇÃO

O agravamento da crise climática nas últimas décadas intensificou a urgência por políticas públicas mais eficazes no enfrentamento dos riscos ambientais e na reorganização dos territórios urbanos e rurais. Entre 2013 e 2022, aproximadamente 93% dos municípios brasileiros foram atingidos por algum tipo de evento climático extremo, como secas severas, enchentes e deslizamentos. Em 2024, mais de 1.500 municípios — cerca de 27% do total nacional — enfrentaram situações de calamidade pública, reforçando que o antigo "normal climático" já não existe mais (Ministério do Meio Ambiente e mudança do Clima- MMA, 2025).

Diante desse cenário, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), elaborou a Cartilha de Emendas Parlamentares de 2025, documento orientador que apresenta 42 projetos estratégicos distribuídos entre as secretarias e entidades vinculadas ao Ministério. A proposta é oferecer aos parlamentares diretrizes e critérios técnicos para a formulação de emendas ao orçamento da União com foco na sustentabilidade territorial, justiça climática e fortalecimento da capacidade adaptativa dos municípios brasileiros.

Essa iniciativa visa alinhar o poder legislativo federal às principais agendas ambientais do país, como o controle do desmatamento, o combate à desertificação, o incentivo à bioeconomia, a educação ambiental crítica e a implementação de programas urbanos resilientes. Ao mesmo tempo, articula-se a outras políticas estruturantes, como o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, a Política Nacional de Educação Ambiental e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sobretudo no que se refere à equidade territorial e a proteção dos ecossistemas.

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise crítica, destacando o potencial da Cartilha de Emendas Parlamentares de 2025 como instrumento de planejamento e gestão territorial em tempos de crise ambiental. A pesquisa parte da análise documental da cartilha e de marcos normativos correlacionados, dialogando com outros estudos, ligados a políticas públicas ambientais, justiça territorial e mudanças climáticas.

Busca-se compreender em que medida os projetos apresentados possibilitam a reorganização do território com base em critérios de qualidade ambiental, participação social e descentralização da política climática. Além disso, discute-se os principais limites e oportunidades na operacionalização das emendas parlamentares a partir da realidade institucional dos municípios, especialmente os de pequeno e médio porte.

2 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem de análise documental crítica, considerando a Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 como fonte primária de informações. A escolha por essa abordagem se justifica pela natureza normativa e orientadora do documento, que reúne propostas governamentais estratégicas para a aplicação de recursos públicos em projetos ambientais e territoriais, por meio das emendas parlamentares individuais.

Durante a análise documental, foram usados como guia eixos interpretativos, com intuito de definir os estudos em diretrizes de políticas públicas ambientais, com clareza e aplicabilidade técnica das propostas, conexão com instrumentos de planejamento territorial (Planos diretores e de adaptação climática) e potencial de impacto e viabilidade socioambiental no território.

Além do estudo integral da cartilha e de seus 42 projetos distribuídos entre as secretarias e entidades vinculadas ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, foram analisadas normativas legais relacionadas à execução orçamentária de emendas parlamentares e à celebração de parcerias com entes federativos e organizações da sociedade civil. Entre os documentos complementares utilizados, destacam-se:

- A Lei nº 13.019/2014, conhecida como Marco Regulatório das Organizações da Sociedade Civil;
- O Decreto nº 8.726/2016, que regulamenta a referida lei;
- A Portaria Conjunta MGI/MF/CGU nº 28/2024, que estabelece os valores mínimos e critérios gerais para execução das emendas no exercício de 2025.

Como parte do embasamento teórico, também foram consultadas publicações acadêmicas nacionais, que tratam de planejamento urbano e mudanças climáticas. Dessa maneira, foi utilizado como base de pesquisa o artigo “Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores” (SCARLATO; MOURA, 2021), a relação entre políticas públicas e gestão territorial (SANTOS, 2000; PINTO, 2020) e a inserção das dimensões socioambientais nas ações parlamentares descentralizadas (PEREIRA et al., 2019). Esses estudos possibilitaram o diálogo crítico entre o conteúdo da cartilha e a realidade institucional dos municípios brasileiros, principalmente no que se refere à capacidade técnica e financeira de proposição e execução de projetos.

Por fim, o estudo não se limita à descrição dos projetos constantes na cartilha, mas realiza uma leitura analítica e interpretativa do seu conteúdo, articulando os dispositivos propostos com os desafios contemporâneos do planejamento territorial. O objetivo foi compreender como os projetos podem contribuir com a reestruturação das dinâmicas socioespaciais locais, sobretudo em áreas de vulnerabilidade, os quais elementos da cartilha podem favorecer, ou dificultar, sua efetiva aplicação como política pública descentralizada.

2.1 Figuras e tabelas

A estrutura institucional apresentada organiza os projetos em eixos, distribuídos entre diferentes secretarias e órgãos vinculados ao MMA. Embora essa divisão facilite a identificação de áreas prioritárias, ela também evidencia certa fragmentação na abordagem territorial integrada que a crise climática exige. As figuras e quadros a seguir buscam ilustrar essa organização, servindo como base para análise crítica da capacidade real de articulação entre as propostas e o planejamento local.



Figura 1: Funcionamento do MMA.

Fonte: Cartilha de orientações para emendas parlamentares 2025.

A organização interna do ministério, destaca a multiplicidade de secretarias e departamentos envolvidos na execução dos projetos propostos. No entanto, essa pulverização de responsabilidades pode dificultar a implementação de ações conjuntas,

sobretudo em municípios que carecem de suporte técnico para navegar entre diferentes instâncias federais.

Quadro 1: Quadro de eixos temáticos.

Tópico	Eixo temático	Órgão/Secretaria responsável	Atribuições dos órgãos em cada eixo
3.1	Educação ambiental e cidadania	DEA- Departamento de Educação Ambiental (SMU/MMA)	Promover ações de educação socioambiental, produção de materiais educativos e fortalecimento de espaços formativos em comunidades e escolas públicas.
3.2	Bioeconomia e desenvolvimento	SPCT- Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável	Apoiar cadeias produtivas da sociobiodiversidade e fomentar economias de base comunitária com uso sustentável dos recursos naturais.
3.3	Prevenção e controle do desmatamento	SNDC- Secretaria Nacional de Controle do Desmatamento (MMA)	Coordenar ações de fiscalização, monitoramento via satélite e apoio a municípios prioritários para redução do desmatamento e queimadas.
3.4	Recursos hídricos e saneamento	SRHU- Secretaria Nacional de Recursos Hídricos e Saneamento	Desenvolver projetos de revitalização de bacias hidrográficas e infraestrutura hídrica sustentável para áreas urbanas e rurais.
3.5	Qualidade ambiental urbana	SMU- Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental	Estruturar políticas de gestão urbana sustentável, apoio à reciclagem e implantação de infraestrutura verde nas cidades.
3.6	Mudança do clima	SNMC- Secretaria Nacional de Mudança do Clima	Apoiar planos de adaptação climática, implementação de inventários de emissões e promoção de cidades resilientes às mudanças climáticas.
3.7	Povos e comunidades tradicionais	SPCT- Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais	Apoiar ações integradas de conservação de ecossistemas costeiros, adaptação climática em áreas litorâneas e fortalecimento institucional.
3.8	Gestão costeira e marinha	SMU e SNMC	Apoiar ações integradas de conservação de ecossistemas costeiros, adaptação climática em áreas litorâneas e fortalecimento institucional.
3.9	Proteção da biodiversidade e unidades de conservação	ICMBIO- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Gerir unidades de conservação, elaborar planos de manejo, sinalização, trilhas e educação ambiental em áreas protegidas.
3.10	Fomento à agenda ambiental nas cidades	IBAMA- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	Fortalecer institucionalmente os órgãos ambientais municipais e apoiar sua inserção no SISNAMA com equipamentos, capacitação e sistemas de licenciamento.
3.11	Apoio a projetos de recuperação ambiental	ICMBIO	Coordenar ações de recuperação de áreas degradadas com foco em reflorestamento e restauração ecológica em biomas estratégicos.
3.12	Apoio à gestão florestal sustentável	SFB- Serviço Florestal Brasileiro	Promover o manejo florestal sustentável, controle de cadastros ambientais rurais e fortalecimento de sistemas de rastreabilidade.

Fonte: Autoria própria.

Apesar da diversidade de temas contemplados, a divisão por eixos e secretarias pode reforçar a lógica de projetos isolados, podendo comprometer a funcionalidade contínua de diferentes projetos sem abordagem integrada. A falta de mecanismos intersetoriais pode acabar passando longe das dinâmicas socioespaciais mais complexas, caso as emendas parlamentares restrinjam-se a soluções pontuais.

3 AVALIAÇÃO DE PROPOSTAS POR EIXOS TEMÁTICOS

A partir da leitura crítica dos eixos temáticos organizados na Cartilha de Emendas Parlamentares 2025, com ênfase na relação entre os projetos propostos e as dinâmicas territoriais, nas quais pretende-se incidir, a análise parte da estrutura institucional sugerida pela cartilha, dividida por secretarias e órgãos vinculados. Buscando assim, identificar, em cada caso, os avanços técnicos, as fragilidades operacionais e os desafios para efetiva articulação com o planejamento local. Considerando a diversidade de enfoques, os eixos subdivididos a seguir, examinam desde ações de educação ambiental, até estratégias de recuperação da ecologia e bioeconomia, evidenciando a complexidade das escalas envolvidas e os riscos devido à falta de integração entre o projetual e os instrumentos normativos territoriais.

3.1 Educação ambiental e cidadania

A Política Nacional de Educação Ambiental, regulamentada pela Lei nº 9.795/1999, sendo o principal marco legal para a educação ambiental no país, orienta a construção de práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento sustentável a partir de uma abordagem crítica, participativa e transformadora. Alinhado a essa diretriz, o Departamento de Educação Ambiental e Cidadania (DEA) do MMA apresenta dois projetos prioritários na Cartilha de Emendas Parlamentares 2025: os Centros de Educação e Cooperação Socioambiental (CECSA) e a Implementação de Ações de Cidadania e Educação Ambiental com foco nos Territórios.

Ambos os projetos exigem articulação entre múltiplos atores sociais e instituições de ensino superior, governo estadual, municipal e sociedade civil, promovendo a descentralização da política ambiental e o fortalecimento do protagonismo territorial. Além disso, a cartilha estabelece valores mínimos (R\$ 500 mil para CECSA e R\$ 200 mil para ações gerais), critérios técnicos e orçamentários detalhados, o que representa um avanço no

planejamento das ações e na segurança jurídica da aplicação de recursos por emendas parlamentares.

Nesse sentido, a concepção de espaço como construção social e histórica, conforme propõe Milton Santos (2006), reforça a ideia de que a educação ambiental deve partir das práticas e dinâmicas territoriais existentes, valorizando o saber local e promovendo transformações a partir do protagonismo comunitário.



Figura 2: Condições de adesão dos projetos.

Fonte: Cartilha de emendas parlamentares 2025, p.19.

A atuação por meio desses projetos pode ser vista como catalisadora da reorganização territorial a partir da educação ambiental, promovendo transformações culturais e institucionais nos territórios. Contudo, sua implementação dependerá da capacidade técnica local, da existência de redes de cooperação consolidadas e do fortalecimento dos mecanismos de apoio técnico-operacional por parte do MMA. Dessa forma, dificultando que municípios menos estruturados tenham acesso fácil ao alinhamento de diretrizes, uma vez que sua implementação está diretamente ligada a capacitação de estrutura da região.

3.2 Bioeconomia e desenvolvimento sustentável

A bioeconomia se consolida como uma das principais estratégias do MMA para promover um modelo de desenvolvimento compatível com a conservação dos recursos naturais e a geração de renda em territórios tradicionais. A Cartilha contempla esse eixo por meio de três projetos estruturantes, vinculados à Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável (SPCT/MMA): Promoção da Bioeconomia, Apoio à Agricultura Sustentável e Orgânica, e Apoio a Infraestruturas Socioeconômicas em Territórios Tradicionais.



Figura 3: Produção em sistema agroextrativista.

Fonte: Cartilha de emendas parlamentares 2025, p.24.

Os projetos estabelecem critérios de elegibilidade orientados à valorização do conhecimento tradicional, ao fortalecimento de cadeias produtivas da socio biodiversidade e a criação de infraestrutura mínima para o beneficiamento e comercialização de produtos da floresta, do cerrado, da caatinga e de outros biomas. Essas ações apresentam alto potencial para dinamizar a economia local, gerar emprego verde e contribuir para a permanência digna das populações em seus territórios, reduzindo pressões sobre áreas de conservação e desestimulando o desmatamento ilegal.

No entanto, a execução desses projetos enfrenta desafios relacionados à regularização fundiária, à logística de escoamento da produção e à assistência técnica contínua, entre a relação de territórios, planejamento e desigualdade (SANTOS, 2000).

Assim, embora a cartilha avance ao inserir a bioeconomia no centro das estratégias territoriais, a concretização desses objetivos dependerá da articulação com políticas fundiárias, de crédito e de acesso a mercados, além do fortalecimento institucional dos órgãos ambientais estaduais e municipais.

3.3 Prevenção e controle do desmatamento

O combate ao desmatamento ilegal é uma das frentes mais críticas da política ambiental brasileira, especialmente no contexto amazônico. Nesse viés, foram adicionadas propostas específicas para esse eixo, com foco no Programa União com Municípios pela Redução do Desmatamento, tendo como foco principal das ações 70 municípios¹ considerados críticos pela Portaria GM/MMA n 834/2023, responsáveis por 78% do desmatamento na Amazônia Legal em 2022, segundo o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm).

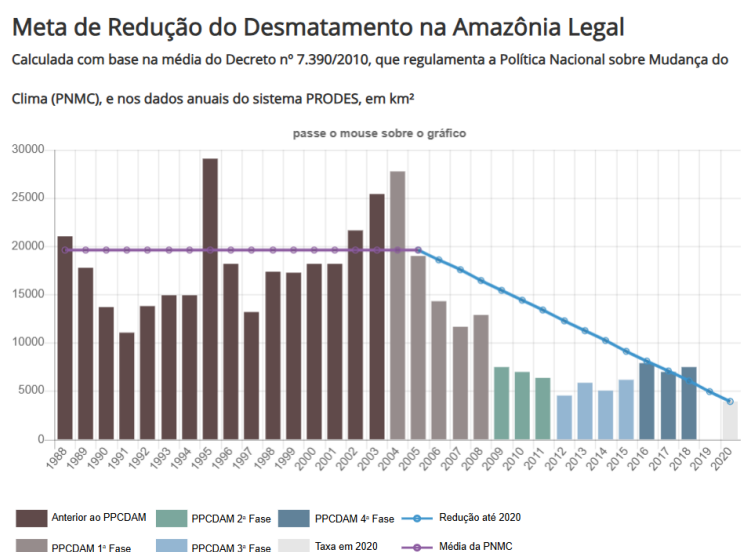


Figura 4: Redução de desmatamento antes e depois do PPCDAM.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente 2023.

O projeto estabelece ações estruturantes voltadas à regularização fundiária, fortalecimento institucional dos órgãos ambientais locais, aquisição de veículos e equipamentos de fiscalização, apoio técnico e jurídico e elaboração de planos municipais de combate ao desmatamento. Os valores mínimos por emenda são de R\$ 1 milhão, refletindo a complexidade e o caráter estratégico das ações propostas.

Tal linha de financiamento revela uma mudança de paradigma ao priorizar a atuação local na prevenção e controle do desmatamento, reconhecendo a importância dos municípios como agentes diretos na gestão territorial e na aplicação das leis ambientais.

No entanto, a efetividade do programa depende da sinergia entre os entes federativos, da capacidade técnica e jurídica local e da regularidade dos repasses orçamentários. Além disso, a ausência de vínculo direto com instrumentos como os planos diretores e zoneamentos ecológico-econômicos pode comprometer a integração dessas ações ao planejamento territorial de longo prazo.

3.4 Recursos hídricos e saneamento

A gestão integrada dos recursos hídricos e a ampliação do saneamento básico são pilares fundamentais para a promoção da justiça ambiental e da saúde pública, especialmente em territórios marcados por vulnerabilidades socioambientais. A Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 contempla esse eixo por meio de dois projetos principais: Apoio à Gestão Participativa dos Recursos Hídricos e Apoio à Implementação de Sistemas de Saneamento em Comunidades Vulneráveis.

No que diz respeito à gestão hídrica, o projeto incentiva a estruturação e o fortalecimento de comitês de bacia, apoio a planos de recursos hídricos e monitoramento da qualidade da água, priorizando ações em territórios onde o acesso à água está ameaçado por escassez, contaminação ou má distribuição. Já as ações voltadas ao saneamento básico buscam atender comunidades tradicionais, periferias urbanas e áreas rurais, com foco em soluções descentralizadas e de baixo custo, como banheiros secos, sistemas de tratamento ecológico e reuso de água.

Os dois projetos representam avanços significativos no reconhecimento das desigualdades territoriais no acesso à água e ao saneamento, ao mesmo tempo em que reforçam a perspectiva de gestão participativa e territorializada. No entanto, a implementação dessas propostas exige articulação com os planos municipais de saneamento, atuação coordenada com os serviços públicos locais e superação de gargalos operacionais, especialmente em municípios com baixa capacidade técnica ou fiscal.

3.5 Qualidade ambiental urbana

A degradação ambiental em áreas urbanas brasileiras está intimamente associada à ocupação desordenada do solo, à ausência de planejamento participativo e à desigualdade no acesso à infraestrutura e aos serviços ambientais. Reconhecendo esse cenário, a Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 dedica uma seção específica à Qualidade Ambiental Urbana, com projetos vinculados à Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental (SMU/MMA), que buscam promover soluções sustentáveis para os espaços urbanos.



Figura 5: Reciclagem urbana e economia circular.

Fonte: Cartilha de emendas parlamentares 2025, p.56.

Dentre os projetos destacados estão: O aumento da Reciclagem no Brasil, a implantação de Cidades Circulares e Sustentáveis, e a estruturação da Gestão Municipal de Meio Ambiente. Tais iniciativas articulam ações de educação ambiental urbana, implantação de infraestrutura verde e apoio técnico para o funcionamento de secretarias e conselhos municipais de meio ambiente. No entanto, como observam Scarlato e Moura (2021), a ausência de transversalidade entre a política ambiental e os instrumentos de planejamento urbano, como os planos diretores, compromete a capacidade dos municípios de estruturar respostas integradas aos desafios socioambientais. Essa lacuna institucional reforça a

importância dos projetos previstos na cartilha, ao passo que evidencia também seus limites se não acompanhados de um processo mais amplo de fortalecimento da gestão territorial.

O projeto de cidades circulares, por exemplo, propõe a criação de polos de inovação urbana que integrem reuso de água, reciclagem de resíduos, hortas comunitárias e mobilidade ativa, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial ao ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis. Já a ampliação da reciclagem busca fortalecer cooperativas de catadores, melhorar a gestão de resíduos sólidos e promover economia circular, sobretudo em municípios de pequeno e médio porte.

Essas propostas representam avanços na direção de uma urbanização mais integrada à natureza e ao bem-estar coletivo, oferecendo alternativas viáveis para territórios marcados por exclusão socioambiental. A previsão de valores acessíveis (a partir de R\$ 200 mil por emenda), combinada com orientações técnicas detalhadas, contribui para a viabilidade dos projetos, mesmo em contextos com limitada capacidade institucional.

Contudo, o êxito dessas iniciativas dependerá do engajamento das administrações locais, da integração com os planos diretores e de estratégias de formação continuada de gestores públicos. Além disso, será necessário garantir que os investimentos não se limitem a ações pontuais, mas se traduzam em políticas permanentes de requalificação ambiental urbana, com participação ativa da população na tomada de decisões sobre o território que habita.

3.6 Mudança do clima

A intensificação dos eventos extremos, como secas prolongadas, chuvas torrenciais e aumento da temperatura média, evidencia a urgência de políticas públicas focadas na adaptação e mitigação da mudança do clima. No contexto atual, a agenda é contemplada por meio de projetos vinculados à Secretaria Nacional de Mudança do Clima (SNMC), entre eles: A elaboração de Planos Locais de Adaptação à Mudança do Clima e a estruturação da Governança Climática em Municípios Prioritários.

Os Planos Locais de Adaptação são apresentados como instrumentos orientadores da ação pública e privada no território, com foco na identificação de vulnerabilidades climáticas, definição de medidas estruturais e não estruturais e planejamento multissetorial. Já a proposta de fortalecimento da governança climática visa apoiar municípios na criação de comitês locais, capacitação de técnicos, sistematização de indicadores e articulação com planos já existentes, como os de defesa civil, recursos hídricos e saúde pública.

A principal inovação desses projetos está na introdução do clima como variável central de planejamento, superando a lógica setorial tradicional. Ao estimular os municípios a criarem estratégias próprias de enfrentamento aos riscos climáticos, a cartilha promove uma abordagem territorializada e descentralizada, permitindo maior adequação às realidades locais e maior eficácia na prevenção de desastres.

Uma vez que, atualmente, os planos diretores negligenciam o clima como variável central de planejamento em sua incorporação metodológica, como já advertiam Scarlato e Moura (2021). Assim, mesmo diante dos avanços apresentados, sua aplicabilidade depende de uma mudança de paradigma na cultura do planejamento local, com suporte técnico contínuo.

No entanto, os obstáculos são consideráveis, uma vez que grande parte dos municípios brasileiros ainda não dispõe de dados climáticos sistematizados nem de equipes técnicas preparadas para a elaboração e gestão de planos de adaptação. Além disso, muitos territórios enfrentam sobreposição de responsabilidades e baixa integração entre setores como meio ambiente, obras e saúde. Para que os projetos tenham impacto efetivo, será necessário fortalecer a cooperação técnica federativa, ampliar a oferta de ferramentas metodológicas e garantir financiamento contínuo para a implementação das medidas previstas nos planos.

3.7 Povos e comunidades tradicionais

O reconhecimento dos direitos territoriais, culturais e ambientais de povos indígenas, comunidades quilombolas e outros grupos tradicionais é uma dimensão fundamental da justiça socioambiental. A Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 reserva uma seção específica para esse tema, por meio de projetos vinculados à Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável (SPCT/MMA), com foco na estruturação de infraestrutura socioeconômica e apoio técnico em territórios tradicionais.

Entre os projetos destacados estão: o Apoio à Infraestrutura Básica em Territórios Tradicionais e o Apoio à Produção Sustentável e à Segurança Alimentar e Nutricional. Essas propostas buscam fortalecer a autonomia das comunidades em seus territórios de origem, contribuindo para a melhoria das condições de vida, a preservação das práticas culturais e o uso sustentável da biodiversidade local. Contudo, como alerta Rolnik (2015), políticas públicas voltadas a esses territórios muitas vezes operam sob uma lógica de “colonização

institucional”, em que as ações do Estado não reconhecem plenamente as territorialidades preexistentes, impondo modelos de desenvolvimento que desconsideram os saberes e práticas locais. Essa tensão entre presença estatal e autonomia territorial precisa ser considerada na análise da cartilha, que pode reforçar relações assimétricas se não construída a partir do protagonismo comunitário.



Figura 6: Beneficiamento de mulheres quilombolas.

Fonte: Cartilha de emendas parlamentares 2025, p.86.

Em relação às ações elegíveis, incluem-se construção de espaços comunitários, pequenos sistemas de abastecimento de água, apoio a bancos de sementes, hortas agroecológicas, unidades de beneficiamento de produtos da socio biodiversidade, entre outras. Trata-se de uma abordagem que integra infraestrutura física, segurança alimentar e valorização dos modos de vida tradicionais como componentes essenciais da gestão territorial.

O principal diferencial desses projetos é o seu alinhamento à perspectiva de autodeterminação e à valorização do conhecimento tradicional, superando a lógica assistencialista que historicamente marcou as políticas públicas voltadas a esses grupos. A cartilha também orienta a priorização de propostas elaboradas com a participação direta das comunidades beneficiadas, respeitando seus protocolos próprios de consulta e decisão.

No entanto, a efetividade dessas ações dependerá de fatores como: a articulação entre parlamentares e organizações representativas dos povos tradicionais; o respeito às especificidades culturais e territoriais de cada grupo; e a capacidade do MMA e de seus parceiros de oferecer apoio técnico e institucional durante a elaboração e execução dos projetos. A ausência desse suporte pode comprometer a viabilidade das propostas ou até mesmo resultar em conflitos internos ou desperdício de recursos.

Em síntese, os projetos voltados aos povos e comunidades tradicionais constituem um eixo estratégico para a reconstrução de políticas públicas ambientalmente justas, mas exigem sensibilidade institucional, tempo de escuta e respeito aos ritmos e modos de organização dos próprios territórios.

3.8 Gestão costeira e marinha

O Brasil possui mais de 8.500 km de costa, abrangendo ecossistemas diversos como manguezais, recifes de coral, dunas e estuários, fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para o sustento de populações tradicionais e comunidades pesqueiras. A crescente pressão sobre esses ambientes — pelo turismo predatório, especulação imobiliária, poluição e mudanças climáticas — exige políticas públicas territorializadas e integradas.

A Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 contempla esse desafio por meio do projeto “Gestão Costeira Integrada e Conservação de Ambientes Marinho-Costeiros”, vinculado à Secretaria Nacional de Mudança do Clima e Qualidade Ambiental. O objetivo do projeto é fortalecer as capacidades locais para a conservação e uso sustentável dos ecossistemas costeiros e marinhos, promovendo a articulação entre planejamento urbano, zoneamento ecológico-econômico e governança costeira.

As ações elegíveis incluem: elaboração de planos municipais de gerenciamento costeiro, reabilitação de áreas degradadas, monitoramento da linha de costa, apoio a unidades de conservação marinhas, implementação de infraestrutura verde e educação ambiental voltada à zona costeira. Além disso, o projeto orienta o envolvimento de comunidades locais na gestão compartilhada e no levantamento de saberes tradicionais sobre os usos do território marinho-costeiro.

A inclusão da gestão costeira na cartilha representa um avanço ao reconhecer a importância estratégica do bioma marinho-costeiro para o equilíbrio ambiental e a segurança alimentar de milhões de brasileiros. Contudo, trata-se de um eixo ainda pouco institucionalizado nos municípios, o que impõe barreiras à implementação, especialmente pela ausência de equipes técnicas com formação específica na área.

Outro ponto relevante é a necessidade de compatibilizar as ações propostas com os planos diretores dos municípios litorâneos, garantindo que o planejamento urbano e o licenciamento de empreendimentos costeiros incorporem critérios ambientais mais

rigorosos. A atuação integrada com estados e consórcios intermunicipais poderá ser um diferencial importante na escala e efetividade dos resultados.

A cartilha, ao propor esse projeto, contribui para ampliar a governança sobre o território marinho-costeiro e para fortalecer a inserção do tema no debate sobre gestão ambiental municipal, que historicamente priorizou o meio terrestre.

3.9 Proteção da biodiversidade e unidades de conservação

A conservação da biodiversidade brasileira, considerada uma das maiores do mundo, é um dos eixos centrais da política ambiental nacional. No entanto, o avanço do desmatamento, da fragmentação de habitats e da pressão sobre áreas protegidas exige um fortalecimento institucional das unidades de conservação (UCs) e dos instrumentos de gestão da biodiversidade. A Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 responde a esse desafio com projetos vinculados ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com destaque para: Apoio à Gestão de Unidades de Conservação Federais, apoio a Projetos de Conservação de Espécies Ameaçadas e apoio a Iniciativas de Educação Ambiental em Unidades de Conservação.

Esses projetos visam qualificar a estrutura física e operacional das UCs federais, melhorar a infraestrutura de visitação e apoio ao manejo, desenvolver ações de sensibilização ambiental com comunidades do entorno e promover a proteção de espécies nativas ameaçadas de extinção. A cartilha prevê a utilização de recursos para aquisição de equipamentos, sinalização, melhorias em trilhas, capacitação de servidores e produção de materiais educativos.

A inserção da temática da biodiversidade e das UCs no escopo das emendas parlamentares representa um passo importante na territorialização das políticas de conservação, permitindo que parlamentares e gestores públicos atuem de forma mais próxima aos desafios de cada unidade. Isso amplia as possibilidades de parcerias locais e contribui para o fortalecimento de redes de apoio à gestão ambiental descentralizada.



Figura 7: Ação de sensibilização ambiental em parque nacional.

Fonte: Cartilha de emendas parlamentares 2025, p.41.

Contudo, há obstáculos importantes. A maior parte das UCs federais localiza-se em regiões com baixa presença institucional e enfrentam dificuldades históricas de orçamento, pessoal e governança. O uso das emendas deve, portanto, estar alinhado aos planos de manejo e às diretrizes técnicas do ICMBio, evitando sobreposição de ações ou investimentos que não dialoguem com os objetivos específicos de cada unidade.

Além disso, a educação ambiental no contexto das UCs pode representar uma ponte valiosa entre conservação e participação comunitária, aproximando os territórios da função ecológica e social dessas áreas protegidas. A cartilha, ao possibilitar esse tipo de ação, amplia o alcance político e pedagógico da conservação da natureza no Brasil.

3.10 Fomento a agenda ambiental nas cidades

A construção de políticas ambientais efetivas nas cidades brasileiras depende da presença de instituições locais capacitadas, da articulação intersetorial e do acesso a recursos técnicos e financeiros. Historicamente, porém, a agenda ambiental urbana enfrentou obstáculos relacionados à fragilidade institucional dos municípios, especialmente os de pequeno e médio porte. A Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 reconhece esse cenário, e propõe, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o projeto “Estruturação da Gestão Ambiental Municipal”.

Este projeto tem como objetivo apoiar a consolidação da política ambiental em nível local, por meio do fortalecimento das secretarias municipais, conselhos de meio

ambiente e sistemas de informação e fiscalização. As ações elegíveis incluem a aquisição de equipamentos de monitoramento e fiscalização, capacitação de equipes técnicas, informatização de processos, produção de materiais educativos e apoio à implementação de sistemas municipais de licenciamento ambiental simplificado.

A proposta representa uma resposta direta à necessidade de descentralização da política ambiental, promovida desde a década de 1990 com o fortalecimento do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), mas ainda limitada por assimetrias regionais e falta de apoio técnico continuado. Ao prever valores mínimos acessíveis por emenda (a partir de R\$ 200 mil), o projeto se torna viável mesmo para municípios com baixa arrecadação, o que amplia seu potencial de capilaridade territorial. No entanto, como aponta Rolnik (2015), a lógica de formulação e financiamento de políticas urbanas no Brasil frequentemente reproduz desigualdades históricas, deixando territórios periféricos em situação de invisibilidade institucional e com acesso limitado aos instrumentos de gestão. Nesse contexto, o projeto corre o risco de reforçar assimetrias já existentes se não estiver articulado a estratégias efetivas de fortalecimento das capacidades locais e de reconhecimento das múltiplas territorialidades urbanas.

Do ponto de vista estratégico, a estruturação da gestão ambiental local também favorece a efetivação de outros projetos da cartilha, como os ligados à educação ambiental, reciclagem, proteção da biodiversidade e enfrentamento das mudanças climáticas. Nesse sentido, o projeto opera como um “projeto base”, capaz de ampliar a capacidade dos entes subnacionais de acessar recursos, desenvolver propostas técnicas e integrar políticas públicas ambientais em seus territórios.

Entretanto, é importante destacar que o impacto de iniciativas como essa, dependerá do compromisso político das gestões municipais com a pauta ambiental, bem como da disponibilidade de técnicos qualificados e do envolvimento das comunidades nos processos decisórios. Ao oferecer essa estrutura mínima de apoio, ela contribui para uma gestão ambiental urbana mais equitativa e fortalecida, mas ainda carece de mecanismos complementares para garantir a continuidade dessas ações no médio e longo prazo.

3.11 Apoio a projetos de recuperação ambiental

A recuperação de áreas degradadas é um dos maiores desafios ambientais do país, principalmente em biomas como a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica, onde atividades predatórias, como desmatamento, mineração e expansão agropecuária, deixaram passivos socioambientais expressivos. Atenta a essa demanda, a Cartilha de Emendas Parlamentares

2025 inclui, entre os projetos coordenados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a linha de Apoio a Projetos de Recuperação Ambiental.

Este projeto busca fomentar ações de restauração ecológica em áreas prioritárias, com foco em territórios inseridos no entorno de unidades de conservação, bacias hidrográficas críticas, áreas de recarga aquífera e zonas de transição ecológica. As ações contempladas envolvem a recomposição da vegetação nativa, o controle de espécies invasoras, a recuperação de áreas úmidas, o cercamento de nascentes, o apoio à regeneração natural e a criação de viveiros comunitários.

A proposta é guiada por princípios da restauração ecossistêmica, estabelecidos pela Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) e pelo Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), e está alinhada às metas brasileiras no contexto da Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas (2021–2030).

O diferencial do projeto é que ele permite que municípios e organizações da sociedade civil atuem diretamente na restauração ambiental de seus territórios, algo que historicamente foi centralizado em programas federais de maior escala. A cartilha prevê critérios técnicos detalhados, inclusive exigindo a compatibilização das ações com o Código Florestal e os programas de regularização ambiental (PRAs).

Apesar da relevância, há obstáculos recorrentes: escassez de dados locais sobre áreas prioritárias, carência de equipes técnicas capacitadas, baixa capacidade de monitoramento e necessidade de acompanhamento de longo prazo. Além disso, há o risco de projetos de curto prazo perderem efetividade se não forem articulados com políticas territoriais mais amplas, como os planos municipais de meio ambiente e os sistemas de licenciamento.

Ainda assim, o projeto representa uma oportunidade estratégica de reorganizar o uso do solo de forma sustentável, fortalecer economias locais baseadas em serviços ambientais e envolver comunidades no cuidado e na proteção dos recursos naturais. A cartilha, ao viabilizar esse tipo de ação via emendas parlamentares, amplia o alcance territorial da política de restauração ambiental.

3.12 Apoio a gestão florestal sustentável

O manejo sustentável dos recursos florestais representa uma estratégia essencial para a conservação da biodiversidade, a geração de renda em comunidades tradicionais e a

redução das emissões de gases de efeito estufa. Compreendendo a importância desse tema, a Cartilha de Emendas Parlamentares 2025 inclui, sob coordenação do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), o projeto “Apoio à Gestão Florestal Sustentável”, voltado à ampliação da capacidade institucional dos entes subnacionais no uso e conservação das florestas públicas e privadas.

A proposta contempla ações voltadas à estruturação de viveiros de mudas nativas, capacitação em sistemas de manejo florestal comunitário, monitoramento do uso da terra e assistência técnica para a elaboração de planos de manejo florestal sustentável (PMFS). Além disso, inclui apoio à implantação de cadeias produtivas florestais baseadas em produtos não madeireiros, como sementes, resinas, óleos e fibras.

Esse projeto é especialmente relevante para municípios da Amazônia Legal, onde há grande extensão de florestas públicas passíveis de uso sustentável, bem como para regiões da Caatinga e do Cerrado, onde práticas extrativistas tradicionais vêm sendo ameaçadas pela expansão do desmatamento e da monocultura. A atuação do SFB, neste contexto, é estratégica para fortalecer as bases técnicas e operacionais da economia florestal comunitária.

A elegibilidade de propostas por meio de emendas parlamentares amplia a possibilidade de acesso de pequenos municípios e associações comunitárias a recursos que, historicamente, ficaram restritos a programas centralizados. A cartilha estabelece critérios técnicos claros, inclusive exigindo que as ações estejam alinhadas com a legislação florestal vigente e com o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR).

Entretanto, o sucesso do projeto depende da articulação com instituições de pesquisa, órgãos ambientais estaduais e entidades representativas locais. A gestão florestal sustentável exige conhecimento técnico especializado, monitoramento contínuo e mecanismos eficazes de controle social, o que pode representar um desafio para contextos de baixa estruturação institucional.

Ainda assim, trata-se de um projeto com elevado potencial de impacto, pois combina conservação ambiental com inclusão produtiva e valorização dos conhecimentos tradicionais. A cartilha, ao fomentar essa vertente, contribui para uma reorientação estratégica da política florestal brasileira, com base na descentralização e na justiça ambiental.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise crítica da Cartilha de Emendas Parlamentares 2025, proposta pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, revelou um esforço consistente de qualificação técnica e temática da distinção de recursos orçamentários descentralizados para o enfrentamento da crise ambiental no Brasil. A estruturação da cartilha em doze eixos temáticos distribuídos entre os órgãos e secretarias especializadas permite aos parlamentares a indicação de emendas mais alinhadas às políticas públicas nacionais e, ao mesmo tempo, mais próximas das realidades territoriais dos municípios.

Os projetos apresentados abrangem áreas estratégicas como educação ambiental, recursos hídricos, mudança do clima, gestão urbana, povos tradicionais, restauração ecológica e bioeconomia. Cada um deles representa uma oportunidade concreta de articulação entre planejamento territorial, justiça ambiental e fortalecimento institucional local. Além disso, a ênfase na participação social, na valorização dos saberes locais e na integração multiescalar sinaliza avanços em relação a modelos anteriores de destinação de emendas parlamentares, historicamente marcados pela dispersão temática e baixa efetividade territorial.

Contudo, a cartilha ainda apresenta desafios significativos quanto à aplicabilidade dos projetos, especialmente nos municípios com baixa capacidade técnica, ausência de corpo técnico qualificado ou dificuldade de articulação institucional. A falta de vínculo obrigatório com instrumentos de planejamento como os planos diretores, planos de saneamento, zoneamentos ecológico-econômicos e estratégias de adaptação climática também pode comprometer a integração das ações às políticas públicas locais.

Para que a cartilha se consolide como um instrumento efetivo de planejamento territorial em tempos de crise, será necessário o fortalecimento da cooperação técnica entre os entes federativos, a ampliação de programas de capacitação voltados a gestores municipais e organizações da sociedade civil, bem como o monitoramento contínuo da execução e dos resultados de emendas.

Assim, conclui-se que a Cartilha de Emendas Parlamentares de 2025 constitui marco relevante para a reorientação estratégica da política ambiental descentralizada no Brasil. Ela oferece não apenas diretrizes técnicas, mas também uma oportunidade política para que os parlamentares e os territórios priorizem ações estruturantes e ambientalmente responsáveis, fundamentais diante da emergência climática que o país atravessa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do clima. **Cartilha de Emendas Parlamentares 2025**. Brasília: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/governanca/cartilha-parlamentar-2025.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D8972.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. **Portaria GM/MMA nº 834, de 9 de novembro de 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-publica-lista-de-70-municipios-prioritarios>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ROLNIK, R. **Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças**. São Paulo: Boitempo, 2015.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

SCARLATO, F. C.; MOURA, A. C. C. de. **Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, v. 10, n. 1, p. 59-78, 2021.

CONTRADIÇÕES DO PLANEJAMENTO URBANO EM ANANINDEUA (PA): IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA MACRODRENAGEM DO RIO MAGUARI-AÇÚ

Romário Paixão Pena

Graduando do curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará

Belém, Pará, Brasil

romariopena673@gmail.com

Rayssa Geovana da Silva Gomes

Graduanda do curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará

Belém, Pará, Brasil

rayssagegomes@gmail.com

Áthila Lima Kzam

Docente do curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará

Belém, Pará, Brasil

athila.kzam@ifpa.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1754-9289>

RESUMO

Examina os impactos socioambientais da macrodrenagem da bacia do rio Maguari-Açú, em Ananindeua (PA), destacando as contradições entre o planejamento urbano burocrático e as transformações vividas pelas populações locais. Parte-se da hipótese de que a obra, ainda que tecnicamente orientada à atenuação de alagamentos, tem proporcionado efeitos socioambientais adversos, notadamente na área da Radial Norte, ratificando o descompasso entre o discurso técnico e realidade espacial. Do ponto de vista metodológico realiza uma abordagem multiescalar e geossistêmica, com a utilização de imagens dos satélites LandSat (2008, 2021, 2023 e 2024) processadas no QGIS, registros fotográficos e trabalho de campo, além de consulta a dados oficiais e bibliografia especializada. Os resultados revelam expansão urbana desordenada e desmatamento em áreas próximas ao leito do rio, agravando vulnerabilidades socioambientais. Conclui-se que a intervenção tem reforçado desigualdades, ao priorizar a lógica técnica em detrimento das dinâmicas socioespaciais locais

Palavras-Chave:

Vulnerabilidade

socioambiental;

Expansão urbana;

Geotecnologias.

CONTRADICTIONS OF URBAN PLANNING IN ANANINDEUA (PA): SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE MACRODRAINAGE OF THE MAGUARI-AÇÚ RIVER

ABSTRACT

This study examines the socio-environmental impacts of the macro-drainage of the Maguari-Açú river basin in Ananindeua (PA), highlighting the contradictions between bureaucratic urban planning and the transformations experienced by local populations. The hypothesis is that the project, although technically oriented towards flood mitigation, has caused adverse socio-environmental effects, notably in the Radial Norte area, confirming the mismatch between technical discourse and spatial reality. From a methodological point of view, it takes a multi-scale and geosystemic approach, using images from LandSat satellites (2008, 2021, 2023 and 2024) processed in QGIS, photographic records and fieldwork, in addition to consulting official data and specialized bibliography. The results reveal disorderly urban expansion and deforestation in areas close to the riverbed, aggravating socio-environmental vulnerabilities. It is concluded that the intervention has reinforced inequalities, by prioritizing a logical technique to the detriment of local socio-spatial dynamics.

Keywords:

Socio-environmental vulnerability;
Urban expansion;
Geotechnologies.

1 INTRODUÇÃO

A cidade sempre manteve relações complexas com a sociedade em seu conjunto, incluindo sua composição, funcionamento e elementos constituintes. Conforme descreve Lefebvre (2008, p. 51) “a cidade muda quando muda a sociedade no seu conjunto”. No caso do espaço amazônico, as mutações na sociedade ocorreram de forma veloz nas últimas décadas e, conseqüentemente, alteraram a dinâmica das cidades.

A sociedade amazônica passou por uma grande transformação em um intervalo de tempo relativamente curto. Loureiro (2014, p. 22) aponta que “o homem natural da Amazônia vivia, secularmente, à beira dos rios e igarapés em uma profunda articulação com a natureza, sendo a água o elemento definidor da cultura dessas populações”. Porém, o avanço das novas frentes econômicas alterou essa articulação e, como apresenta Becker (2013, p. 17), os “núcleos urbanos foram elementos intrínsecos” a esse processo.

Em 1950 a taxa de urbanização dos estados da região Norte do Brasil era muito pequena. No caso do estado do Pará, 29,7% da população era considerada urbana na época. Hoje o percentual está em 75,2% (IBGE, 2022). Nesse contexto de grandes transformações “são as regiões metropolitanas que absorvem a maior parte dos novos urbanos” (SANTOS, 2002, p. 124). Ananindeua, integrante da Região Metropolitana de Belém (RMB), exemplifica a complexidade e velocidade dessas mutações o que inquieta geógrafos, engenheiros, arquitetos e demais profissionais interessados na compreensão de suas dinâmicas.

Entre 1970 e 2024, o município de Ananindeua conheceu um significativo crescimento demográfico, ratificando o impetuoso processo de urbanização. De um núcleo

urbano incipiente, com rarefeita densidade populacional, Ananindeua converteu-se no segundo município mais populoso do Pará com 507.838 habitantes (IBGE, 2024), o quarto da região Norte e o 46º do Brasil, fruto de uma combinação de fatores que envolve fluxos migratórios, dilatação da malha urbana de Belém e da reconfiguração do espaço metropolitano. Logo, tal acréscimo populacional expõe densas implicações socioespaciais, de maneira especial à infraestrutura urbana, acesso a serviços públicos e ocupação desordenada do solo.

Nesse contexto surge a necessidade de melhoria do saneamento básico. O próprio Plano Diretor de Ananindeua (PDA) de 2006 estabeleceu a necessidade de Macro drenagem da bacia do rio Maguari-Açú. Porém, é a partir dessa grande obra que surge a problemática que norteia o presente artigo: de que maneira essa intervenção reflete as contradições entre o discurso técnico do desenvolvimento urbano e as transformações concretas no espaço vivido pelas populações locais.

Nossa hipótese é que as obras de macro drenagem do rio Maguari-Açú, embora tecnicamente planejada no PDA, tem gerado efeitos socioambientais, especificamente no trecho do rio Maguari, no perímetro denominado Radial Norte (inaugurado em 2022) que revelam uma incongruência entre o planejamento urbano burocrático e as dinâmicas socioambientais experimentadas pelas comunidades locais.

Assim, o objetivo geral do artigo é analisar os impactos socioambientais e urbanísticos provocados pela obra de macro drenagem da bacia do rio Maguari-Açú, destacando as contradições entre o planejamento urbano institucional e as transformações no cotidiano das populações afetadas.

2 METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico procuramos realizar uma abordagem multiescalar e integrada, tendo por base técnicas de sensoriamento remoto à análise multitemporal da cobertura vegetal da área de estudo. Ademais, foram utilizados registros dos satélites LandSat 5 (2008) e LandSat 8 (2017, 2021 e 2024), processados no *software* QGIS a fim de indicar áreas desmatadas em razão da pavimentação asfáltica e da expansão urbana. O exame das imagens orbitais foi complementado por um trabalho de campo e a realização de registros fotográficos, o que permitiu legitimar visualmente as ocupações e as alterações na paisagem, especialmente em zonas situadas a menos de 20 metros da calha do rio.

No que concerne ao referencial teórico, partimos da análise geossistêmica ancorados nas proposições de Bertrand (1971), Ross (1995) e Silva (2022), o que em nosso entendimento permite a integração entre elementos naturais e sociais do território. Ademais, procedemos a coleta de dados em órgãos oficiais, a exemplo do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), acompanhada da literatura pertinente acerca das alterações espaciais onde destacam-se Santos (1994; 1995; 2002) e Porto-Gonçalves (2024).

3 UMA URBANIZAÇÃO ACELERADA E SEM CIDADANIA

A cidade de Ananindeua-PA localiza-se na microrregião de Belém e mesorregião metropolitana de Belém. Encontra-se no nordeste do estado, e possui 507.838 habitantes (IBGE, 2024), deste total, cerca de 99.69% estão em zona urbana. Conforme consta no PDA de 2006, os limites municipais são: ao norte, oeste e sul, limita-se com Belém; a Leste, limita-se com Benevides, Marituba e Santa Bárbara, conforme destaca a figura 1.

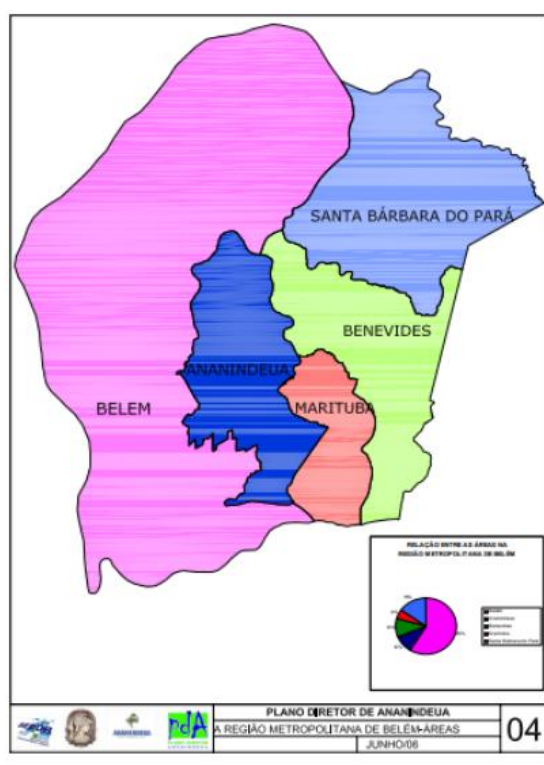


Figura 1: Mapa de localização de Ananindeua-PA.

Fonte: Plano diretor do município de Ananindeua, 2006.

A evolução do tecido urbano em Ananindeua está diretamente vinculada à processos históricos ligado à expansão da região metropolitana de Belém. A partir da segunda metade

do século XX, houve uma intensificação da infraestrutura e incentivos intensificação de obras de infraestrutura e os incentivos à habitação popular impulsionaram profundas mudanças na organização do espaço urbano do município, dando início a dinâmicas que ainda hoje repercutem nas formas de ocupação e nos padrões de segregação socioespacial. Nesse contexto, destaca-se que:

“A partir da década de 1960, Ananindeua vivencia grandes transformações no seu território em razão da implantação da Rodovia Belém-Brasília e pela implementação do Sistema Financeiro de Habitação (SFH), do Banco Nacional de Habitação (BNH) e das Companhias de habitação (COHABS), os quais marcaram um acelerado processo de expansão urbana em Belém, que se estendeu para o território de Ananindeua, caracterizado por um intenso processo de favelização, pela constituição de loteamentos irregulares e por invasões de áreas públicas e privadas” (Silva, 2022, p. 49).

O município de Ananindeua em meados da década de 1970, com a institucionalização das regiões metropolitanas, passou a fazer parte da região metropolitana de Belém-RMB, instalando-se o Distrito Industrial de Ananindeua. Esses vetores de expansão horizontal foram estimulados a partir da localização de novos empreendimentos industriais e principalmente dos primeiros conjuntos habitacionais, cuja ideologia da casa própria dos governos militares, foi responsável por atrair um significativo número de pessoas para essas áreas (TRINDADE JR., 1998).

O Plano Diretor de Ananindeua, instituído pela Lei nº 2.237/2006, reconhece, em seu artigo 16, a importância da mobilidade urbana sustentável, prevendo intervenções no entorno do rio que deveriam aliar transporte, acessibilidade e preservação ambiental. No entanto, o que se observa é que as referidas diretrizes carecem de efetiva aplicação. A Radial Norte, ao contrário de assumir seu propósito como eixo integrador, tem se configurado como vetor da expansão urbana desordenada, estimulando a especulação imobiliária e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, sem a correspondente implementação de infraestrutura urbana e dispositivos de controle socioambiental.

A Figura 2 indica a área de estudo em questão e o resultado da crescente urbanização na margem do rio, que avança sobre zonas ecologicamente sensíveis, como planícies de inundação e matas ciliares. A espacialização evidencia que a malha viária implantada na região atuou como catalisadora da ocupação desordenada do território, anulando o papel ecológico dos sistemas naturais.

Conforme Cardoso, Souza e Santos (2019, p. 14), “basta ver que os impactos ambientais ocorrem devido a degradação das diferentes paisagens”. O que se observa não é apenas a urbanização física da paisagem, mas também interrupção dos processos ecológicos naturais que, em condições adequadas, exerceriam funções indispensáveis na regulação dos ciclos hidrológicos e climáticos locais. Como apontam Costa *et al.* (2020), ao tratar o rio como obstáculo técnico a ser canalizado e os elementos naturais como barreiras ao progresso, os projetos urbanos terminam por produzir cenários de vulnerabilidade e precarização ambiental.

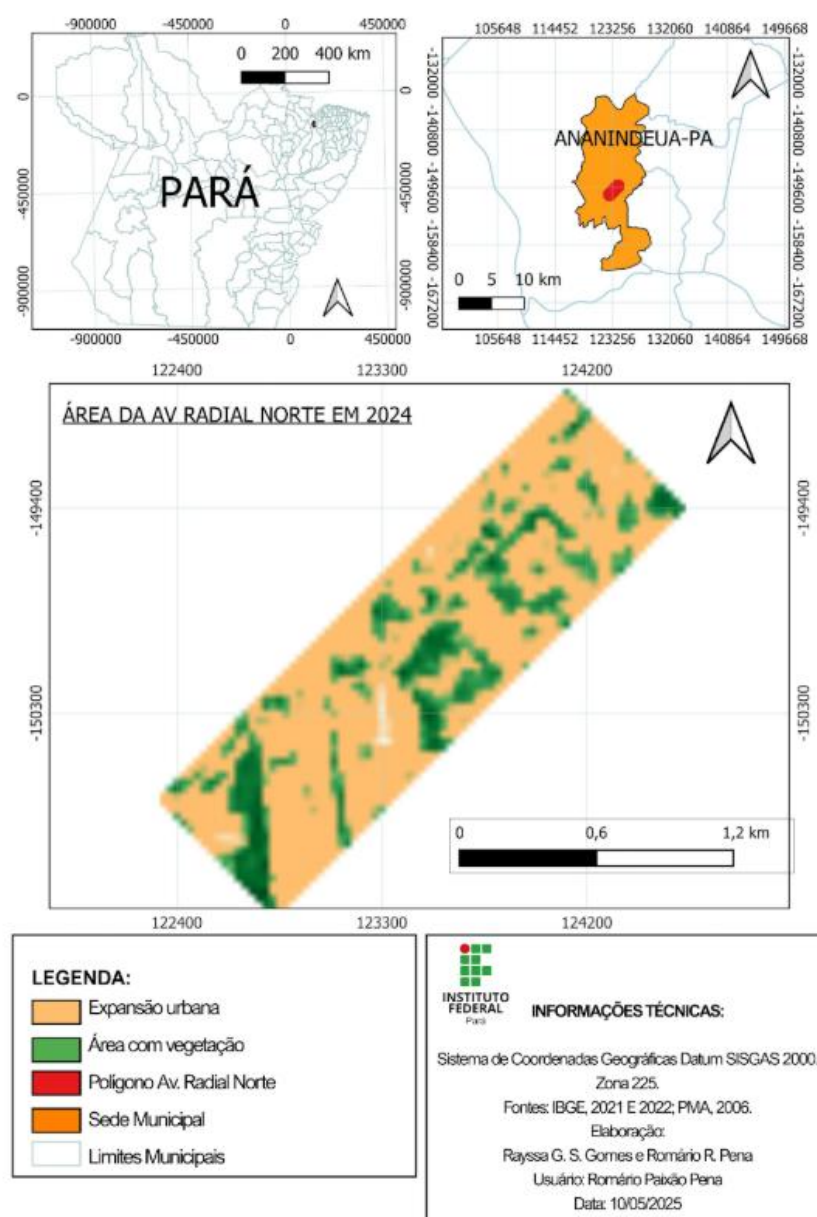


Figura 2: Uso e cobertura do solo na Av. Radial Norte, Ananindeua-PA (2024).

Fonte: Autoria própria, 2025.

O modelo de urbanização das cidades amazônicas não é um fenômeno moderno e exclusivo do município de Ananindeua, este possui raízes históricas e políticas que refletem em seu território até os dias atuais. A partir da leitura do PDA é possível notar o dilema entre desenvolvimento e conservação ambiental.

As obras feitas refletem um planejamento do território feito sem considerar os impactos aos ecossistemas e comunidades na região, resultando em uma forte desigualdade socioespacial, como destaca Porto-Gonçalves (2024, p. 112):

Cresce o fenômeno das invasões coletivas, seja na área central ainda sem edificações, seja na periferia, em áreas sem nenhuma infraestrutura. Verticaliza-se a área central e cresce horizontalmente a periferia. Ampliam-se os problemas sociais e ambientais: ocupação de áreas alagadas, de periferias desequipadas, transporte precário, condições sanitárias insalubres, falta de água tratada e de esgoto, coleta e tratamento de lixo incipientes (GONÇALVES, P. 112, 2024).

Os dados do Censo Demográfico dos anos de 2010 e 2022 (tabela 1) sobre os aglomerados subnormais em Ananindeua, que se refere ao um conjunto de, no mínimo, 51 unidades residenciais precárias (IBGE, 2010), revelam uma ampliação significativa – aproximadamente 19,5% do número de domicílios ocupados em áreas marcadas pelo uso informal do espaço urbano.

Tabela 1: Expansão desordenada.

Censo Demográfico 2010 e 2022 - Aglomerados Subnormais		
Município	Setores censitários em aglomerados subnormais	
	Número de domicílios particulares ocupados	População residente em domicílios particulares
Ananindeua 2010	76 770	288 611
Ananindeua 2020	91 706	288 081

Fonte: IBGE, 2010; 2022.

Ainda que tenha ocorrido uma leve redução populacional, de 288.611 para 288.081 habitantes, o aumento no número de unidades habitacionais evidencia um processo de adensamento horizontal nas imediações do tecido urbano, indicando que a precarização se

territorializa justamente nas franjas da cidade, alimentando um ciclo de desigualdade e degradação socioambiental.

A figura 3 exprime os efeitos de um modelo de urbanização acelerada, marcado pela ausência do Estado e precariedade da infraestrutura urbana. O acúmulo de resíduos sólidos, as habitações improvisadas construídas em área de risco, escancaram as contradições de uma cidade que avança em obras de mobilidade e pavimentação, mas negligência o acesso básico ao saneamento e à moradia digna. Essa urbanização sem cidadania relega milhares de moradores à informalidade e ao abandono, tornando o espaço urbano um território de desigualdades estruturais, onde a paisagem natural e social é degradada em nome de um “progresso” que não contempla todos (Silva, 2022).



Figura 3: Degradação Ambiental.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Em consonância com Costa *et al.* (2020), a presença de unidades residenciais inadequadas ao longo de toda a extensão do rio está diretamente associada à insuficiência dos sistemas de saneamento, à fragilidade das condições habitacionais e à retirada de cobertura arbórea. Esses fatores não apenas comprometem a integridade do meio ambiente e o bem-estar da população, mas também contribuem para a intensificação de fenômenos urbanos como ilhas de calor, alagamentos recorrentes e degradação da paisagem. Além disso, esse arranjo espacial fragilizado tende a estar correlacionada com o aumento da violência urbana, à medida que reflete a ausência do Estado e a desestruturação social em territórios marcados pela informalidade e exclusão.

O que se observa é um padrão recorrente em que, diante da presença de um curso d'água, é implementada uma rede de canais, acompanhada da abertura de vias de acesso. Em

seguida, inicia-se um processo de ocupação informal nas adjacências, consolidando assentamentos irregulares ao longo do tempo (COSTA *et al.*, 2020, p. 266).

Os projetos de intervenção e desenvolvimento de cidades amazônicas, são sobretudo um modelo de desenvolvimento urbano dissociado do planejamento ambiental e da justiça social voltados à lógica do capital, promovendo a reestruturação do espaço em função de suas “necessidades produtivas” (SANTOS, 2006, p. 228). Estes ignoram os limites e potencialidades dos geossistemas, como planícies de inundações, áreas de várzea e matas ciliares do rio, como constatado nas transformações da paisagem de Ananindeua.

Sendo assim, é possível observar um processo violento de apropriação do território, tal como observado na figura 4, que permite visualizar de forma clara e progressiva o processo de transformação da paisagem na área de estudo, pois para Ross (1995, p.18) “a intensidade de troca de energia e matéria ao longo do tempo e do espaço é, em última análise, a responsável pela diversidade fisionômica dos ambientes naturais.

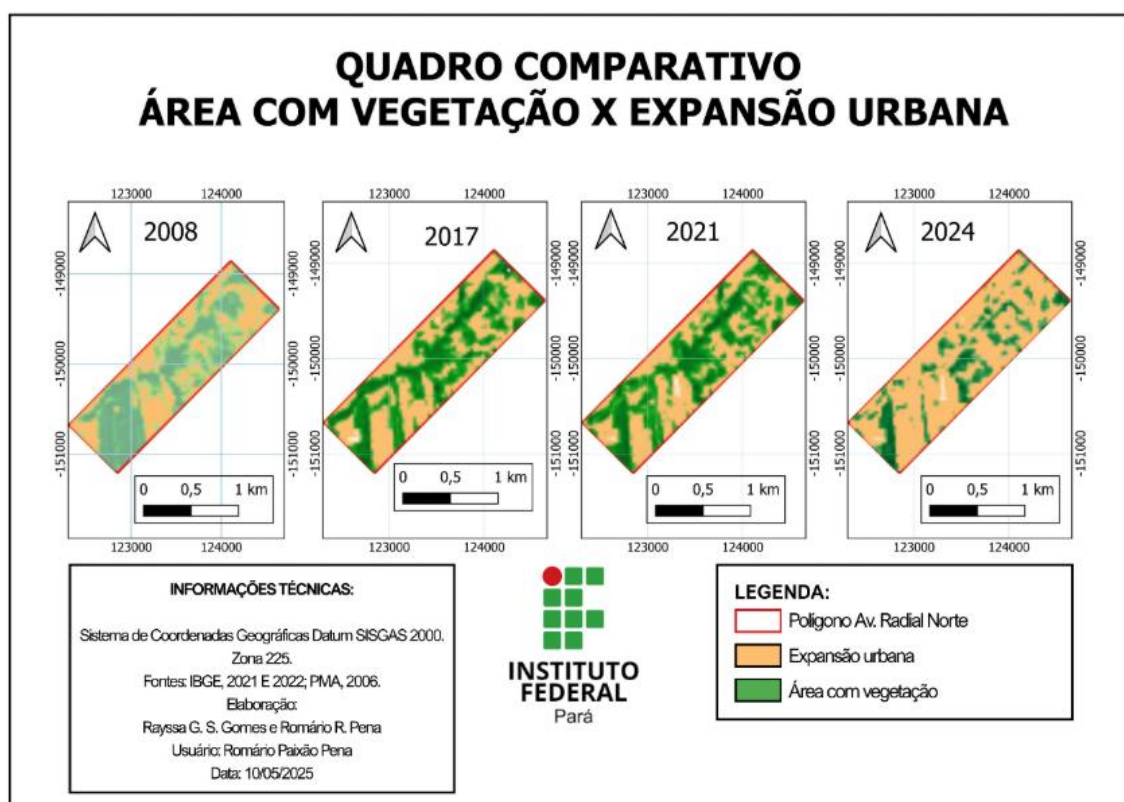


Figura 4: Modificações na paisagem ao longo dos anos.

Fonte: Próprio autor, 2025.

A organização do espaço urbano salienta o desarranjo entre o planejamento institucional e a evolução do território real. A pavimentação de vias atrai o capital imobiliário, e ainda expõe as populações mais vulneráveis que ficam excluídas do mercado formal de

habitação, à ocupação nos limites do rio em condições precárias. São assentamentos que surgem fora da supervisão do poder público, em áreas de risco geotécnico e sanitário, onde as funções ecológicas da paisagem são comprometidas e a vulnerabilidade socioespacial se intensifica.

Nesse contexto, é essencial considerar que, como definiu Bertrand (1971, p. 2), a paisagem é “o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”. Ignorar essa complexidade no processo de planejamento urbano significa aprofundar as desigualdades e comprometer a resiliência dos sistemas naturais e sociais.

Essa vulnerabilidade, segundo a abordagem geográfica, não é apenas uma condição natural, mas uma construção social e política. A ausência de saneamento básico, a fragilidade das moradias, a falta de equipamentos urbanos e o distanciamento dos centros decisórios revelam um padrão de exclusão estrutural. Santos e Souza afirmam que:

“A má distribuição desses serviços e a precariedade das condições socioeconômicas favorecem, sobremaneira, a degradação dos recursos naturais, repercutindo negativamente na qualidade de vida de seus moradores e no uso/ocupação e exploração dos recursos naturais” (SANTOS E SOUZA, 2011. p. 87.).

As populações expostas não apenas aos eventos extremos, como enchentes e deslizamentos, e ainda ao desleixo cotidiano das políticas públicas, tornam-se parte do que Milton Santos (2011, p. 119) denominou de “espaço sem cidadãos”, sujeitos submetidos a uma urbanização sem direitos plenos.

Além disso, a paisagem é fortemente transformada a partir do processo acelerado de valorização e ocupação das margens do rio Maguari-Açú, evidenciando a presença crescente de empreendimentos residenciais, comerciais e religiosos, além de anúncios de venda de terrenos e imóveis.

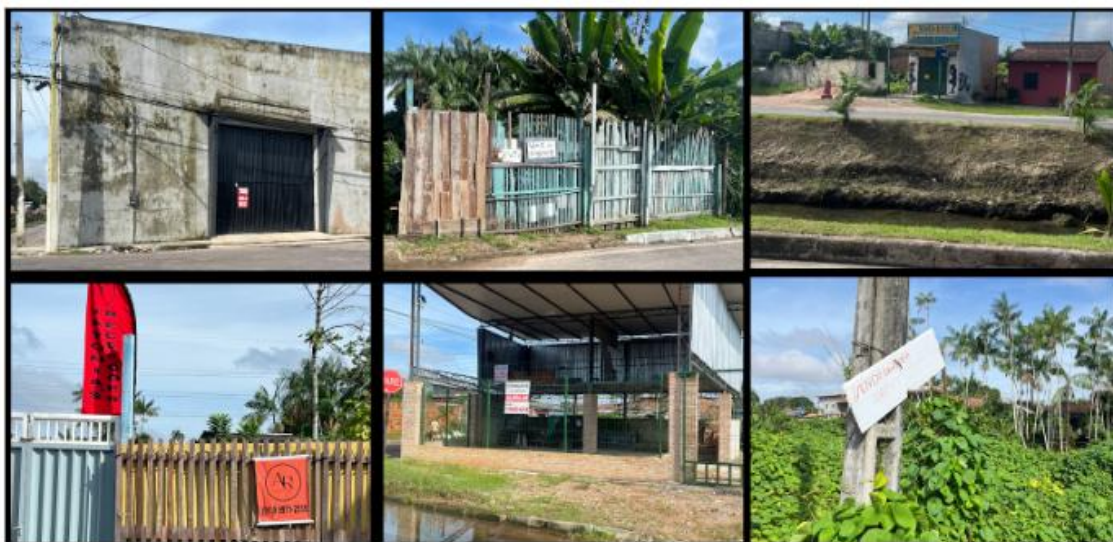


Figura 5: Especulação imobiliária na margem do Rio.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Esses registros confirmam a intensificação da especulação imobiliária após a pavimentação da Radial Norte, transformando áreas com significativa vegetação em local de compra e venda de lotes de terrenos. A proliferação de placas de “vende-se” e “aluga-se” demonstra a lógica da mercantilização do território, onde a urbanização avança em ritmo acelerado, sem o devido ordenamento e controle ambiental.


A ausência de planejamento contribui para a ocupação irregular de áreas de preservação permanente, muitas vezes com estruturas precárias, mas também para a consolidação de empreendimentos com fins lucrativos, que passam a disputar espaço com os moradores tradicionais. O resultado é uma paisagem em constante transição, marcada por contrastes socioespaciais e pela ausência de justiça territorial, contribuindo para a ausência de saneamento básico.

4 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico, segundo a Lei nº 11.445/2007, compreende um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. No contexto amazônico, essas funções ganham contornos ainda mais urgentes diante da vulnerabilidade socioambiental de áreas urbanizadas em desacordo com os limites naturais dos ecossistemas. Na perspectiva crítica e ambiental, o saneamento deve ser tratado como um direito

fundamental e um instrumento de promoção da saúde pública, da justiça ambiental e da qualidade de vida.

Tabela 2: Indicadores de atendimento dos serviços de saneamento básico urbano no município de Ananindeua-PA.

<div><div>MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO - SINISA Módulo Esgotamento Sanitário Indicadores de Atendimento Ano de referência 2023 Data de publicação original: 12/03/2025; Revisão em: 01/04/2025.</div></div>							
Código do IBGE	Macrorregião	Município	UF	Sigla	Atendimento da população total com rede coletora de esgoto	Atendimento dos domicílios totais com rede coletora de esgoto	Atendimento dos domicílios totais com coleta e tratamento de esgoto
					Percentual	Percentual	Percentual
cod_IBGE	Macrorregião	Município	UF	CAD0006	IES0001	IES0004	IES0007
1500800	Norte	Ananindeua	PA	COSANPA; PMA	37,39	21,88	5,21

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), 2024.

A Tabela 2 expressa de forma objetiva a debilidade dos serviços de saneamento básico urbano no município de Ananindeua, revelando a exclusão histórica de amplos setores da população amazônica dos direitos fundamentais à água potável, ao esgotamento sanitário e à infraestrutura urbana básica, corroborando com o que Becker (2003, p. 288) afirma sobre o “paradoxo abundância do recurso” versus “inacessibilidade social” vivido na Amazônia, pois apesar da maior parte das cidades amazônicas estarem vinculadas à lógica dos rios, o abastecimento e o saneamento são os problemas mais acentuados na Amazônia brasileira (Gusmão et al.,2020).

Esses dados evidenciam a distância entre o que prevê a legislação urbanística e a realidade vivida nas periferias amazônicas, onde, segundo Costa e Rosa (2017), são recorrentes os conflitos e contradições entre a população e o ambiente. Ademais, trata-se de um cenário que denota a contraversão sistemática de direitos socioambientais, especialmente quando se considera que os rejeitos não tratados acabam sendo despejados diretamente nos corpos d'água, agravando os processos de degradação ambiental e comprometendo a saúde pública.



Figura 6: Rio urbano: entre a técnica e o cotidiano.

Fonte: Autoria própria, 2025.

A Figura 6 remonta o cenário encontrado no entorno do rio, evidenciando uma dualidade marcante: de um lado, o rio canalizado e margeado por vias asfaltadas representa a apropriação técnica da paisagem natural como parte da infraestrutura urbana; nota-se sua permanência como elemento funcional no cotidiano da comunidade, que o utiliza para atividades como pesca, coleta de água ou mesmo banhos esporádicos, revelando uma convivência com o rio que ultrapassa a lógica meramente técnica.

Essa situação reflete o modelo de gestão urbana amplamente adotado nas cidades amazônicas, em que o rio urbano é absorvido pela malha de saneamento básico e assume prioritariamente a função de escoamento de esgoto, perdendo seu caráter ecológico e simbólico original. Conforme enfatiza Costa et al., (2020, p. 266) “o rio perde o seu caráter ambiental, e se torna um elemento integrante de um sistema técnico”, sendo reduzido a parte da engenharia que ignora suas dinâmicas naturais, como a sazonalidade das cheias, a vegetação ciliar e os ciclos hidrológicos (Costa et al., 2020). Essa lógica evidencia a ausência de um ordenamento territorial com enfoque realmente integrado, capaz de articular as dimensões econômica, urbana, ambiental e hidrográfica de forma sistêmica e plurissetorial, como propõem Rodriguez e Silva (2018, p.269) em sua abordagem.

Essa ambivalência expõe os limites de um modelo de saneamento que prioriza a operacionalidade da drenagem urbana sem garantir, de fato, o acesso universal à água tratada e ao esgotamento sanitário. A presença de moradores no leito do rio, mesmo diante da ausência de tratamento de esgoto, ilustra a persistência de vínculos culturais e de subsistência com os recursos hídricos, revelando que o rio, embora reduzido a canal de escoamento na

lógica da engenharia urbana, ainda cumpre um papel vital na reprodução social das comunidades amazônicas.

Esse contraste explicita a insuficiência de políticas públicas integradas que reconheçam o rio como sujeito da paisagem, e não apenas como infraestrutura técnica. Nesse sentido, torna-se fundamental repensar a forma como o espaço urbano é planejado, valorizando o conhecimento local e as dinâmicas horizontais dos territórios, em contraponto às imposições verticais e centralizadoras típicas da lógica globalizada (SANTOS, 1994, 1995).

Esse cenário evidencia a falência de políticas públicas integradas de saneamento, que deveriam conciliar infraestrutura técnica com reconhecimento dos saberes locais e das práticas sociais. A permanência dessas relações com o rio também evidencia as contradições entre o projeto de cidade formal, voltado à mobilidade e ao ordenamento, e a cidade real, marcada pela resistência e pela funcionalidade múltipla dos corpos hídricos em territórios de vulnerabilidade socioespacial.

Quando se trata do planejamento e da gestão de problemas ambientais urbanos, no que se refere particularmente às bacias e aos rios urbanos, as políticas desenvolvidas nas áreas metropolitanas se tornaram um modelo para a ação pública nas cidades amazônicas. Nesse modelo, o rio urbano é incorporado ao sistema de saneamento básico, assumindo prioritariamente a função de esgoto. Assim, a canalização dos rios urbanos e o aterramento das planícies de inundação se constituem em ações voltadas para solucionar os problemas de drenagem, esgoto, habitação e mobilidade simultaneamente (Costa et al., 2020).

Nesta dimensão, o rio perde sua condição de componente ambiental e é ressignificado como um elemento funcional de um sistema técnico, cujas demandas por parte da sociedade civil e as soluções implementadas pelo poder público o tratam prioritariamente como parte de uma infraestrutura de engenharia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do processo de urbanização de Ananindeua revela uma dinâmica complexa, marcada por um crescimento acelerado impulsionado pela proximidade com Belém e pela sua integração à região metropolitana. Apesar da existência de instrumentos legais de planejamento, como o PDA (2006), a pesquisa aponta para uma significativa distância entre as intenções planejadas e os resultados observados no território, com consequências socioambientais relevantes.

A comparação da área do braço do Rio Maguari, utilizando ferramentas de geoprocessamento, evidencia uma drástica redução da cobertura vegetal, estimada em 70%

entre 2008 e 2024, especialmente após a inauguração da Avenida Radial Norte em 2022. Este cenário de perda de área verde, associado à consolidação de moradias irregulares e empreendimentos na região, sugere uma alteração ambiental de caráter possivelmente irreversível.

Ademais, a problemática dos aglomerados subnormais em áreas de alagados, onde a ausência de saneamento básico expõe a população a riscos de saúde, é corroborada pelos elevados números de domicílios em favelas apontados pelo Censo de 2022 do IBGE.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de uma reflexão crítica sobre a efetividade do planejamento urbano em Ananindeua frente às dinâmicas socioambientais concretas. A pesquisa demonstra a urgência de integrar de forma mais eficaz as dimensões ambientais e sociais no processo de desenvolvimento urbano, buscando alternativas que conciliem o crescimento da cidade com a preservação de seus recursos naturais e a garantia de qualidade de vida para toda a sua população. A análise da incongruência entre o planejado e o experimentado no caso do Rio Maguari e da expansão urbana serve como um alerta para a necessidade de um planejamento mais sensível às dinâmicas locais e com maior capacidade de antecipar e mitigar os impactos socioambientais de grandes intervenções.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de uma reflexão crítica sobre a efetividade do planejamento urbano em Ananindeua frente às dinâmicas concretas de ocupação do território. Por conseguinte, ressalta-se a importância do ordenamento territorial como instrumento de mediação entre as demandas do crescimento urbano e a preservação dos recursos naturais, sobretudo em áreas de bacia hidrográfica. A leitura da paisagem a partir da perspectiva geossistêmica (BERTRAND, 1971; ROSS, 1995; SILVA, 2022) permite compreender a interdependência entre os elementos físicos e sociais do território, contribuindo para uma abordagem mais integrada e eficiente do planejamento urbano e ambiental.

A integração da análise geoespacial com uma abordagem geossistêmica possibilita o reconhecimento dos territórios como sistemas complexos e dinâmicos, cuja apropriação exige sensibilidade às interações entre a base natural e as práticas sociais. Como apontam Rodriguez, Silva e Leal (2011), a gestão territorial eficaz requer o conhecimento dos processos ecológicos e a valorização das especificidades locais, em contraponto à lógica fragmentada e verticalizada imposta por grandes projetos urbanos. Assim, a incongruência entre o planejado e o vivido no caso do rio Maguari-Açú torna-se um alerta para a urgência

de se pensar o espaço urbano amazônico com base em novas formas de planificação, capazes de promover justiça territorial e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ANANINDEUA. Lei nº 2.237/06, de 6 de outubro de 2006, institui o **Plano Diretor do Município de Ananindeua** e dá outras providências. Ananindeua, 2006. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-ananindeua-pa>. Acesso em 10 de maio de 2025
- BECKER, Bertha. **A Urbe Amazônica: a floresta e a cidade**. Rio de Janeiro: Garamond Universitária, 2013.
- BECKER, Bertha. **Inserção da Amazônia na geopolítica da água**. In: ARAGÓN, L. E & CLUSENER-GODT, M. (orgs.) Problemática do uso local e global da água da Amazônia. Belém: NAEA/UFPA/UNESCO. 2003.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, 1971, p. 1-27.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.036, de 11 de maio de 1990, e nº 8.666, de 21 de junho de 1993; e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 10 maio 2025.
- CARDOSO, L. S.; SOUZA, R. N.; SANTOS, V. C. **Uso e alterações socioambientais no território quilombola da Vila do Cacau**, Colares-PA. 1.ed. – Ananindeua: Itacaiúnas, 2019, Disponível em: https://editoraitacaiunas.com.br/wp-content/uploads/2019/10/ebook_uso_alteracoes_socioambientais_final.pdf? Acesso em: 10 de maio de 2025.
- COSTA, Francisco Emerson Vale; SOARES, Daniel Araújo Sombra; BRASIL, Antônio de Pádua de Mesquita dos Santos; SILVA, Sérgio Luís Barbosa da; RODRIGUES, Vanderson Viana; CYRUS, Ana Rosa Calado; URBANO, Francisco Wagner; PEREIRA, Sâmmylla Cyndy de Oliveira Neves; PAZ, Mirlane Medeiros. **A complexidade da questão dos rios urbanos nas cidades amazônicas: o caso de Belém/PA**. In: RIBEIRO, Willame de Oliveira; BRASIL, Antônio de Pádua de Mesquita dos Santos; COSTA, Francisco Emerson Vale (Orgs.). **Cidades Amazônicas: formas, processos e dinâmicas recentes na região de influência de Belém**. Belém: EDUEPA, 2020, p. 240-274.
- COSTA, S. M. F.; ROSA, N. C. **O processo de urbanização na Amazônia e suas peculiaridades: uma análise do delta do rio Amazonas**. Políticas públicas & cidades, vol. 5 (2), dezembro 2017.
- GUSMÃO, Luiz; SOMBRA, Daniel.; COSTA, Francisco. **Análise dos conflitos por água no espaço agrário paraense (2013-2016)**. Sociedade e Território, Natal (RN), 2020.
- LEFEBVRE, Henri. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Centauro, 2008.
- LOUREIRO, Violeta. **Amazônia: Estado, homem, natureza**. 3. ed. Belém: Cultural Brasil, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2010). Características da população e dos domicílios. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9678&t=resultados>. Acesso em: 10 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2022). Cidades e Estados. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). Cidades e Estados. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 maio 2025.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Amazônia, Amazônias**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2024.

RODRIGUEZ, José; SILVA, Edson.; LEAL, A. C. **Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia das paisagens**. In: FIGUERÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). *Diálogos em Geografia Física*. Santa Maria: EDUFRS, 2011, p. 29-42.

RODRIGUEZ, José; SILVA, Edson. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. 3. ed. reimpr. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 370 p. (Coleção Estudos Geográficos, n. 13). ISBN 978-85-7282-478-1.

ROSS, Jurandyr L. Sanches (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

SANTOS, Jader; SOUZA, Marcos. **Impactos ambientais e riscos de ocupação na bacia hidrográfica do rio Cocó – Ceará**. In: SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo (org.). *Planejamento ambiental e bacias hidrográficas: tomo I*. Fortaleza: Edições UECE, 2011. p. 87–120.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção** / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. - (Coleção Milton Santos; 1)

SANTOS, Milton. **Os grandes projetos: sistema de ação e dinâmica espacial**. In: CASTRO, E.; MOURA, E.; MAIA, M. L. *Industrialização e grandes projetos: desorganização e reorganização do espaço*. Belém: NAEA-UFPA, 1995. p. 13-20.

SANTOS, Milton. **O País Distorcido: O Brasil, a globalização e a cidadania**. São Paulo: Publifolha, 2002.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Hucitec 1994.

SANTOS, Milton. **O Espaço da Cidadania e Outras Reflexões**. Porto Alegre: Fundação Ulysses Guimarães, 2011.

SILVA, Edson. **Geoecologia das paisagens**. Belém: Gráfica e Editora Equatorial, 2022.

SILVA, Gilmar. **Metropolização e vulnerabilidade socioespacial: dinâmicas territoriais e luta pela moradia na porção sul de Ananindeua-PA**. 2022. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/area-do-prestador-e-municipios> Acesso em: 10 maio 2025.

TRINDADE JR., S. C. **Belém: a cidade das águas**. Belém: UFPA/NAEA, 1998.

FUNDAMENTOS SOBRE A GESTÃO DA ZONA COSTEIRA E AS INTERFACES COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Yara Aguiar Alves Castro

Discente de Pós-Graduação do Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA da Universidade Federal do Maranhão

São Luís, Maranhão, Brasil

yara.castro@ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9688-057X>

Aline Alvares Melo

Professora do Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP)

São Luís, Maranhão, Brasil

aline.melo@ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9720-0516>

Leonardo Silva Soares

Professor do Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA

São Luís, Maranhão, Brasil

leonardo.soares@ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0373-2971>

Palavras-Chave:

Gestão costeira;

Agenda 2030;

Políticas públicas.

RESUMO

A zona costeira constitui um espaço estratégico de elevada relevância ecológica e socioeconômica, cuja complexidade exige abordagens específicas e integradas de gestão. Este artigo discute os fundamentos da gestão costeira sob a perspectiva da sustentabilidade, evidenciando as interfaces com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Destacam-se os ODS 6, 11, 13, 14, 15 e 17, por sua estreita vinculação a desafios críticos enfrentados nas zonas costeiras, como a degradação ambiental, a ocupação desordenada e os impactos das mudanças climáticas. Adota-se uma abordagem híbrida de revisão da literatura, combinando aspectos narrativos e sistemáticos, com análise qualitativa e foco nas contribuições teóricas e empíricas mais relevantes. A pesquisa contribui para a construção de uma base crítica sobre a gestão sustentável da zona costeira, ressaltando a necessidade de ações articuladas, governança participativa e alinhamento entre diretrizes globais e contextos locais.

FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE LAS ZONAS COSTERAS Y SUS INTERFACES CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

RESUMEN

Palabras clave:

Gestión costera;

Agenda 2030;

Políticas públicas.

La zona costera constituye un espacio estratégico de alta relevancia ecológica y socioeconómica, cuya complejidad requiere enfoques de gestión específicos e integrados. Este artículo analiza los fundamentos de la gestión costera desde una perspectiva de sostenibilidad, destacando las interfaces con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Los ODS 6, 11, 13, 14, 15 y 17 se destacan por su estrecha vinculación con los desafíos críticos que enfrentan las zonas costeras, como la degradación ambiental, la ocupación desordenada y los impactos del cambio climático. Se adopta un enfoque híbrido de revisión de literatura, que combina aspectos narrativos y sistemáticos, con análisis cualitativo y un enfoque en las contribuciones teóricas y empíricas más relevantes. La investigación contribuye a la construcción de una base crítica sobre la gestión sostenible de la zona costera, destacando la necesidad de acciones coordinadas, gobernanza participativa y alineación entre las directrices globales y los contextos locales.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira configura-se como uma das regiões mais dinâmicas e, ao mesmo tempo, mais vulneráveis do território, por abrigar uma diversidade de ecossistemas, uma expressiva parcela da população e uma variedade de atividades econômicas essenciais à subsistência de inúmeras comunidades. Essa multiplicidade de funções e interesses torna a região especialmente suscetível a intensas pressões antrópicas, o que demanda a adoção de abordagens integradas, participativas e sustentáveis de gestão.

Nesse contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), emergem como diretrizes estratégicas para orientar a formulação e a implementação de políticas públicas e práticas de governança capazes de articular, de forma sinérgica, a conservação dos recursos naturais, a promoção da justiça social e o enfrentamento das mudanças climáticas.

A presente pesquisa destaca, em especial, os ODS 6, 11, 13, 14, 15 e 17, pela estreita conexão com os principais desafios enfrentados nas zonas costeiras, tais como a degradação ambiental, a ocupação desordenada, a escassez hídrica, a perda da biodiversidade e os impactos das mudanças climáticas. Esses desafios ressaltam a necessidade urgente de ações de mitigação e a implementação de medidas de adaptação inovadoras para proteger essas regiões (Braga et al., 2020).

Com base nesse recorte, a análise busca identificar desafios, lacunas e as estratégias necessárias para alinhar os marcos normativos, os instrumentos de gestão e as práticas territoriais às metas estabelecidas pela Agenda 2030. A análise crítica dos ODS selecionados permite compreender de que maneira as metas globais podem ser operacionalizadas a partir de estratégias sustentáveis que respeitem as especificidades ecológicas, sociais e institucionais das áreas costeiras. Para tanto, reforça-se a necessidade de ações articuladas entre os diferentes níveis de governo, o setor privado, a sociedade civil, instituições científicas e organismos internacionais, com base em instrumentos eficazes de governança, planejamento, educação ambiental e participação social.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa de natureza exploratória e analítica com o objetivo de examinar os fundamentos teórico-conceituais da gestão costeira integrada à luz da sustentabilidade, e analisar criticamente suas interfaces com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU com ênfase nos ODS 6, 11, 13, 14, 15 e 17.

Para alcançar esse objetivo implementou-se uma estratégia metodológica híbrida combinando elementos da revisão narrativa e sistemática. A primeira revisão permitiu contextualizar as lacunas ambientais e institucionais da zona costeira considerando contribuições teóricas amplas sobre gestão ambiental, políticas públicas e sustentabilidade. Já na revisão sistemática foi possível garantir maior rigor na seleção de estudos baseando-se em critérios de recorte temporal (2015 a 2025) e relevância temática, com buscas realizadas em bases acadêmicas reconhecidas, como a *Web of Science*, *Scopus* e *SciELO*.

A análise do material coletado seguiu um tratamento inteiramente qualitativo, com ênfase na identificação de lacunas, desafios e estratégias relacionadas à gestão sustentável da zona costeira brasileira. A busca das informações incluiu também o exame de documentos institucionais, marcos normativos, relatórios técnicos e dados oficiais de organismos nacionais e internacionais, à semelhança do procedimento adotado por Cavalcante e Aloufa (2018) em sua análise qualitativa do gerenciamento costeiro integrado no Brasil. Essa metodologia possibilitou a construção de uma base sólida de conhecimento, fornecendo subsídios para o aprofundamento das relações entre os ODS selecionados (06, 11, 13, 14, 15 e 17) e os principais instrumentos e práticas voltados à gestão integrada e participativa das zonas costeiras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Zona costeira e os desafios da sustentabilidade

Ao longo da história da humanidade, as áreas costeiras desempenharam um papel estratégico desde os primeiros assentamentos humanos, devido à sua rica diversidade natural, à facilidade de navegação e seu alto potencial da pesca e do comércio. A sua proximidade com o mar exerce uma forte atração para uso e ocupação o que proporciona uma série de benefícios ambientais e socioeconômicos que impulsionaram o desenvolvimento de comunidades e a formação de importantes centros urbanos ao longo do tempo. Essa dinâmica impulsionou a formação de importantes aglomerados urbanos e junto a isso trouxe desafios significativos como a degradação ambiental, a vulnerabilidade a riscos naturais e a necessidade de políticas eficazes para garantir a sustentabilidade desses espaços.

É reconhecido que a ocupação do território brasileiro teve início pela faixa litorânea, impulsionada pelas grandes navegações dos séculos XV e XVI. Ao longo do tempo, a priorização de interesses econômicos em detrimento das questões ambientais tem intensificado a degradação dos ecossistemas costeiros, resultando na descaracterização progressiva dessas paisagens. Dados recentes indicam que, entre 1985 e 2021, o litoral brasileiro perdeu mais de 60 mil hectares de praias e dunas, sobretudo em função da especulação imobiliária e da urbanização desordenada (Esquer, 2022).

O processo de urbanização acelerado altera a dinâmica natural e compromete a sua sustentabilidade ao longo prazo. Isso se reflete ao longo das praias onde a poluição costeira chama atenção e gera números preocupantes. Um dado recente revelado pela Sea Shepherd Brasil demonstrou um panorama alarmante da poluição costeira, identificando resíduos plásticos em 100% das praias analisadas, com microplásticos presentes em 97% delas. Dos resíduos coletados, 91% eram plásticos, sendo a maioria itens descartáveis como tampas de garrafa (Sea Shepherd Brasil, 2023). Importante complementar que esta organização enfatiza a importância de pressionar por legislações que abordam a poluição plástica, como o PL 2524/2022, que trata da gestão de plásticos, e o PL 1874/2022, voltado à economia circular (Sea Shepherd Brasil, 2023).

Nesse contexto, a educação ambiental pode ser uma grande aliada no sentido de conscientizar a população sobre os impactos de suas ações e fomentar a participação da comunidade na construção de soluções coletivas. Ao integrar questões ambientais em programas escolares, ações comunitárias e políticas públicas é possível criar uma cultura de responsabilidade frente aos desafios ambientais de maneira consciente e engajada. Um

exemplo de entidade local interessante que se destaca por representar a Sociedade Civil no Grupo Setorial do GERCO, o Instituto Ilhabela Sustentável que tem como objetivo geral propor a aplicação dos instrumentos do Gerenciamento Costeiro do Litoral Norte, e acompanhar as demais políticas públicas que incidem sobre o território, visando o disciplinamento e a racionalização do uso dos recursos naturais da Zona Costeira (Instituto Ilhabela Sustentável, s.d.). Iniciativas como esta podem ser propagadas por mais regiões a fim de garantir um espaço mais sustentável e vigilante.

Alguns organismos internacionais demandam a adoção de ações estratégicas na promoção da sustentabilidade, ao exigir e fomentar ações preventivas voltadas à proteção dos ambientes costeiros e marinhos. Como por exemplo a Organização das Nações Unidas (ONU), a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) da UNESCO, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), entre outros. Essas instituições e iniciativas contribuem para o fortalecimento de políticas públicas, difusão de boas práticas e articulação entre países em prol de soluções integradas para o enfrentamento dos desafios ambientais.

Um marco fundamental nesse contexto foi a aprovação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada por consenso entre os membros da Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015. Neste evento, foram definidos os 17 (dezessete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, acordados entre 193 países membros da ONU. A finalidade principal desses objetivos é estabelecer uma ação coordenada entre governos, empresas e sociedade para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD 2017, p. 3).

Dito isso, alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) enfatizados pela Organização das Nações Unidas fortalecem a importância da gestão costeira integrada e, consequentemente, reforçam a necessidade de monitoramento e fiscalização dos instrumentos que regulamentam esse território. Essa abordagem não apenas assegura a proteção ambiental, como também contribui de forma significativa para o cumprimento das metas estabelecidas na Agenda 2030, promovendo o equilíbrio social, econômico e ambiental.

A seguir, serão detalhados os ODS 6, 11, 13, 14, 15 e 17, considerando sua relação direta com os principais desafios enfrentados nas zonas costeiras, bem como as estratégias e

oportunidades que podem ser adotadas para garantir uma gestão sustentável, resiliente e inclusiva desses territórios.

3.1.1 Interface entre a gestão costeira e os ODS

A presente pesquisa dialoga com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); entretanto, à luz do enfoque na gestão sustentável e da abordagem metodológica adotada, destacam-se como centrais os ODS 6, 11, 13, 14, 15 e 17. Tais objetivos apresentam estreita convergência com os principais desafios que incidem sobre os territórios costeiros, especialmente no que se refere à conservação ambiental, à ocupação territorial ordenada e à promoção de uma governança colaborativa.

Dada a relevância dos ODS para a construção de uma gestão costeira eficaz e integrada, torna-se imprescindível analisar como cada um desses objetivos se alinha aos propósitos desta investigação. Nesse sentido, os tópicos a seguir apresentam uma análise crítica dos ODS selecionados, evidenciando suas interfaces com a problemática abordada e sua contribuição para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis, adaptadas às especificidades e vulnerabilidades das zonas costeiras.

3.1.2.1 ODS 6 – Água potável e saneamento

O ODS 06 destaca a importância de uma gestão integrada dos recursos hídricos em todas as esferas governamentais, contemplando a qualidade da água, o tratamento adequado do esgoto e o controle da poluição para promover um ambiente mais saudável. Corroborando esse contexto, Carvalho e Pimenta (2015) enfatizam que a ausência de tratamento adequado para os efluentes sanitários resulta em sua liberação no meio ambiente, acarretando impactos negativos sobre a qualidade da água e, consequentemente, sobre a saúde da população.

Os mesmos autores analisam a gestão da água no Brasil e destacam que a falta de integração entre a gestão dos recursos hídricos, o tratamento de efluentes e a gestão de resíduos sólidos tem causado problemas como o desabastecimento hídrico e o consumo de água contaminada, prejudicando a saúde pública e o meio ambiente. Os autores enfatizam ainda que uma gestão eficiente da água não deve se restringir ao controle do uso e distribuição, mas deve incluir ações voltadas para a preservação de ecossistemas essenciais, como a manutenção de matas ciliares, florestas e mananciais, além do combate à erosão e ao assoreamento, fatores que afetam diretamente a qualidade dos solos e dos corpos d'água.

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2021 é um documento desenvolvido com mais de 20 (vinte) agências do Sistema

ONU que integram o denominado ONU-Água (Sistema ONU no Brasil) publicado pela UNESCO, aborda em um panorama global o valor da água em suas várias dimensões e reforça a importância da atuação da gestão pública através de investimentos em higiene e saneamento básico. No Brasil, algumas estratégias podem ser adaptadas para garantir uma gestão participativa e integrada dos recursos hídricos costeiros, como investimento em infraestrutura resiliente, sistemas de saneamento sustentável, recuperação de áreas degradadas, a ampliação do diálogo entre os diferentes níveis de governo, comunidades tradicionais e sociedade civil.

A Figura 01 abaixo destaca as principais metas do ODS 06 que estão diretamente associados à gestão sustentável da zona costeira, bem como os desafios e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.

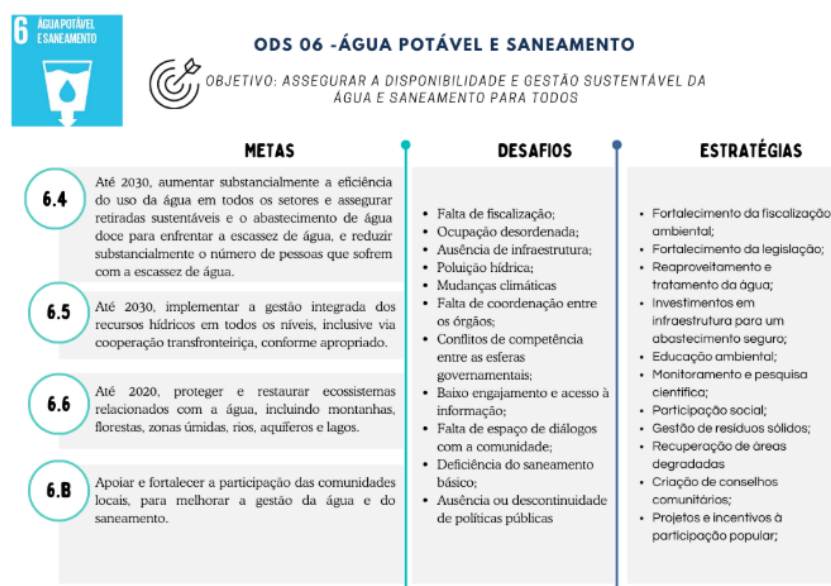


Figura 01: Metas do ODS 06 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 06 da ONU (2015).

Esse cenário demonstra a necessidade de aprimorar políticas e instrumentos administrativos voltados para o tratamento eficiente dos efluentes, especialmente em áreas costeiras, onde a poluição hídrica impacta diretamente a biodiversidade marinha e a qualidade de vida das populações costeiras. A ausência de dados abrangentes reforça a importância de fortalecer o monitoramento ambiental e ampliar a implementação de tecnologias para o tratamento de águas residuais, de forma a atender às metas estabelecidas no ODS 6.

3.1.2.2 ODS 11- Cidades e comunidades sustentáveis

O ODS 11 está intrinsecamente ligado à gestão costeira, pois enfatiza o planejamento. Tornar as cidades mais sustentáveis, inclusivas e resilientes requer um planejamento urbano adequado e instrumentos auxiliares capazes de proporcionar uma nova

relação do homem com o ambiente. Uma ferramenta importante para o ordenamento das cidades, é o Plano Diretor, que é um instrumento que estabelece diretrizes de acordo com a necessidade do cidadão a fim de garantir qualidade de vida e desenvolvimento para a região.

Garantir a fiscalização de atividades municipais e a participação efetiva da sociedade civil é um grande desafio. Segundo Garcez e Carmello (2017),

O estudo do Plano Diretor dos municípios objetiva ordenar o adequado funcionamento das cidades, aliando função socioambiental, bem estar dos municípios e necessidades sociais básicas e, com isso, garantir a condução das políticas públicas municipais para o desenvolvimento sustentável, principalmente no que se refere a municípios com áreas de Zona Costeira, área de grande importância e que merece especial atenção por parte dos cidadãos e gestores públicos (Garcez; Carmello, 2017, p. 120).

Conceitos trazidos pelo Estatuto da Cidade (Lei 10.527/2001) e Planos Diretores agregam importância fundamental para o planejamento das cidades. O art. 2º do Estatuto da Cidade relata a garantia do direito às cidades sustentáveis. De acordo com Garcez e Carmello (2017), a conexão fundamental entre os instrumentos urbanísticos, diretrizes legais e princípios constitucionais demonstra que a aplicação do Estatuto da Cidade necessariamente incorpora a proteção ambiental como base essencial de sua implementação.

Um termo que ganhou destaque no cenário pós-pandêmico da COVID-19 são as Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Conforme destacado pela revista LABVERDE (2021) em sua edição especial sobre resiliência urbana na América Latina, as SbN representam alternativas eficazes para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, promovendo cidades mais sustentáveis e resilientes. A publicação ressalta que a Estratégia de Biodiversidade 2030 da União Europeia menciona onze vezes o termo SbN, posicionando essas soluções como essenciais para redução de emissões e adaptação climática, além de defender sua integração ao planejamento urbano (LABVERDE, 2021).

Essa proposta inovadora tem sido desenvolvida para enfrentar os desafios ambientais urbanos, especialmente no contexto das mudanças climáticas e da degradação ecológica. Conforme destacado pelo WRB Brasil (2022), as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) incluem a ampliação de espaços verdes e florestas urbanas como estratégia eficaz para mitigar o aumento das temperaturas e ondas de calor. Como exemplo bem-sucedido, cita-se

o Projeto Corredores Verdes de Medellín, na Colômbia, que alcançou uma redução de 2°C na temperatura ambiente desde sua implementação em 2018.

Outra alternativa eficaz apresentada pelos autores é a restauração das florestas de mangues que protegem as pessoas que vivem no entorno das áreas costeiras, visto que, funcionam como amortecedores naturais para tempestades e ventos fortes. Esse conceito tem sido aplicado desde 2004 no Delta do *Sine Saloum*, Senegal, onde mais de 100 mil pessoas dependem dos manguezais para subsistência (WRB BRASIL, 2022).

Essa estratégia está diretamente alinhada aos ODS 11 e 13, visto que propõem soluções baseadas em processos naturais para tornar as cidades mais sustentáveis e contribuir para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. No entanto, mesmo as SbN representando avanços significativos para a resiliência urbana, sua implementação é um desafio por diversos fatores como: ausência de políticas públicas eficientes, financiamento insuficiente para integrar as soluções aos planos diretores, expansão urbana desordenada, a especulação imobiliária e a falta de capacitação técnica. Além disso, a insuficiência de investimentos na manutenção das infraestruturas verdes pode comprometer sua funcionalidade e impacto a longo prazo.

A Figura 02 abaixo destaca as principais metas do ODS 11 que estão diretamente associados à gestão sustentável da zona costeira, bem como os desafios e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.



Figura 02: Metas do ODS 11 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 11 da ONU (2015).

Portanto, as diretrizes do ODS 11 reforçam a necessidade de estratégias que promovam a resiliência urbana, a participação social e a adaptação climática, contribuindo para a construção de cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis.

3.1.2.3 ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima

Este ODS destaca a importância da adaptação e resiliência da zona costeira frente aos impactos das mudanças climáticas. As áreas costeiras são vulneráveis às alterações climáticas, como pode-se observar com a elevação do nível do mar e dos eventos climáticos extremos. A Ação Contra a Mudança Global do Clima propõe medidas urgentes e coletivas para combater crises e projeções climáticas extremas. Envolve tanto a mitigação, que visa reduzir ou estabilizar as emissões de gases de efeito estufa, quanto a adaptação, que busca aumentar a resiliência de comunidades e ecossistemas frente aos impactos eminentes.

Cabe reforçar o papel fundamental da ciência na busca por soluções sustentáveis. A colaboração entre pesquisadores, formuladores de políticas e a sociedade civil é essencial para ações eficazes em prol do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, programas internacionais como o *Future Earth* (2023) emergem como modelos de integração entre ciência, políticas públicas e inovação tecnológica para enfrentar a crise climática. Com foco em soluções interdisciplinares, a iniciativa mobiliza redes globais de pesquisadores e gestores para desenvolver respostas efetivas aos impactos socioambientais – uma abordagem que poderia ser adaptada à gestão costeira brasileira. A iniciativa representa uma mudança de perspectiva na abordagem das questões ambientais, promovendo uma resposta global e integrada aos desafios socioambientais.

A adequação das políticas de gestão costeira é primordial para fortalecer a resiliência das comunidades locais e garantir sua capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas. É necessário identificar lacunas que comprometem a efetividade das ações climáticas, como a ausência de mecanismos claros de adaptação e mitigação, a escassez de recursos financeiros e os conflitos de competência entre as esferas governamentais. Segundo o IPEA (2023, p. 339), “ações de mitigação já são realizadas em diversas localidades, especialmente as relacionadas à redução das emissões de GEE – como a construção de ciclovias e a adoção de políticas de incentivo ao uso do transporte público”.

Diante desse cenário, a Figura 03 abaixo destaca as principais metas do ODS 13 que estão diretamente associados à gestão sustentável da zona costeira, bem como os desafios e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.

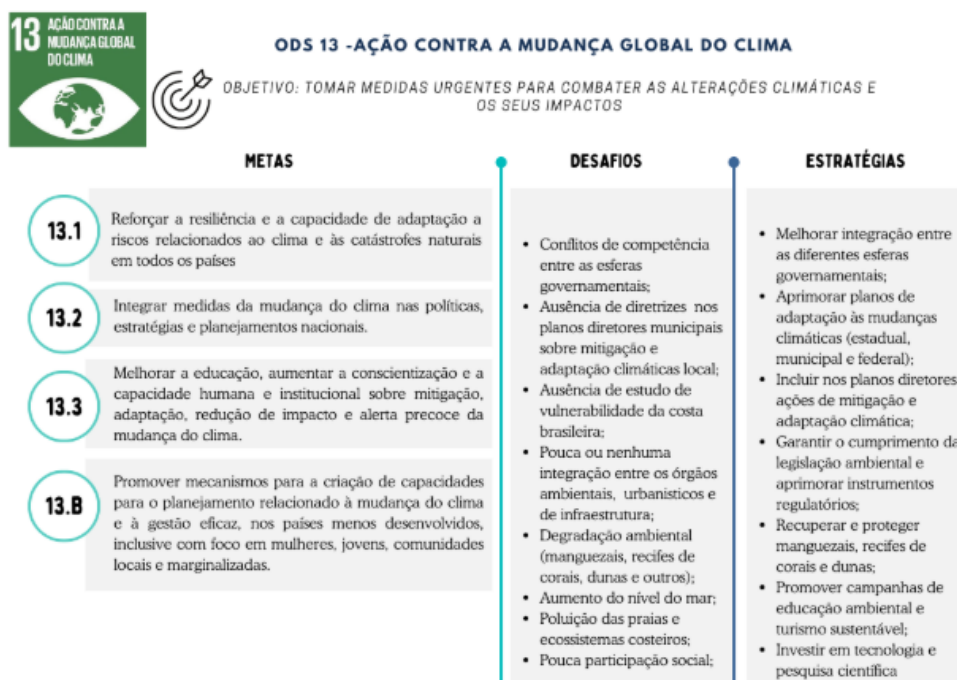


Figura 03: Metas do ODS 13 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 13 da ONU (2015).

Dentre as estratégias mencionadas na Figura 4, cabe reforçar a importância dos Planos de Adaptação Climáticas, que são desenvolvidos para direcionar e viabilizar a implementação de ações estratégicas relacionadas às demandas climáticas. Segundo Paiva e Ferreira (2023, p. 171), esse plano “é uma ferramenta que tem como objetivo principal avaliar as vulnerabilidades de sistemas de interesse antrópicos e naturais considerando o clima atual e as mudanças climáticas”. Ainda segundo os autores, o processo deve ser realizado de forma integrada e interdisciplinar a fim de enfrentar e prevenir problemas futuros.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, fornece a base legal para a criação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). No artigo 4º, inciso V, a legislação determina que as três esferas da Federação devem adotar medidas voltadas à adaptação às mudanças climáticas, reforçando a necessidade de estratégias para minimizar os impactos desse fenômeno (BRASIL, 2009).

Apesar dos avanços nas políticas climáticas brasileiras, persiste uma fragilidade estrutural nos marcos técnico-institucionais para enfrentamento sistêmico das mudanças climáticas (IPEA, 2023). Essa lacuna se manifesta com particular gravidade nas zonas costeiras, onde a combinação entre: (i) ocupação territorial desordenada, (ii) déficit de planejamento integrado e (iii) carência de instrumentos de fiscalização eficazes, amplifica

exponencialmente a vulnerabilidade socioambiental frente a eventos climáticos extremos (Di Giulio et al., 2019). O Relatório do TCU (2021) corrobora essa análise ao identificar que 72% dos municípios costeiros brasileiros não possuem planos de contingência para elevação do nível do mar, cenário que demanda urgente articulação entre os entes federativos.

Uma possível alternativa para suprir essas lacunas em nível municipal seria a incorporação de diretrizes específicas para as zonas costeiras nos planos diretores. Observa-se uma falta de integração entre esses instrumentos de planejamento e as políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Di Giulio et al. (2017, p. 78) afirma que as cidades devem conectar suas políticas de mitigação e adaptação “à política de habitação, saneamento, planos diretores, política e gestão de recursos hídricos e revisão de formas de mobilidade urbana”.

3.1.2.4 ODS 14 – Vida na água

A gestão costeira integrada é reforçada pela Agenda 2030, especialmente por meio do ODS 14 – Vida na Água, que estabelece metas voltadas à proteção, preservação e uso sustentável dos mares e oceanos. Os instrumentos jurídicos desempenham um papel essencial no cumprimento das metas do ODS 14, fornecendo a base normativa necessária para a implementação de ações eficazes na gestão e conservação dos ecossistemas marinhos.

O Brasil tem avançado na regulamentação e implementação de estratégias para a proteção e gestão dos recursos hídricos. A Lei nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, representa um marco na regulamentação da gestão hídrica no país. Essa legislação instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (BRASIL/ANA, [s.d]), essa Política é conhecida por seu caráter descentralizador, participativo e moderno por criar instrumentos capazes de identificar conflitos pelo uso das águas e integrar as três instâncias governamentais e a sociedade civil na gestão dos recursos hídricos.

Cabe mencionar também alguns instrumentos estratégicos do Governo Federal, como o Plano Plurianual (PPA) 2024-2027 que contempla “vários programas e projetos que tratam de políticas públicas com alguma interface com o oceano ou com a zona costeira e seus habitantes” (IPEA, 2024, p. 5) e o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) que é uma ferramenta de planejamento que auxilia investimentos em infraestrutura hídrica, visando assegurar a disponibilidade de água com qualidade, crescimento econômico e a conservação ambiental.

Para que esses instrumentos sejam implementados de forma eficiente, é importante que haja integração entre o gerenciamento costeiro e a gestão de recursos hídricos. A ausência dessa gestão integrada pode resultar em implicações ambientais comprometendo a disponibilidade e qualidade das águas costeiras e estuarinas. Esses dispositivos fortalecem a proteção desses ecossistemas, além de integrarem práticas sustentáveis que contribuem para a melhoria da qualidade de vida de muitas populações. Para complementar, a Figura 04 apresenta as principais metas do ODS 14 que estão diretamente associados à gestão sustentável da zona costeira, bem como os desafios e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.

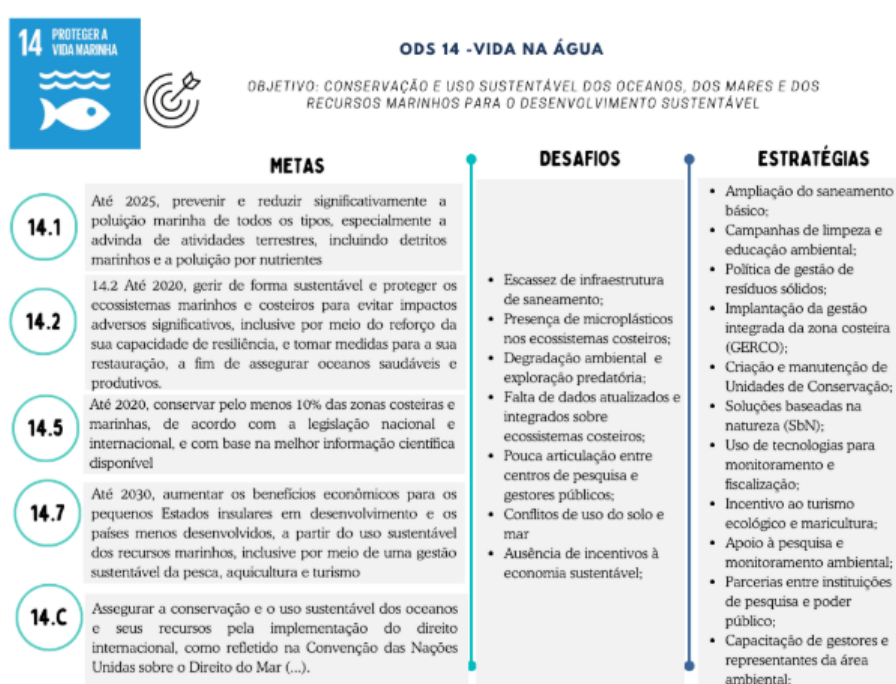


Figura 04: Metas do ODS 14 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 14 da ONU (2015).

Em seguida, será abordado o ODS 15 – Vida terrestre, destacando sua relevância para a proteção dos ecossistemas naturais presentes na zona costeira.

3.1.2.5 ODS 15 – Vida Terrestre

O ODS 15 - Vida Terrestre - tem como objetivo proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres e de água doce, combater a desertificação, impedir e reverter a manipulação da terra e conter a perda da biodiversidade (ONU, 2015, p.34). Observa-se que esse objetivo se conecta diretamente às áreas costeiras, visto que, os manguezais, matas ciliares e áreas de restingas atuam como ecossistemas de transição entre

ambiente terrestre e marinho desempenhando funções fundamentais para o equilíbrio ambiental e a resiliência das zonas costeiras.

A proteção da vida terrestre, conforme preconiza o ODS 15, é fundamental para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas, incluindo aqueles localizados nas zonas costeiras. Embora comumente associados ao meio aquático, estão intimamente conectados a áreas terrestres que influenciam diretamente sua saúde ecológica. A conservação dos ecossistemas terrestres contribui para a regulação de fluxos hídricos, controle da erosão, purificação da água e manutenção da biodiversidade, impactando diretamente a qualidade ambiental das regiões costeiras.

A mitigação das mudanças climáticas é um tema de grande relevância na atualidade, e tem levado a comunidade científica a evidenciar cada vez mais a importância dos sistemas naturais na regulação climática e na redução dos impactos ambientais. Nos debates, destaca-se o conceito de carbono azul, que se refere ao carbono capturado e armazenado por ecossistemas costeiros e marinhos. Estudos recentes reforçam que os manguezais, por exemplo, são considerados potenciais sumidouros de carbono para a América Latina e o Caribe, com uma capacidade de estocagem superior à de muitos ecossistemas terrestres (Uille et al., 2024). Insere-se neste contexto o papel vital das árvores que atuam como purificadores do ar filtrando poluentes como dióxido de enxofre, monóxido de carbono e partículas em suspensão. Um estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2016) destaca que “florestas urbanas e arborização em áreas metropolitanas reduzem significativamente a poluição do ar, beneficiando a saúde pública e contribuindo para cidades mais resilientes”.

Um projeto de destaque no contexto da educação ambiental externa à gestão costeira é o Projeto Político Pedagógico para Zona Costeira e Marinha do Brasil (PPPZCM). A iniciativa propõe a formulação de políticas públicas com foco em ações socioeducativas que promovam o uso sustentável dos recursos naturais e a conservação da biodiversidade nessas regiões. Segundo o IBAMA (2021), esse projeto foi feito com a participação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Ibama, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), da Articulação Nacional de Políticas Públicas de Educação Ambiental (ANPPEA), além de outras instituições parceiras, como a Cooperação Alemã (GIZ).

Nota-se que, tanto os ecossistemas terrestres quanto os costeiros devem ser vistos como aliados essenciais na construção de estratégias sustentáveis para mitigação climática e

melhoria da qualidade de vida. Nesse contexto, a Figura 05 apresenta as principais metas do ODS 15 que estão diretamente associados à gestão sustentável da zona costeira, bem como os desafios e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.

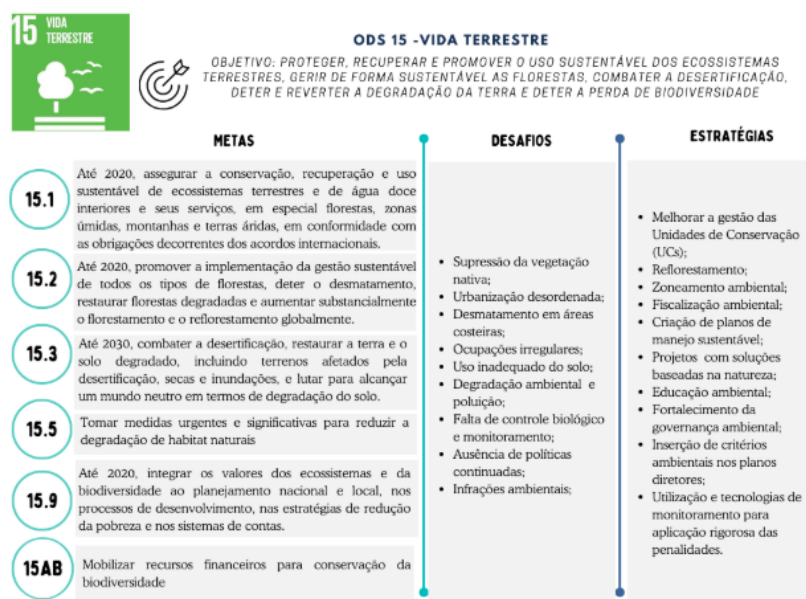


Figura 05: Metas do ODS 15 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 15 da ONU (2015).

Diante dos desafios enfrentados pelos ecossistemas terrestres e marinhos, torna-se imprescindível a implementação de ações integradas e coordenadas entre as diferentes esferas de governo e a sociedade civil. O reconhecimento da interconexão entre esses ambientes evidencia a relevância de fortalecer os instrumentos de gestão, controle e participação social, que são pilares fundamentais para a resiliência climática e a conservação ambiental.

3.1.2.6 ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação

O ODS 17 reforça a necessidade de parcerias e meios de implementação para o cumprimento de todos os outros objetivos e ressalta a importância de parcerias para implementação do desenvolvimento sustentável. No caso da pesquisa em conteúdo, uma gestão eficaz da zona costeira requer parcerias e colaborações entre os diferentes níveis de governo, organizações não governamentais, setor privado e comunidades locais.

Um exemplo de iniciativa colaborativa bastante atual é o Planejamento Espacial Marinho (PEM), que está sendo desenvolvido pelo Ministério de Meio Ambiente e Mudança do Clima. Trata-se de um instrumento público voltado ao ordenamento das atividades humanas no ambiente marinho, funcionando como uma estratégia de longo prazo que define “onde” e “como” os usos e atividades devem ocorrer. Segundo a Marinha do Brasil (2025), com base em definição da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

(UNESCO), o PEM é o " processo público de distribuição espacial e temporal de atividades humanas em áreas marinhas, para alcançar objetivos ecológicos, econômicos e sociais". Então, para equilibrar esses interesses, é essencial a participação de todas as partes interessadas, promovendo confiança mútua e compromisso com o processo.

Nesse contexto, a Figura 06 reúne as principais metas do ODS 17 que se articulam com a gestão sustentável da zona costeira, assim como os principais desafios enfrentados e estratégias para a efetivação dessas diretrizes.

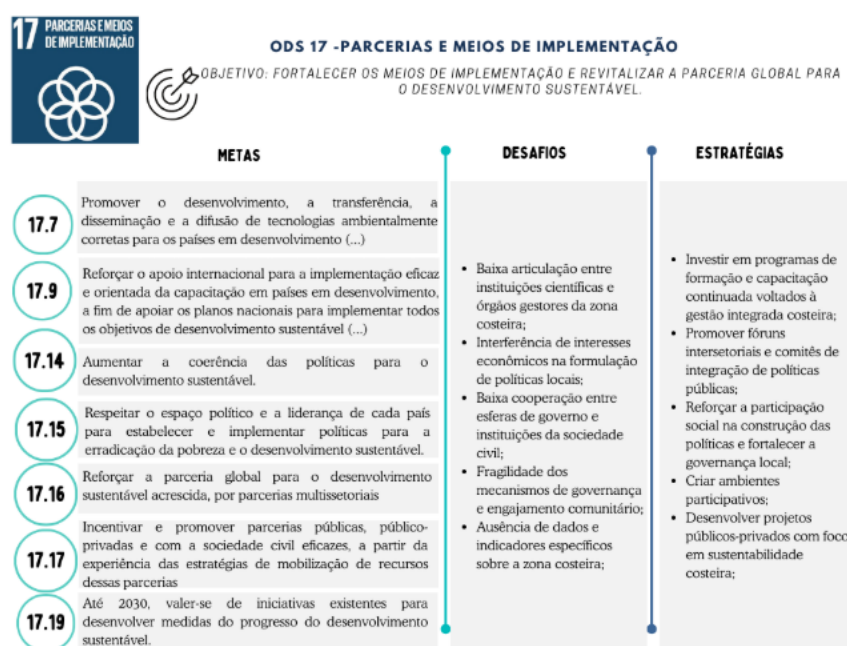


Figura 06: Metas do ODS 17 associadas à gestão sustentável, desafios e estratégias.

Fonte: Elaboração própria com base nas metas do ODS 17 da ONU (2015).

Portanto, ao acentuar um compromisso entre todos os atores envolvidos no processo se fortalece o conceito de gestão e abre possibilidades para criação de novos meios de implementação para o desenvolvimento sustentável evidenciando a relevância das parcerias institucionais, da mobilização de recursos e do fortalecimento das capacidades locais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou a complexidade dos desafios que envolvem a promoção de uma gestão sustentável da zona costeira, sobretudo em territórios marcados por acentuada vulnerabilidade social, degradação ambiental e fragilidade institucional.

Observou-se que os objetivos traçados no âmbito das políticas públicas somente se concretizam quando há o engajamento efetivo de todos os atores envolvidos e a compreensão da importância das legislações e regulamentações como instrumentos fundamentais para alinhar diretrizes normativas às realidades locais.

Nesse contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) destacam-se como marcos orientadores para a formulação de estratégias integradas voltadas à proteção e ao uso sustentável das zonas costeiras. A análise empreendida nesse estudo demonstrou que o alcance das metas depende da efetividade dos instrumentos de gestão alinhada ao fortalecimento dos sistemas de monitoramento e fiscalização, da consolidação de espaços de participação comunitária e do estabelecimento de redes de cooperação técnica em escala nacional e internacional.

Conclui-se que, a sustentabilidade da zona costeira transcende a dimensão ambiental, abrangendo também a justiça social, o desenvolvimento econômico inclusivo e a valorização da diversidade sociocultural. Uma gestão integrada, alicerçada em instrumentos técnicos e administrativos robustos, articulada com ações coletivas e baseada em princípios de corresponsabilidade, revela-se essencial para garantir a resiliência dos ecossistemas e a qualidade de vida das populações litorâneas, tanto no presente quanto nas gerações futuras.

REFERÊNCIAS

BRAGA, R.C.; PIMENTEL, M.A.S.; ROCHA, E.J.P. **Mudanças climáticas e impactos da elevação do nível do mar na zona costeira**: pesquisa bibliográfica e contribuição conceitual. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 9, p. 230-255, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p230-255>. Acesso em: 15 de março de 2024.

BRASIL. Secretaria de Governo da Presidência da República. Agenda 2030 - ODS. Brasília: Governo Federal, s.d. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília: ANA, [s.d]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 05 maio.2025.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 01 maio.2025.

BRASIL. MARINHA DO BRASIL. O que é o Planejamento Espacial Marinho – PEM. Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/psrm/pem/oquepem>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm. Acesso em: 06 dez. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regula o uso da água e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 1 maio 2025.

BRASIL. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) – Volume I. Ministério do Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-i.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). *Relatório de auditoria operacional: políticas públicas para zonas costeiras frente às mudanças climáticas*. Brasília: TCU, 2021. 78 p. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/relatorio-de-auditoria-operacional-politicas-publicas-para-zonas-costeiras.htm>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CARVALHO, R. G. de; PIMENTA, M. R. C. **Gestão da zona costeira: estudos de caso no Nordeste do Brasil**. Mossoró, RN: UERN, 2015.

CAVALCANTE, Juliana da Silva Ibiapina; ALOUFA, Magdi Ahmed Ibrahim. Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise qualitativa do Plano Nacional de

Gerenciamento Costeiro. *Desenvolvimento Regional em Debate*, Lajeado, v. 8, n. 2, p. 89–107, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/1815>. Acesso em: 10 maio 2025.

DI GIULIO, G. M.; BEDRAN-MARTINS, A. M. B.; DA PENHA VASCONCELLOS, M. & RIBEIRO, W. C. (2017). Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. *Sustentabilidade em Debate*. Brasília, v. 8, n. 2, pp. 75-87. Available at: . Access in: Aug 15, 2018.

DI GIULIO, G.M.et al. Governança de riscos costeiros no Brasil: desafios para a adaptação climática. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v.22, 2029. DOI: 10.1590/1809-4422asoc201801832vu2020L3AO. Acesso em: 01 maio. 2024.

ESQUER, Michael. **Litoral brasileiro perdeu mais de 60 mil hectares de praias e dunas em 37 anos.** ((o))eco, 18 nov. 2022. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/litoral-brasileiro-perdeu-mais-de-60-mil-hectares-de-praias-e-dunas-em-37-anos/>. Acesso em: 10 maio 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Forests and climate change: a synopsis*. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i5907e/i5907e.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FUTURE EARTH. Our Network. 2023. Disponível em: <<https://futureearth.org/networks/>>. Acesso em: 01 maio. 2025.

GARCEZ, G. S.; CARMELLO, M. V. B. **Estatuto da Cidade e Plano Diretor:** instrumentos urbano-ambientais ao desenvolvimento de cidades sustentáveis com área de Zona Costeira. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 109-143, 2017.

IBAMA. *Zona marítima e marinha ganha instrumentos de política pública de educação ambiental*. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2021/zona-costeira-e-marinha-ganha-instrumentos-de-politica-publica-de-educacao-ambiental> . Acesso em: 04 abr. 2025.

INSTITUTO ILHABELA SUSTENTÁVEL (IIS). IIS é um dos representantes da sociedade civil na nova gestão do GERCO (Biênio 2023/2025). Ilhabela, 2024. Disponível em: <https://iis.org.br/farol-da-ilha/iis-e-um-dos-representantes-da-sociedade-civil-na-nova-gestao-do-gerco-bienio-2023-2025/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Adaptação das cidades costeiras brasileiras receptoras de migrantes climáticos. In: **IPEA. Fronteiras do Brasil: o litoral em sua dimensão fronteiriça.** Brasília: IPEA, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12726/7/LV_Fronteiras_Cap12_Adaptacao_das_cidades_consteiras_brasileiras_receptoras.pdf>. Acesso em: 21. Mar.2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Mudanças climáticas no Brasil: impactos, vulnerabilidades e adaptação. Brasília: IPEA, 2023. 210 p. (Série Sustentabilidade, 15). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11562>. Acesso em: 01 maio 2025.

ONU (Organização das Nações Unidas). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 25 abr.2025.

PAIVA, Larissa Carla Souza; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. **Uma discussão teórica sobre o Plano de Adaptação Climática.** *Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável* ,

v. 5, pág. 164-177, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/> . Acesso em: 24 mar. 2025.

REVISTA LABVERDE. *Edição Dossier LABVERDE #1 - Soluções baseadas na Natureza para a resiliência urbana na América Latina.* São Paulo: FAUUSP, 2021. v. 11, n. 1.

SEA SHEPHERD BRASIL. **Relatório anual – Impacto e arrecadação em 2023.** 2023. Disponível em: <https://seashepherd.org.br/files/relatorio2023.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

TYE, Stefanie; POOL, John-Rob. **Como expandir as soluções baseadas na natureza para adaptação.** WRI Brasil, 13 maio 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-expandir-solucoes-baseadas-na-natureza-para-adaptacao>. Acesso em: 25 de mar. 2025.

UILLE, M. T.; LORENZEN, P.; BUENO WANDSCHEER, C. *Carbono azul: Manguezais, um potencial sumidouro de carbono para a América Latina e Caribe.* Estudios Avanzados, v. 40, p. 149-182, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.35588/drc5zx11>. Acesso em: 10 abr. 2025.

UNESCO. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados.** Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em: 1 maio 2025.

WRB BRASIL. **Como expandir soluções baseadas na natureza para adaptação.** 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-expandir-solucoes-baseadas-na-natureza-para-adaptacao>. Acesso em: 01 maio 2025.

O COMPLEXO AMBIENTAL E GASTRONÔMICO DA SABIAGUABA, FORTALEZA, CEARÁ, COMO POSSIBILIDADE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

Antonio Gabriel dos Anjos de Vasconcelos

Graduando do curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará - UECE

Fortaleza, Ceará, Brasil

gab.vasconcelos@aluno.uece.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0778-486X>

José Lucas Marques Albuquerque

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PROP GEO, Universidade

Estadual do Ceará - UECE Fortaleza, Ceará, Brasil

lucasmrques068@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2363-3052>

José Hélio Alves Gondim

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PROP GEO, Universidade

Estadual do Ceará - UECE Fortaleza, Ceará, Brasil

beliogondim.geo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4297-7337>

Fábio Perdigão Vasconcelos

Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PROP GEO, Universidade Estadual

do Ceará - UECE Fortaleza, Ceará, Brasil

fabioperdigao@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-4628>

RESUMO

Fortaleza, capital do Estado do Ceará, é reconhecida pelo seu litoral composto por praias famosas, contudo, em ampla maioria, há um conjunto de alterações na paisagem. A região da Sabiaguaba, no extremo leste da cidade, pode ser considerada um “refúgio” com sua paisagem preservada. O Complexo Gastronômico localizado na região pode ser caracterizado como uma iniciativa para o desenvolvimento da região de forma sustentável. O objetivo é apresentar uma análise sobre o papel do Complexo Ambiental e Gastronômico da Sabiaguaba como estratégia de desenvolvimento sustentável, considerando seus usos, impactos e inserção em uma APA urbana. E, por meio da avaliação de dados divulgados pelo gestor do local, possibilitar uma avaliação das dinâmicas de uso do complexo como uma política que promove o desenvolvimento, preservando a região. E a partir do uso de imagens de satélite, também observar a evolução na paisagem e os impactos da construção da CE - 010 em um trecho do litoral composto por dunas, mangues e vegetação resilientes.

Palavras-Chave:

Desenvolvimento
sustentável,
Sabiaguaba,
Políticas Públicas.

THE ENVIRONMENTAL AND GASTRONOMIC COMPLEX OF SABIAGUABA, FORTALEZA, CEARÁ, AS A POSSIBILITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREAS (EPA)

ABSTRACT

Keywords:

Sustainable Development,
Sabiaguaba,
Public Policy.

Fortaleza, the capital of the State of Ceará, is recognized for its coastline composed of renowned beaches; however, much of this landscape has undergone significant alterations. The Sabiaguaba region, located at the easternmost part of the city, can be considered a "refuge" due to its preserved natural scenery. The Gastronomic Complex situated in the area can be characterized as an initiative aimed at promoting sustainable regional development. This study aims to analyze the role of the Sabiaguaba Environmental and Gastronomic Complex as a strategy for sustainable development, considering its uses, impacts, and integration within an urban Environmental Protection Area (EPA). By assessing data released by the site's management, the study seeks to evaluate the dynamics of the complex's use as a policy that fosters development while preserving the region. Furthermore, through the use of satellite imagery, it also intends to observe landscape evolution and the impacts of the construction of the CE-010 highway in a dune area.

1 INTRODUÇÃO

A Área de Proteção Ambiental Sabiaguaba (APA Sabiaguaba) surge como um “refúgio” em uma faixa costeira urbana onde as características naturais são limitadas e pouco observáveis, como ocorre em Fortaleza/CE (Matos, 2009). Tal região possui uma preservação das características ambientais naturais (Souza, 2009), através de mecanismos que buscam fomentar a proteção dos recursos naturais, apresentando um alto potencial turístico e em sua maioria desenvolvido de forma sustentável (Barros, 2024) que busca promover o uso ecossustentável, como O EcoMuseu do Mangue da Sabiaguaba e o Complexo Gastronômico da Sabiaguaba, inaugurados em 2019 e 2022, respectivamente.

Esse movimento teve seu maior destaque a partir da década de 1970, onde observa-se a ação humana crescendo exponencialmente, impactando nos processos de degradação ambiental. Diante do desafio de fazer o manejo dos recursos ambientais, o desenvolvimento de ferramentas para proteção dessas áreas, entrou em discussão nos últimos anos, por meio da delimitação de áreas de Proteção Ambiental (APAs), Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) e Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) (em âmbito Municipal, Estadual e Federal). Esses dispositivos de proteção ambiental podem ser observados na zona de costa brasileira (Costa, 2022 e Cota, 2023).

A orla da cidade demonstra diversas modificações antrópicas (a partir do turismo e uso e ocupação), a região da Sabiaguaba ainda resguarda aspectos da paisagem natural, com a presença de áreas verdes e baixa ocupação nas áreas que são protegidas (Mello, 2023), como

também possui fácil acesso através da CE 010, rodovia que faz a ligação de polos logísticos a região do Eusébio, possuindo um enfoque turístico. É, portanto, destacável o surgimento de problemáticas ambientais como ocupações irregulares (Lopes, 2019).

Esta pesquisa investiga como o Complexo Gastronômico da Sabiaguaba contribui para um modelo de desenvolvimento sustentável na APA Sabiaguaba, analisando seus impactos ambientais, sociais e econômicos e quanto à possibilidade de análise de locais que promovam o desenvolvimento da região alinhados com a conservação do ambiente natural e que integrem a comunidade local com participação nas atividades exercidas que serão apresentados ao longo do presente estudo. O fortalecimento de projetos que promovam o desenvolvimento sustentável tem ganhado maior adesão junto ao interesse público e privado.

2 METODOLOGIA

Área de estudo

O Complexo Ambiental e Gastronômico da Sabiaguaba está localizado no extremo leste de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, na divisa entre as cidades de Aquiraz e Eusébio. A área de estudo (Figura 1) diferencia-se por possuir uma região de orla que destoa do restante da cidade de Fortaleza, caracterizada por alta densidade populacional e modificações humanas. A região da Sabiaguaba possui em sua essência uma paisagem resiliente (Souza, 2009), caracterizada por sua presença de áreas verdes e baixa ocupação nas áreas que são protegidas, como também possui fácil acesso através da CE 010. Conforme a Figura 1, é possível observar a localização da área de estudo proposta e seus limites políticos.

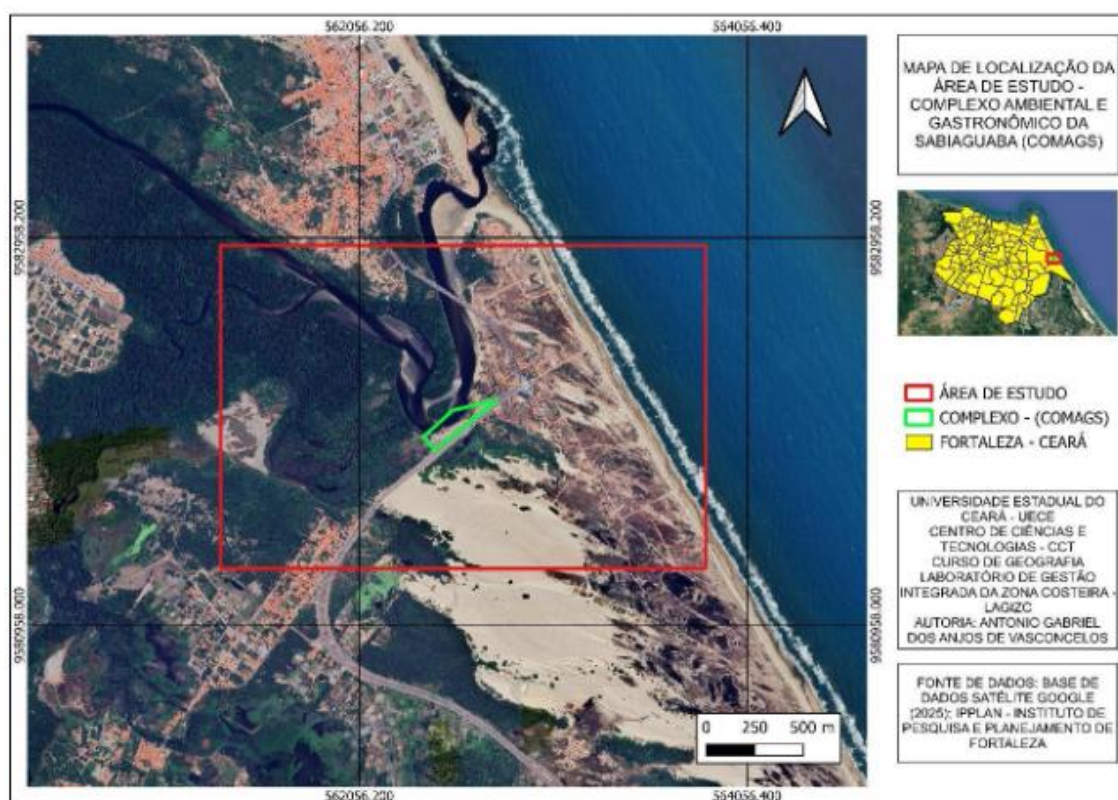


Figura 1 - Mapa de localização da Área de estudo.

Fonte: Autores (2025).

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Procedimentos Técnicos-Operacionais

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi feita a análise qualitativa (Gil, 1999), através dos dados e informações apresentados nos relatórios anuais de 2022 e 2023, divulgados pelo Instituto Dragão do Mar (IDM) o qual faz a gestão do Complexo Ambiental e Gastronômico da Sabiaguaba (COMAGS). As informações aqui trabalhadas foram obtidas através da divulgação feita no site oficial do IDM.

A elaboração dos gráficos foi feita em conjunto com os relatórios do ano de 2022 (ano da inauguração), de 2023 e o último relatório divulgado até 2025. Para análise, foram utilizados os dados coletados nos relatórios em conjunto com as informações sobre o COMAGS, apresentados nas atividades desenvolvidas no COMAGS e presentes nos relatórios divulgados. (Instituto Dragão do Mar, 2024).

As imagens utilizadas para a elaboração dos mapas nesta pesquisa foram obtidas através do software Google Earth Pro, utilizando como base o último registro adicionado,

datado de 24 de julho de 2024. Para a escolha da imagem, foi utilizada e escolhida a melhor visibilidade por imagem e a delimitação da região onde é localizada a Zona de Proteção Ambiental e a APA da Sabiaguaba, com foco em evidenciar na área de estudo a zona do complexo e a região externa, onde ficam localizadas as dunas da Sabiaguaba.

O programa para desenvolvimento do mapa foi o QGis, versão 3.38.00 utilizando dados de shapefile disponíveis no site Fortaleza em Mapas, através do Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), e no site da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE).

Após o processo de Georreferenciamento da imagem utilizando o software QGIS, utilizando as ferramentas de inserção de dados, foi iniciado um processo de análise da área de estudo, o mesmo se deu na construção da carta imagem, onde foi utilizado o referido software e versão, gerando deste modo o Mapa de localização. Em ambos os casos da construção do mapa, o uso de imagens de satélite facilitou a identificação do local do Complexo e das áreas ao redor, objetivando o uso de outras regiões concomitantes ao local de estudo principal.

O presente trabalho também se concerne a uma revisão bibliográfica de produtos acadêmicos produzidos por autores quanto à temática. Para fonte de buscas, foram utilizados o Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da CAPES, utilizando os termos “Sabiaguaba” e “Desenvolvimento Sustentável”. Além disso, houve a busca de notícias por meio da plataforma de pesquisa do Google e pelos sites da Prefeitura de Fortaleza e da SEMACE.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável como linha de estudo é uma ideia que tem uma maior divulgação e produção técnica ao longo do tempo e na atualidade, contudo é alvo de estudiosos em diferentes períodos e passou por um processo de evolução até hoje como uma política pública necessária e cada vez mais vista no meio acadêmico (Bilar, 2021), a Organização das Nações Unidas (ONU) teve um importante papel na maturação de ideias para um desenvolvimento econômico em conluio com a sustentabilidade.

A contextualização de termos como “Desenvolvimento Sustentável (DS)” teve princípios em iniciativas menores ao longo das décadas de 1960 e início da década de 1970,

em diferentes locais. Ainda que o conceito tivesse uma divulgação, ainda era limitado a organizações menores (Matos, 2016).

As primeiras menções de DS em grandes eventos e conferências ocorreram na Conferência de Estocolmo (1972), evento organizado pela ONU na cidade de Estocolmo, na Suécia. As discussões perante o DS se deram sendo formalizadas na declaração final da conferência, onde há a menção para o desenvolvimento econômico e medidas que destacam a limitação de recursos no planeta Terra. (ONU, 1972)

Posteriormente, ao longo do tempo, um conjunto de divulgações, conferências tornaram o Desenvolvimento Sustentável cada vez mais divulgado e com maior conhecimento. Eventos como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também chamada de Rio +20, ou Cúpula da Terra (1992), tiveram importante papel no fortalecimento de ideias do DS e, posteriormente, um conjunto de outras conferências elevou a discussão. (Ferreira Pimenta, 2016)

No ano de 2000, a ONU, em conjunto com 191 países, estabeleceu 8 objetivos para tornar o mundo um lugar com melhor qualidade de vida. Esse conjunto de metas ficou popularmente conhecido como os “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio” (ODM), que tinha como prazo para serem atingidas até o ano de 2015 (ONU, 2010 e Brasil, 2025).

No ano de 2015, a ONU novamente busca estabelecer os “Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável” (ODS) que elevaram para 17 objetivos e 169 metas com um prazo para serem alcançadas até o ano de 2030 (ONU, 2025). Nessa vertente, o COMAGS figura como uma possibilidade de desenvolvimento sustentável, estando inserido nas metas que estabelecem um desenvolvimento econômico perante a necessidade de proteção ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No relatório divulgado no ano de 2023 e referente ao ano de 2022, é possível conhecer a premissa promovida no COMAGS, destaca-se a princípio o foco em apresentar o local sob a importância de uma Gestão Compartilhada. O complexo é propriedade do Governo do Estado do Ceará e está desde 2022 sob gestão do IDM, além de trazer destaque naquele momento a presença de 17 permissionários que atuam na região. Além disso, nesse momento inicial, faz-se mister salientar que o complexo está localizado na área do Parque

Estadual do Cocó e o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba, na Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba (APA da Sabiaguaba).

Ainda no relatório do referido ano, é possível visualizar a apresentação das atividades que estão presentes no Complexo, onde a educação ambiental exerce um papel fundamental em conjunto com o polo voltado à cultura, memória e natureza e a gastronomia tradicional da região. Em cada um dos focos apresentados no relatório, são expostas atividades locais desenvolvidas, para fins de apresentação das atividades praticadas nos locais que compõem o Comags. Através da leitura dos relatórios, foi desenvolvida uma tabela com a disposição das atividades e os locais onde elas aconteceram no ano de 2022 (Quadro 1).

Quadro 1: Atividades praticadas no Comags e localizações das mesmas

Locais e atividades do Complexo Ambiental e Gastroeconômico da Sabiaguaba (COMAGS) em 2022	
Polo de Cultura, Memória e Natureza	Centro de Memória Raízes da Sabiaguaba, Bosque de Lazer Rozimar, Manguê Musical, Palestras, Oficinas
Polo de Educação Ambiental e Ecoturismo	Recreação Ambiental, Aulas de campo e pesquisas científicas, limpezas e plantio, ecoturismo de base comunitária.
Polo de Gastronomia Tradicional	Nativos Tradicionais, Pratos e Petiscos, Bebidas e Drinks, Sobremesas e doces

Fonte: Apud Relatórios do COMAGS (2022 e 2023). Adaptação da autoria.

Durante a leitura do relatório de 2022, é possível ver com riqueza de detalhamento a presença do termo ‘educação ambiental’, ressaltando a lei 9.795/99, que dispõe em seu texto a educação ambiental e a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. [...] (Brasil, p. 1 1999)

Fazendo essa relação com a educação ambiental, é possível observar o complexo como uma possibilidade para o desenvolvimento sustentável em áreas de proteção ambiental e aliado no desenvolvimento de ideias que propagam a Educação Ambiental (EA). Tal função é fortalecida com a observação do relatório de 2022 e 2023, que possui enfoque e ideias que valorizem a cultura local da Sabiaguaba. As Figuras 2 e 3 apresentam os dados do fluxo de visitantes ao COMAGS e ao Centro de memória, permitindo uma análise sobre o engajamento da população com ambos os locais.

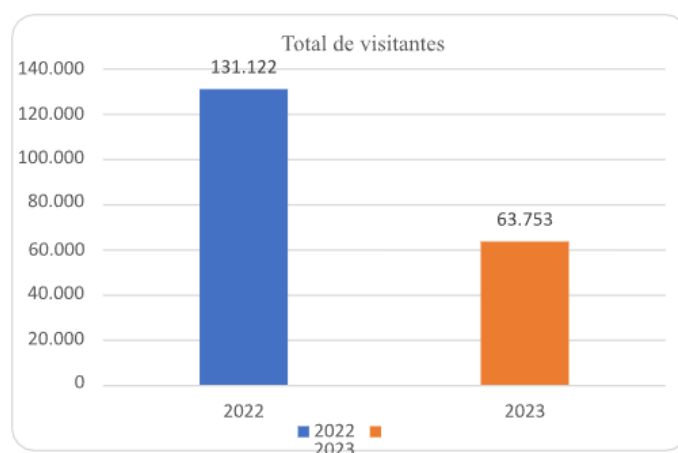


Figura 2 - Dados de visitantes dos anos de 2022 e 2023.

Fonte: Instituto Dragão do Mar - IDM (2023 e 2024).

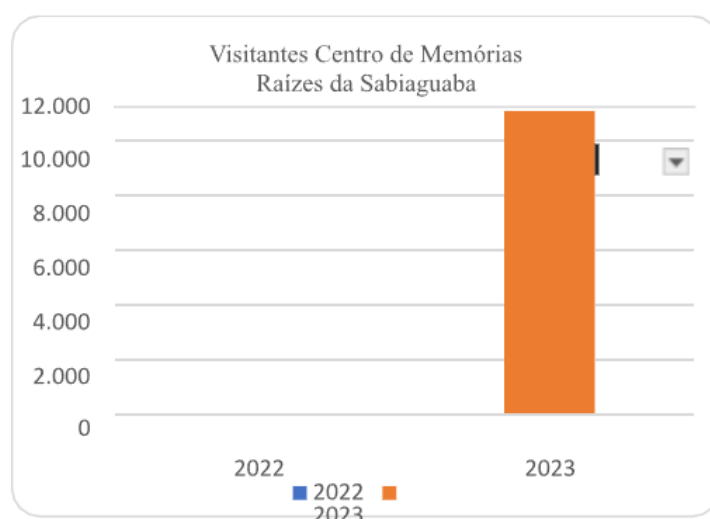


Figura 3 - Dados de visitantes ao centro de memória, ano 2023.

Fonte: Instituto Dragão do Mar - IDM (2024).

Conforme a figura 2, é possível ver diferenças nas quantidades de visitantes entre o período compreendido de 2022 a 2023 nos relatórios de ambos os anos. Não fica evidente a

motivação para essa diminuição de pessoas visitando o complexo. Essa diminuição de visitantes chegou a cerca de 51,38%, levantando a possibilidade quanto ao uso e interesse da população em visitas ao Complexo.

Contudo, é possível propor hipóteses, a priori, seria uma compreensão se essa alteração quantitativa no público estaria relacionada a fatores externos ou internos do Complexo, igualmente se faz necessário avaliar a retenção dos visitantes, como também o ambiente do entorno e suas opções, como as visitas à duna da Sabiaguaba, barracas ou praia, mediante um trabalho avaliativo desenvolver soluções para ampliação do público.

É importante reiterar que a presente pesquisa ainda não conta com dados de 2024, o que pode ocasionar esse efeito de queda, porém seriam necessários dados mais recentes para categorizar uma queda ou estabilização na quantidade de visitantes. Neste ponto de vista, faltam pesquisas que quantifiquem os frequentadores das praias da região, segundo o relatório de impactos ambientais apresentado para a requalificação da malha viária, aos longos dos anos iniciais da década de 2010 (anteriormente a construção do complexo) 70% dos visitantes nas barracas eram provenientes de outros locais (Ceará, 2012), abrindo possibilidades para a compreensão de origem dos visitantes.

Na Figura 3, é apresentada a quantidade de visitantes quantificados no Centro de Preservação da Memória da Sabiaguaba. A quantia total foi de 11.088 pessoas que participaram da visita ao local. Embora a inauguração do local tenha acontecido no final do ano de 2022, devido à ausência de dados recentes (ano de 2024) não foi possível avaliar aprofundadamente se o novo local causou alterações ou reteve os visitantes do complexo.

Conforme apresentado no gráfico referente ao ano de 2023, houve a visita de 63.653 pessoas no período. A quantidade de pessoas que frequentaram o complexo durante esse espaço de tempo abre uma possibilidade já explorada e que pode ser maximizada, ampliando a perspectiva de temas. Embora os dados do ano de 2024 ainda não estejam disponíveis, é possível observar problemáticas ambientais presentes no complexo, como na Área de Proteção da Sabiaguaba, como apresentado no trabalho de (Barros, 2024), como a falta de aplicações do Plano de Manejo e aceleração na urbanização. Através dessa análise, é possível observar algumas fragilidades da APA.

4.1 Educação Ambiental e Principais Impactos

Dentre as problemáticas que são observáveis, temos, a princípio, o aumento da quantidade de pessoas frequentando a região. O Complexo surge como uma possibilidade de atração para o local, contudo cabe salientar que outras atividades surgem como

consequência, nas quais podemos citar, o uso das dunas como fonte de lazer, conforme a notícia do Diário do Nordeste publicada no ano de 2022 que apresenta opções de lazer possíveis na região da Sabiaguaba, que em uma das opções apresenta a possibilidade de ver o pôr do sol sob a Duna nomeada de nome homônimo popularmente, essa maior presença de pessoas trafegando o local pode simbolizar uma possibilidade de mudanças nas características da duna (Gondim, 2024). Tal fato expõe uma vulnerabilidade à preservação do local.

À vista disso, cabe ressaltar novamente que toda a região do Complexo está em uma área de conservação municipal, denotando um importante papel na conscientização e práticas de educação ambiental aos visitantes e moradores da região. O evento nomeado popularmente de “subir a duna da Sabiaguaba” é constantemente divulgado em redes sociais e com destaque para perfis de divulgação turística da cidade de Fortaleza, e ocorre nos fins de semana e feriados com maior frequência.

Nesse sentido, faz-se necessário a aplicação de práticas de EA para transeuntes, até o momento as informações apresentam-se como limitadas a visitantes ao Complexo ou ao Ecomuseu. Ainda na perspectiva de EA, é possível observar que o maior tráfego de pessoas no local (Duna) apresenta risco para o local com o descarte irregular de lixo apresentado como risco à biodiversidade da região, conforme apresentado nos trabalhos de (Goldberg, 1995). O que coloca a região, que tem sido cada vez mais visitada, em risco de poluição e alterações na paisagem.

Diante da necessidade de compreender os visitantes e quantificá-los conforme apresentado, surge a necessidade de ampliação para desenvolvimento de práticas de educação ambiental no ambiente, atingindo os visitantes do complexo, como também os visitantes que recorrem às áreas externas, como a praia, dunas, barracas de praia etc. Tais atividades devem vir de uma maior divulgação por meio de redes sociais a prioridade conscientizar os frequentadores sobre os cuidados que precisam ser tomados no ambiente local e forma geral, que podem ser ampliadas com a oferta de oficinas, palestras, e estudosos da temática, considerando uma possibilidade de visitantes que desconhecem práticas de Educação Ambiental o trabalho de conscientização pode vir profundamente pensando em ir além da discussão de lixo no local ou “superlotação” na duna, com desenvolvimento de um trabalho contínuo dos equipamentos culturais já disponíveis na região é possível fazer a ampliação do acesso aos visitantes e moradores à Educação Ambiental, atualmente já há um trabalho de

divulgação por parte das mídias sociais do Complexo (Comags) administradas pelo IDM, onde é possível ver uma abordagem voltada para a EA e para às atividades executadas no local (Instituto Dragão do Mar, 2022).

4.2 Impactos ambientais na região - CE-010 em perspectiva

Na seara de mudanças que ocorreram na região, é possível citar a construção da CE- 010, a rodovia que faz ligação da região portuária de Fortaleza (Porto do Mucuripe) para o escoamento de cargas para a região do Eusébio. Foi inaugurada em 2018 (G1 Ceará, 2018). A rodovia, em seu processo de implantação, teve questionamento de riscos que ocorreriam para o meio ambiente. Após sua construção, a rodovia ainda sofre com Problemáticas do ponto de vista ambiental, localizada em uma região de dunas móveis (Silva, 2021).

Entre os anos de 2016 e 2024, há uma modificação notável na paisagem. Destaca-se o processo de construção da rodovia, que precede ainda os governos anteriores. Em uma avaliação quanto às imagens de satélite do período, é possível observar uma sequência de mudanças e alterações ao longo do tempo.

Na primeira e segunda imagem da Figura 4, é possível observar a CE-010 ainda como uma rodovia com característica de via de terra simples, posteriormente já como uma rodovia em processo de construção e adequação. Nesse processo, já é perceptível uma via duplicada. Seguindo na terceira e quarta imagem, é possível observar uma alteração na dinâmica das residências, o que pode sinalizar uma retirada de imóveis. Nas imagens 4 e 5 (Figura 4) também é possível ver uma estabilização quanto às construções na região e ocupação limitada às proximidades da via.

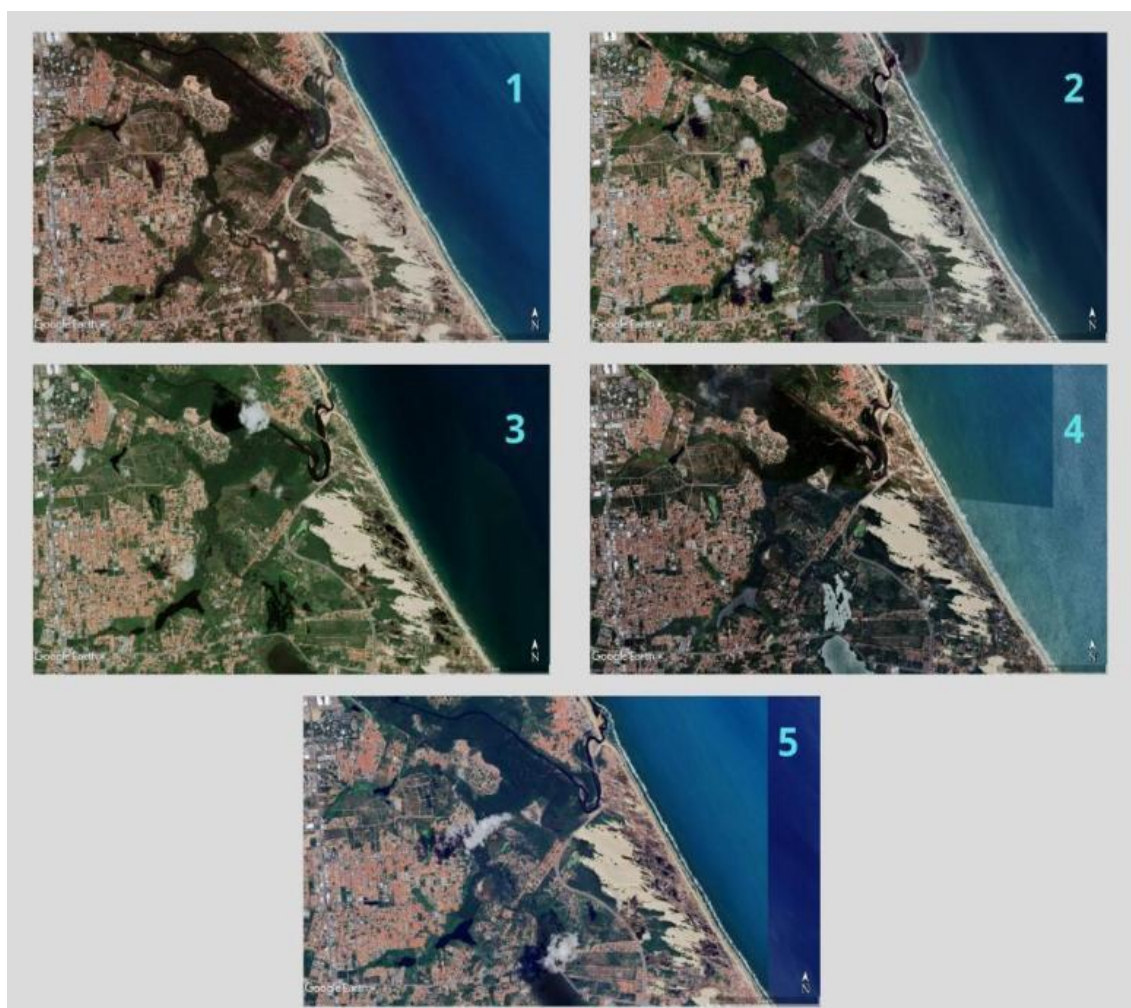


Figura 4: 1) Imagem de 2016; 2) Imagem de 2018; 3) Imagem de 2020; 4) Imagem de 2022; 5) Imagem 2024.

Fonte: Imagens: Google Earth Pro (2016, 2018, 2020, 2022 e 2024).

Ainda nesta seara, a rodovia CE-010 posteriormente à sua construção, foi abordada por meio de notícias da imprensa local quanto à região de duna ocupar parte da via. A solução desenvolvida tem sido a retirada mecânica das areias. Vale destacar que esse processo, como informado em notícia de 2021 (G1 Ceará, 2021), é autorizado pelos órgãos gestores, tais como: Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), no âmbito estadual, Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), do município de Fortaleza, e o Conselho Gestor das Unidades de Conservação da Sabiaguaba (CGS). Embora a prática de retirada seja uma realidade, o processo recebe críticas por parte das ONGs de proteção ambiental da cidade, que promovem outras soluções.

Dentro deste contexto de importância da via, é a intenção de promover menor circulação de veículos pesados na cidade. Contudo, cabe destacar que, anteriormente à construção da via, não existiam opções de tráfego da região do Porto do Mucuripe para o Município de Eusébio, sem o uso de vias saturadas na região dos bairros do Papicu, Edson Queiroz e Messejana. Devendo, portanto, se fazer necessário o desenvolvimento de soluções que amenizem os impactos ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao refletir sobre as ponderações apresentadas ao longo do presente estudo, foi possível observar um conjunto de ações que se apresentam como soluções que visam o desenvolvimento econômico ao mesmo tempo que um viés de sustentabilidade, isso é evidenciado quando o Comags ainda que localizado em uma APA exerce um papel estratégico em uma região com características únicas na cidade de Fortaleza.

O Complexo Gastronômico da Sabiaguaba surge em 2022 como um importante marco da cidade de Fortaleza, a cidade que tem em sua política local promover ações turísticas especialmente no setor da orla da cidade, contudo opções que façam a relação entre natural e uso turístico eram poucas, especialmente em um cenário de alterações da paisagem natural da zona costeira de Fortaleza. Em consonância com o projeto, ele abre uma possibilidade até então inexplorada que vai de encontro à Gestão Integrada de Zonas Costeiras e seus pilares (Vasconcelos, 2005) que se pode destacar o ponto de vista social que atinge as comunidades próximas e a história do local.

O desenvolvimento sustentável, como pilar do presente trabalho, é consolidado pela presença dos projetos que compõem as atividades no local. Contudo, com a ausência de dados recentes durante a elaboração do trabalho, causou-se uma impossibilidade de uma análise recente. Contudo, nos dados apresentados, já é possível observar um grande interesse do público no local e suas dependências internas e externas, que pode ser evidenciado através dos dados divulgados até o corrente período de estudo pelo IDM.

A divulgação por parte de influenciadores digitais e o próprio IDM observado entre os anos de 2024 e 2025 denotam uma possibilidade de maior público visitante. Contudo, ainda há desafios na aplicação do complexo na totalidade, como prover a segurança e consciência ambiental dos frequentadores, com destaque para áreas de duna, que devido ao seu caráter ambiental podem sofrer modificações devido ao maior trânsito de pessoas, como observado em outra região do Estado do Ceará no trabalho de Gondim, 2024.

Entre outras modificações na região, a construção da CE-010 que conforme apresentado na figura 4 promoveu mudanças na paisagem da região, e cabe um estudo com maior detalhamento e de forma contínua para um entendimento das consequências ambientais que a rodovia pode causar na APA e quais medidas mitigadoras podem ser tomadas para os dilemas das areias movimentadas das dunas para o curso rodoviário.

O presente se constituiu como uma avaliação da possibilidade de um empreendimento apresentar-se como estímulo para o desenvolvimento sustentável na cidade de Fortaleza. Com o uso de documentos divulgados pelos gestores do Comags foi possível verificar essa percepção. Na seara de novos trabalhos, pode-se aplicar metodologias de pesquisa como também uma maior análise das possibilidades para o desenvolvimento da região da APA da Sabiaguaba, que podem ser aplicadas do ponto de vista da sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão de Bolsa de Monitoria Acadêmica, bem como ao Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC) na posição de seus membros no apoio para o desenvolvimento do presente artigo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. [recurso eletrônico]. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 7 maio 2025.

BARROS, A. C. O. et al. Análise crítica do plano de manejo parque natural municipal das dunas e área de proteção ambiental de Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará: à luz da Geoecologia das Paisagens. **Revista Pantaneira**, v. 24, p. 181-198, 2024.

BILAR, A. B. C.; TAVARES, C. H. T. ; BEZERRA, J. K. G. da S.; BRASIL, J. M. S. ; SANTANA, L. N.; FEITOSA, M. J. da S.; SILVA, N. R. da .; PIMENTEL, R. M. de M. ; FERREIRA, R. S. ; SILVA, T. A. P. Desenvolvimento sustentável em publicações científicas brasileiras: uma revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 051–059, 2021. DOI: 10.24221/jeap.6.1.2021.4092.051-059. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/4092>. Acesso em: 7 maio. 2025.

CEARÁ. Governo do Estado. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). [s.d.]. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2025.

COTA, R. F. da S. Sustentabilidade Alagoana: uma análise em clusters dos indicadores de desenvolvimento sustentável dos municípios da zona costeira. 2024. 40 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

COSTA, G. L. ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO LAGAMAR DO CAUÍPE E ÁREA DE ENTORNO, ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO CEARÁ 2022. 131 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Vale Acaraú, Sobral, 2022.

CRZ PROJETOS LTDA/GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Estudo de Impacto Ambiental – EIA: implantação de rodovia em pista duplicada, rodovia estadual CE-251, no trecho Ponte do Rio Cocó (Sabiaguaba) – entroncamento CE-040/Anel Viário de Fortaleza, CE. Fortaleza: Departamento Estadual de Rodovias do Estado do Ceará – DER/CE, 2012.

FERREIRA PIMENTA, M. F.; NARDELLI, A. M. B. Desenvolvimento sustentável: os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos. **Perspectiva**, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 1257–1277, 2016. DOI: 10.5007/2175-795X.2015v33n3p1257. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2015v33n3p1257>. Acesso em: 7 maio. 2025.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal. Conselho Gestor das Unidades de Conservação da Sabiaguaba (CGS). *Canal Urbanismo e Meio Ambiente*, [s.d.]. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/urbanismo-e-meio-ambiente/381-conselho-gestor-das-unidades-de-conservacao-da-sabiaguaba-cgs>. Acesso em: 25 fev. 2025.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal. Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPPLAN). [s.d.]. Disponível em: <https://www.ipplan.fortaleza.ce.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2025.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

G1 CEARÁ. Areia das dunas da Sabiaguaba, na CE-010, é retirada em Fortaleza; vídeo. *G1*, 27 jul. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2021/07/27/areia-das-dunas-da-sabiaguaba-na-ce-010-e-retirada-em-fortaleza-video.ghtml>. Acesso em: 25 fev. 2025.

G1 CEARÁ. Rodovia que liga Fortaleza a Eusébio é inaugurada. *G1*, 20 maio 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/rodovia-que-liga-fortaleza-a-eusebio-e-inaugurada.ghtml>. Acesso em: 25 fev. 2025.

GOLDBERG, A. E. *Constructions: a construction grammar approach to argument structure*. Chicago: The University of Chicago Press, 1995.

GONDIM, J. H. A; VASCONCELOS, F. P; JOCA, Y. B; SILVEIRA, A.P. PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL E TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DUNAR: ANÁLISE COMPARATIVA DA DUNA DO PÔR DO SOL, JERICOACOARA – CEARÁ. **Revista Contexto**

Geográfico, [S. l.], v. 9, n. 18, p. 143–155, 2024. DOI: 10.28998/contegeo.9i.18.16702. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/view/16702>. Acesso em: 15 abr. 2025.

GOOGLE. Google Earth Pro. Imagens de satélite de Fortaleza, CE, Brasil. Dados de Maxar Technologies, CNES/Airbus, Landsat/Copernicus, capturadas em 2016, 2018, 2020, 2022 e 2024. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 21 mar. 2025.

INSTITUTO DRAGÃO DO MAR. *Complexo Ambiental e Gastronômico da Sabiaguaba*. [recurso eletrônico]. Disponível em: <https://www.idm.org.br/equipamentos/complexo-ambiental-e-gastronomico-da-sabiaguaba/>. Acesso em: 7 maio 2025.

LOPES, P. D. P.; TEIXEIRA, N. S.; BENTEMÜLLER, L. A. de A.; OLIVEIRA, M. M. N. de. OCUPAÇÕES IRREGULARES NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE DUNAS DA SABIAGUABA, FORTALEZA, CEARÁ. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 1321–1332, 2019. DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.605. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/605>. Acesso em: 22 jan. 2025.

MATOS, A.; Cabo, P.; Fernandes, A. & Ribeiro, M. (2016). Cenário evolutivo da educação ambiental para o desenvolvimento sustentável no mundo: etapas e promotores. *Revista Egítania Scientia*, 18(1), 7-32

MELLO, P. C. da C.. Análise dos efeitos da antropização sobre o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba. 2022. 50 f. **Monografia** (Licenciatura em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano: Estocolmo, 1972*. Tradução: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Brasília: IPHAN, [s.d.].

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração do Milênio. Nova York: ONU, 2000. Disponível em: <https://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>. Acesso em: 28 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 fev. 2025.

SILVA, L, C, L. Os impactos ambientais das intervenções do poder público nas dunas da sabiaguaba (fortaleza, ceará). 2021. 62 f. **Monografia** (Graduação em 2021) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em:

<<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=103656>> Acesso em: 25 de abril de 2025

SOUZA, L. S. F. Análise geoambiental das unidades de conservação de Sabiaguaba (Fortaleza - CE). 2009. 132 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

VASCONCELOS, F. P. **Gestão Integrada da Zona Costeira: Ocupação Antrópica Desordenada, Erosão, Assoreamento e Poluição Ambiental do Litoral**. Fortaleza (CE): PREMIUS, 2005.

MAPEAMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ASSÚ (RN): SUBSÍDIOS PARA GESTÃO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diêgo Ezaú Pereira de Araújo

Mestre em Geografia pela UERN, Graduando em Geografia pela Faculdade Venda Nova do Imigrante Mossoró, Rio Grande do Norte Brasil.

diegoeezan@uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0986-6890>

Márcia Regina Farias da Silva

Professora do Departamento de Gestão Ambiental da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

marciaregina@uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6685-598X>

Zoraide Souza Pessoa

Professora do Departamento de Políticas Públicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte

zoraide.pessoa@ufrn.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9509-5027>

Eloisa Fernanda de Oliveira

Graduanda do curso de Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

eloisafernanda@alu.uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1473-1193>

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise das políticas públicas desenvolvidas no Estado do Rio Grande do Norte (RN), que podem contribuir e subsidiar um plano de combate aos desafios das mudanças climáticas, tomando como referência o município Assú (RN). Como procedimento metodológico foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, por meio de uma revisão detalhada das legislações nas esferas: federal, estadual e municipal. Foram examinadas as políticas públicas e as iniciativas existentes, destacando a importância da integração entre os diferentes níveis de governo e da participação da sociedade civil para promover o debate voltado para adaptabilidade e a resiliência climática no âmbito local. Constatou-se que o RN dispõe de um robusto arcabouço legal e encontra-se em processo de elaboração de um projeto de lei voltado a orientar o combate dos efeitos das mudanças climáticas no Estado. Já o município de Assú apresenta uma vasta legislação ambiental, podendo contribuir na elaboração de uma política municipal com estratégias adaptativas. Portanto, o estudo destaca a urgência da promoção de investimentos contínuos para assegurar a promoção de estratégias adaptativas e de resiliência climática no (RN) e em especial no município de Assú.

Palavras-Chave:

Políticas ambientais;

Adaptabilidade;

Governança ambiental.

MAPEO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO DE ASSÚ (RN): SUBSIDIOS PARA LA GESTIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN

Palabras Clave:

Políticas ambientales;
Adaptabilidad;
Gobernanza ambiental.

Este artículo presenta un análisis de las políticas públicas desarrolladas en estado de Rio Grande do Norte (RN), que pueden contribuir y apoyar un plan de combate a los desafíos del cambio climático, tomando como referencia el municipio de Assú (RN). Como procedimiento metodológico se realizó una investigación bibliográfica y documental, mediante una revisión detallada de la legislación a nivel federal, estatal y municipal. Se examinaron las políticas e iniciativas públicas existentes, destacando la importancia de la integración entre los diferentes niveles de gobierno y la participación de la sociedad civil para promover el debate centrado en la adaptabilidad y la resiliencia climática a nivel local. Se constató que la (RN) cuenta con un marco legal robusto y se encuentra en proceso de elaboración de un proyecto de ley destinado a orientar la lucha contra los efectos del cambio climático en el Estado. El municipio de Assú cuenta con una amplia legislación ambiental, que puede contribuir al desarrollo de una política municipal con estrategias adaptativas. Por lo tanto, el estudio destacará la urgencia de promover inversiones continuas para asegurar la promoción de estrategias de adaptación y resiliencia climática en (RN) y especialmente en el municipio de Assú.

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos adversos das mudanças climáticas são considerados um dos problemas mais urgentes que enfrentamos na contemporaneidade, com impactos significativos na vida das pessoas e no meio ambiente. No Rio Grande do Norte, estado localizado no Nordeste do Brasil caracterizado pela abrangência majoritária de um clima semiárido, as mudanças climáticas representam um desafio adicional, devido à sua vulnerabilidade, no que se refere ao domínio climático, ao bioma de Caatinga, as áreas de desertificação já presentes no Estado e sua localização litorânea. Nesse contexto, políticas públicas eficazes são essenciais para enfrentar esses desafios, promover a adaptação e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

O debate atual sobre os efeitos adversos das alterações climáticas aponta para a necessidade de se pensar em soluções que possam minimizar os efeitos das alterações climáticas sobre o planeta Terra e suas consequências. Barbieri e Viana (2013) apresentam a possibilidade de redução de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), por meio da elaboração de políticas de mitigação voltadas para os maiores emissores, como os setores de siderurgia e transportes, entre outros, nas grandes cidades. Portanto, há possibilidades de investimentos públicos e privados em serviços ambientais, com a finalidade de subsidiar as

idades na elaboração de plano de ações voltados a adaptabilidade e a resiliência nos centros urbanos.

Nessa direção, ao tomar como referência os debates estabelecidos sobre mudanças climáticas, é fundamental que governos municipais estejam engajados em iniciativas de adaptação e resiliência, em conjunto com ações de mitigação de emissões. Destaca-se que, estas últimas, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), mostram-se insuficientes para impedir eventos climáticos extremos. O comprometimento político e a alocação de recursos locais são aspectos fundamentais nesse contexto. No entanto, a concretização desses planos e outras políticas climáticas de maneira eficaz enfrenta desafios, como a falta de autonomia econômica e institucional, bem como a necessidade de vontade política (WISE et al., 2014).

A crescente conscientização sobre as ameaças das mudanças climáticas tem levado cidades a buscarem soluções para redução de suas vulnerabilidades. Para alcançar essa finalidade, as cidades aderem a acordos e projetos internacionais que alocam recursos financeiros, possibilitando a formulação e implementação de estratégias de adaptação climática. Tais estratégias visam antecipar os efeitos das mudanças climáticas e, assim, minimizar a vulnerabilidade a seus riscos (OLIVEIRA; NOBRE, 2008).

Cabe ressaltar que a relevância deste estudo se insere no contexto global, no qual mais de metade da população mundial reside em áreas urbanas e as cidades desempenham um papel preponderante nas emissões de gases de efeito estufa. Tais emissões são responsáveis por mais de 40% do total das emissões globais de gases de efeito estufa (Ribeiro; Santos, 2016). Em decorrência desses fatores, os impactos das mudanças climáticas são frequentemente mais intensamente sentidos nas áreas urbanas, afetando diretamente as populações e o meio ambiente local.

Nessa direção, é possível realizar o seguinte questionamento: como o município de Assú está se preparando para o enfrentamento às mudanças climáticas? Como hipótese é possível destacar que dificilmente o município, assim como o estado do RN, possuem políticas públicas para mitigação dos efeitos adversos das mudanças climáticas, com vista às estratégias adaptativas.

Ao considerar a importância da reflexão ora apresentada, objetivou-se mapear as políticas públicas no âmbito federal, estadual e municipal, com a finalidade de identificar as ações que poderão contribuir para fomentar o debate local e subsidiar um plano de combate aos impactos adversos das mudanças climáticas no município de Assú (RN). Contribui-se,

portanto, para valorar os níveis de desenvolvimento e as diferenciações regionais existentes no Brasil, para efeito do Projeto: “Gestão de riscos, vulnerabilidades socioambientais, sustentabilidade e capacidade adaptativa climática em cidades do semiárido do Nordeste. Edital: Chamada CNPq/MCTIC N° 23/2020 – Pesquisa e Desenvolvimento em Sustentabilidade Urbana e Regional, na qual a proposta do presente estudo encontra-se inserida.

Espera-se que os resultados deste estudo possam orientar a tomada de decisões e ações práticas para enfrentar as mudanças climáticas em nível local, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região. Por meio desta pesquisa, pretende-se compreender se as gestões que consideram a gestão de riscos climáticos em seu planejamento urbano têm maior capacidade de desenvolver uma agenda de adaptação climática

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Assú está localizado na microrregião do Vale do Açu e na mesorregião do Oeste Potiguar, situando-se no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, que desempenha um papel fundamental no abastecimento hídrico da região. Este contexto geográfico confere ao município características peculiares, especialmente em relação ao uso e manejo de seus recursos naturais, que são influenciados por fatores econômicos e ambientais. De acordo com o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2008), Assú é um município do estado do Rio Grande do Norte como está representado no mapa de localização da (Figura 1).

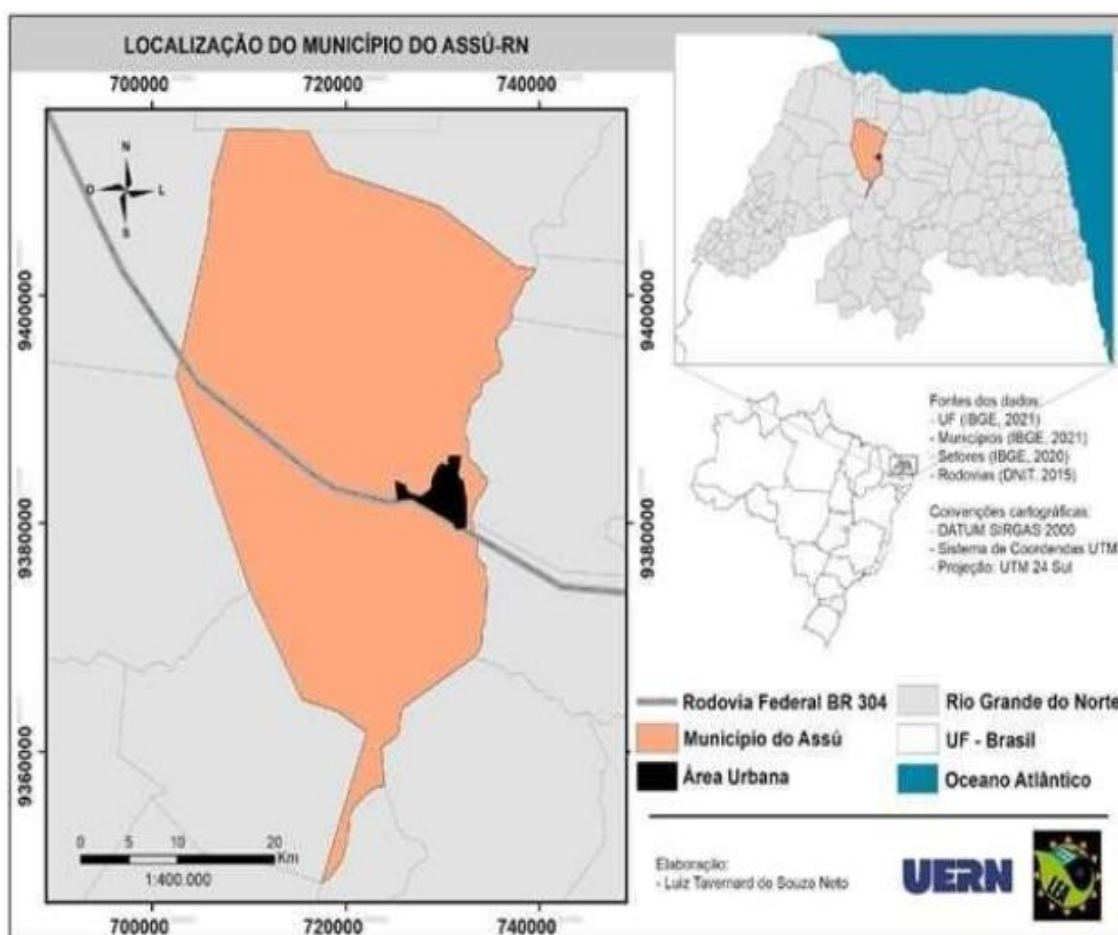


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo no município de Assú (RN), Nordeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2021). Elaboração: Luiz Tavernard de Souza Neto, 2023.

Em coordenadas, Assú está localizado entre os paralelos 9417634 e 9346355 de latitude Sul e os meridianos 741742 e 698403 de longitude Oeste. Apresenta uma área de 1.269,24 km², equivalente a 2,40% da superfície estadual, com uma altitude da sede de 27 metros (IDEMA, 2008). O município apresenta uma distância em relação à capital do estado de 207 km.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma população estimada em 56.482 habitantes. De acordo com dados fornecidos pelo IDEMA (2008), o clima dessa região é do tipo muito quente e semiárido. Apresentando, de forma geral, altas temperaturas e chuvas escassas, sendo definidos por duas estações: estação seca de 7 a 8 meses entre junho e janeiro, e estação de um curto período de inverno, entre os meses de março a abril.

2.2 Procedimento metodológico

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, por meio da consulta a livros, monografias, dissertações, teses, artigos de periódicos, entre outras fontes. Grazziotin

et al. (2022, p. 12) esclarece que uma pesquisa bibliográfica não se limita a uma revisão de literatura ou ao estado da arte, mas é um processo mais abrangente. A revisão de literatura constitui apenas uma etapa da pesquisa bibliográfica, cujo objetivo é reunir e analisar informações relevantes para a compreensão do tema.

A pesquisa foi realizada com foco na coleta de informações abrangentes e relevantes sobre o tema proposto. Foram consultadas bases de dados acadêmicas amplamente reconhecidas, como a Rede Cafe, Google Scholar, Plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o SciELO Brasil. Essas plataformas permitiram acesso a artigos científicos, dissertações, teses e publicações de alto impacto em suas respectivas áreas.

A pesquisa documental, conforme definido por Cellard (2008), envolve a análise de fontes primárias, como leis, decretos, portarias e relatórios oficiais, para investigar os contextos e processos sociais ou institucionais relacionados ao objeto de estudo. Neste trabalho, foram analisados documentos legais e normativos nas esferas federal, estadual e municipal. Esses documentos foram examinados sistematicamente com o objetivo de mapear políticas públicas e iniciativas que contribuem para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas, seja de forma direta, por meio de leis e regulamentos ambientais, ou indireta, por meio de programas de incentivo à sustentabilidade e à conservação de recursos naturais.

No âmbito federal, foram investigadas diretrizes gerais que estruturam a atuação do país frente aos desafios climáticos. Em nível estadual, destacaram-se planos de ação climática que visam adaptar e mitigar os efeitos das mudanças climáticas em contextos regionais específicos. Já no nível municipal, foram identificadas iniciativas voltadas à arborização urbana, gestão de resíduos sólidos e outras ações de impacto local, que, embora pontuais, possuem grande relevância para a adaptação das cidades às condições climáticas adversas.

A combinação dessa análise documental com o uso de dados acadêmicos possibilitou uma avaliação abrangente das ações governamentais e das políticas públicas. Essa abordagem ofereceu uma perspectiva sólida sobre a eficácia das estratégias implementadas e evidenciou lacunas e oportunidades para avanços futuros. Ao integrar conhecimento científico e ações práticas, o estudo contribui para compreender como diferentes níveis de governança têm enfrentado os desafios climáticos, respeitando suas responsabilidades e competências.

O procedimento metodológico adotado neste estudo foi cuidadosamente estruturado em quatro etapas principais, que possibilitaram um processo de pesquisa organizado e eficiente. Essas etapas são interdependentes e se complementam, garantindo a profundidade e a consistência na análise dos dados. A seguir, é apresentado em mais detalhes cada uma das fases: levantamento bibliográfico inicial, busca e seleção de fontes documentais, organização e categorização dos dados e por último a análise interpretativa, conforme está representado no fluxograma abaixo na (Figura 2).

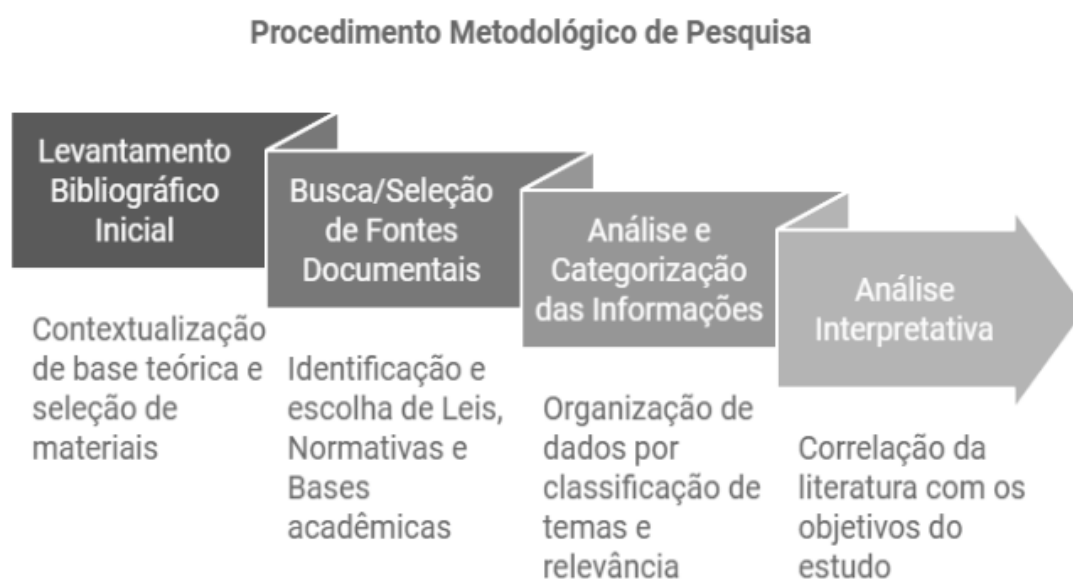


Figura 2: Procedimentos Metodológico da Pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.3 Etapas metodológicas

Levantamento bibliográfico inicial: a primeira etapa consistiu na realização de uma revisão da literatura existente sobre o tema de pesquisa. Esse levantamento buscou identificar e contextualizar as principais abordagens teóricas e lacunas existentes na área de estudo. O objetivo dessa fase foi construir uma base sólida de conhecimento sobre o estado atual da pesquisa, garantindo que o estudo estivesse alinhado com as principais discussões do campo.

Busca e seleção de fontes documentais: a segunda etapa envolveu a identificação e coleta de fontes documentais específicas que se relacionam diretamente com o objeto da pesquisa. Isso incluiu a análise de documentos legais, normativos, relatórios oficiais, e outros materiais que pudessem fornecer dados concretos sobre políticas públicas, programas governamentais ou práticas institucionais. Foram priorizados materiais de fácil acesso e de

fontes confiáveis, como legislações federais, estaduais e municipais, que poderiam ilustrar a implementação de políticas voltadas para a mitigação dos impactos climáticos, por exemplo.

Organização e categorização dos dados: após a coleta dos dados, iniciou-se o processo de organização e categorização das informações obtidas. Essa etapa foi importante para sistematizar os dados e permitir uma análise mais detalhada. Os documentos e as informações extraídas das fontes bibliográficas e documentais foram agrupados em categorias temáticas, facilitando a identificação de padrões e relações entre as diferentes fontes. Essa organização também ajudou a identificar lacunas de informação e a priorizar as áreas que mereciam maior atenção na análise.

Análise interpretativa: a última etapa do procedimento metodológico foi dedicada à análise interpretativa dos dados coletados e organizados. Nessa fase, foram aplicados métodos qualitativos para compreender o significado dos dados no contexto do objeto de estudo. A análise envolveu uma reflexão crítica sobre as políticas públicas, considerando sua eficácia, aplicabilidade e impacto, com base nos documentos analisados e nas fontes bibliográficas revisadas. Também foi possível identificar as principais tendências, desafios e oportunidades no campo de estudo, de modo a correlacioná-los e propor novas direções para futuras ações de políticas públicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Políticas Públicas na Esfera Federal

A estrutura legal referente às mudanças climáticas pode ser dividida em três principais áreas temáticas. A primeira delas é a governança climática, que abrange os instrumentos legais responsáveis por criar espaços de discussão, definir processos decisórios, estabelecer sistemas de monitoramento e avaliação relacionados à implementação das políticas climáticas. Esses mecanismos são fundamentais para promover o diálogo e determinar as metas e objetivos, bem como a maneira de alcançá-los (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2022a; 2022b.).

A segunda área temática diz respeito à implementação de políticas públicas. Nesse aspecto, as leis estabelecem as diretrizes para a execução das políticas relacionadas às mudanças climáticas, definindo metas e objetivos específicos e delineando os caminhos para alcançá-los. Já a terceira aborda os mecanismos de financiamento, que se referem à legislação

relacionada aos recursos financeiros necessários para concretizar as ações planejadas nas políticas de implementação. Esses mecanismos desempenham um papel essencial na viabilização das atividades necessárias para atingir as metas estipuladas nas políticas climáticas (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2022a; 2022b.).

Neste tópico, o foco se direciona para a Lei nº 12.187/2009 (BRASIL, 2009b), na Portaria nº 150/2016 do MMA (BRASIL, 2016) e na Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, os quais tratam diretamente da implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas três esferas da Federação e da promoção a gestão e redução do risco climático no Brasil, diante dos efeitos adversos associados às mudanças climáticas. No entanto, é fundamental ressaltar que o objetivo não é desconsiderar o amplo arcabouço da legislação ambiental, como a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional dos Recursos Hídricos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e várias outras legislações federais.

A Lei nº 12.187/2009 (BRASIL, 2009b), também conhecida como a Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), representa um marco significativo no contexto do combate às mudanças climáticas no Brasil. Essa legislação, a qual foi promulgada com o intuito de estabelecer as bases para a política nacional sobre mudanças climáticas e instituir diretrizes estratégicas que contribuam para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Desde a sua criação, a lei tem sido fundamental para a definição de ações concretas que buscam a mitigação das mudanças climáticas no país.

Um dos aspectos mais relevantes dessa lei é o estabelecimento de metas nacionais de redução de emissões de gases de efeito estufa. Com essa diretriz, o Brasil compromete-se a reduzir suas emissões e se alinhar aos esforços globais para combater as mudanças climáticas. Além disso, a PNMC prevê a criação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é um instrumento de extrema importância para a elaboração e monitoramento de políticas públicas que visam à sustentabilidade ambiental e à adaptação às transformações do clima (BRASIL, 2009b).

O supracitado dispositivo legal desempenha um papel fundamental na condução das políticas de mitigação das mudanças climáticas no Brasil, contribuindo para a consolidação de um país mais sustentável e alinhado com os compromissos internacionais. Seu valor reside não apenas na definição de metas, mas também na promoção da inovação, educação e na mobilização de esforços para enfrentar esse desafio global (BRASIL, 2009b).

Já a Portaria nº150/2016 de 10 de maio de 2016, emitida pelo MMA, estabelece a criação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, com base na Lei nº 12.187 de 2009, que instituiu a PNMC. Este plano tem como objetivo principal promover a gestão e redução do risco climático no Brasil, diante dos efeitos adversos associados às mudanças climáticas (BRASIL, 2016).

Os principais objetivos do Plano Nacional de Adaptação são: promover o conhecimento científico, técnico e tradicional, apoiando a produção, gestão e disseminação de informações relacionadas ao risco climático; coordenar e cooperar entre órgãos públicos, através de processos participativos, para melhorar as ações de gestão do risco climático; identificar e propor medidas para a adaptação e redução desse risco (MMA, 2016).

A Portaria também define que as contribuições, recomendações e informações produzidas pelo Grupo Técnico de Adaptação estarão disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente. Além disso, Grupos de Trabalho Temáticos serão criados para abordar áreas setoriais específicas do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Vale destacar que o financiamento das ações previstas no plano é de responsabilidade de seus executores (Ibdem).

A Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, é um marco no enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil, mas sua implementação apresenta desafios significativos. Entre os aspectos positivos é possível destacar: o planejamento com base científica. A lei exige que os planos sejam fundamentados em análises científicas, alinhados aos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), promovendo decisões embasadas e sustentáveis; a participação social e articulação entre esferas de governo, a lei estimula a integração entre União, estados, municípios e setores privados, além de garantir a inclusão de comunidades vulneráveis (BRASIL, 2024).

Assim, embora seja um avanço importante para a adaptação climática no Brasil, o sucesso da Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, dependerá de sua implementação prática, financiamento adequado e cooperação eficiente entre os entes federados. Uma revisão periódica a cada quatro anos pode ajudar a ajustar estratégias, mas é essencial que haja mecanismos mais robustos de monitoramento e cobrança de resultados.

3.2 Políticas Públicas Estaduais do Rio Grande do Norte

O estado do Rio Grande do Norte tem adotado uma série de políticas públicas que são consideradas de combate e atenuação dos efeitos das mudanças climáticas. Algumas das principais iniciativas e regulamentações incluem: a Lei nº 11.292/2022; Lei nº 10.154/2017; Lei nº 11.444/ 2023; Lei nº 11.332 /2022; Lei nº 10.517/2019; Lei Nº 10.296/2017; Lei Nº 10.077/2016 e uma minuta de Lei da Política Estadual sobre Mudanças Climáticas em andamento (RIO GRANDE DO NORTE, 2016; 2017a; 2017b; 2019; 2020; 2022a; 2022b 2023).

A Lei nº 11.292, de 13 de dezembro de 2022, por exemplo, ratifica o protocolo de intenções firmado entre vários estados brasileiros para a criação do Consórcio Interestadual Sobre o Clima, conhecido como Consórcio Brasil Verde. O objetivo principal desse consórcio é promover a cooperação entre os estados signatários para enfrentar os impactos adversos das mudanças climáticas no Brasil. O consórcio visa combinar o desenvolvimento econômico e a proteção do clima de maneira socialmente justa e ecologicamente equilibrada, com o objetivo de redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção da adaptação às mudanças climáticas.

Já a Lei nº 10.154, de 21 de fevereiro de 2017, institui a Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação no RN, estabelece princípios, definições e competências do poder público relacionadas à desertificação. Cria também, o Fundo Estadual de Combate à Desertificação (FECD) para arrecadar recursos destinados a programas de prevenção e combate à desertificação. Tem como objetivos principais apoiar o controle ambiental em áreas sujeitas à desertificação, prevenir o processo de desertificação.

Por outro lado, a Lei nº 11.444, de 30 de maio de 2023, institui a Campanha de Racionalização de Consumo de Água no Estado do Rio Grande do Norte. O objetivo dessa campanha é a promoção da conscientização sobre a importância de preservar e economizar água, garantindo esse recurso para as gerações atuais e futuras. A campanha é implementada por meio de ações educativas, incluindo campanhas publicitárias, atividades nas escolas e parcerias com entes públicos e privados (RIO GRANDE DO NORTE, 2023).

A Lei nº 11.332, de 30 de dezembro de 2022, estabelece a política estadual de reuso de água não-potável, tendo como base a Constituição Estadual e outras leis relacionadas à gestão hídrica. Visa promover o reuso de água para fins não-potáveis, como uma alternativa para garantir a oferta de água, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, promover a agricultura e proteger o meio ambiente (RIO GRANDE DO NORTE, 2022b).

No RN, uma série de leis foram estabelecidas com o intuito de promover a conscientização e práticas sustentáveis em relação ao meio ambiente e à gestão de resíduos. A Lei nº 10.077, de 13 julho de 2016, aborda a separação de resíduos recicláveis pelos órgãos públicos, incentivando a coleta seletiva solidária e a destinação dos resíduos sólidos a associações e cooperativas de catadores. Contribuindo não apenas para a reciclagem, mas também para a geração de renda para aqueles que dependem dos materiais recicláveis como fonte de renda (RIO GRANDE DO NORTE, 2016).

A Lei nº 10.296, de 22 dezembro de 2017, complementa esses esforços ao instituir a Semana de Conscientização e Orientação sobre Reciclagem e Descarte de Produtos Eletroeletrônicos. Essa semana, que ocorre anualmente na última semana outubro, busca alertar a sociedade sobre a destinação adequada de produtos eletroeletrônicos, promovendo a conscientização sobre o descarte responsável desses produtos, que frequentemente contêm materiais poluentes (RIO GRANDE DO NORTE, 2017)

Ademais, a Lei nº 10.517, de 30 maio de 2019, estabelece a “Política Estadual de Incentivo à Reciclagem e ao Meio Ambiente.” Esta lei possui uma abordagem abrangente, visando à proteção do meio ambiente, prevenção da poluição, minimização de resíduos e promoção da indústria de materiais recicláveis. Outrossim, enfatiza a educação ambiental, importância da coleta seletiva e a minimização dos resíduos, por meio do incentivo às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem e recuperação, e que busquem evitar sua geração (RIO GRANDE DO NORTE, 2019).

Cabe mencionar que, o RN lidera a produção de energia eólica no Brasil, contribuindo com 28,2% da capacidade total de geração de eletricidade em quilowatts (kW) por meio dessa fonte. Esse desempenho representa mais de 80% da energia elétrica média em megawatts (MW) gerada no estado, conforme informações fornecidas pelo Operador Nacional do Sistema (MELO, 2021).

Encontra-se em elaboração no RN, uma minuta de Projeto de Lei que irá dispor sobre a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas no Estado do Rio Grande do Norte e irá estabelecer seus princípios, objetivos, diretrizes, instrumentos e instituições envolvidas. Visando criar uma estrutura para lidar com os desafios das mudanças climáticas no estado. Para isso, define conceitos-chave, como mudanças climáticas, impactos, mitigação, desertificação, evento climático extremo adaptação, entre outros (RIO GRANDE DO NORTE, 2020).

A minuta de Lei estabelece uma série de objetivos, incluindo a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a manutenção do clima dentro de limites seguros, a redução das emissões de gases de efeito estufa, a promoção da adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas, a consolidação e expansão as áreas legalmente protegidas e o incentivo a restauração da cobertura vegetal com espécies nativas em áreas degradadas e o incentivo a ações que reduzam as pressões de queimadas e desmatamento sobre as florestas do estado. Também enfatiza a necessidade de promover o uso de energias renováveis e aumentar a eficiência energética (RIO GRANDE DO NORTE, 2020).

A importância da aprovação desta lei reside na necessidade de o estado do Rio Grande do Norte enfrentar os desafios das mudanças climáticas, que incluem eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar e impactos na saúde pública, qualidade do meio ambiente e economia (RIO GRANDE DO NORTE, 2020).

Certamente, é importante ressaltar que o objetivo deste tópico não foi esgotar a discussão sobre toda a legislação estadual relacionada à questão ambiental, mas sim destacar as principais políticas públicas que desempenham um papel fundamental no enfrentamento das mudanças climáticas no Estado do Rio Grande do Norte.

3.3 Políticas Públicas do Município de Assú

A lei Orgânica do município de Assú, promulgada em 30 de março de 1990, estabelece as diretrizes e normas para a organização e funcionamento do município. Dentre os pontos do instrumento legal, alguns podem ser considerados contribuições indiretas à mitigação às mudanças climáticas, dentre os quais destacam-se: do Planejamento Municipal, da Política Educacional, da Política Urbana, da Política Econômica e da Política do Meio Ambiente (ASSÚ,1990).

Da Política Urbana, disposta na Seção V da Lei Orgânica, a qual enfatiza a importância do Plano Diretor na proteção ambiental e no desenvolvimento sustentável do município. Nessa direção, a política urbana tem como objetivo o pleno desenvolvimento e o bem-estar dos habitantes do município, alinhados com as políticas sociais e econômicas locais (ASSÚ,1990).

Na Política do Meio Ambiente destaca-se a relevância da atuação do Município na garantia do direito de todos os cidadãos a um meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, essencial para a qualidade de vida. Além disso, enfatiza-se a necessidade de cooperação com órgãos estaduais, regionais e federais na proteção ambiental (ASSÚ,1990).

A Lei Complementar Nº 015, de 28 de dezembro de 2006 (ASSÚ, 2006), estabelece o Plano Diretor do município de Assú. O Plano Diretor é um instrumento fundamental para a gestão do desenvolvimento urbano e territorial de uma cidade (Brasil, 2001). No contexto das mudanças climáticas, o Plano Diretor desempenha um papel fundamental na promoção de um ambiente urbano sustentável.

Destacam-se alguns dos principais aspectos do Plano Diretor de Assú que podem contribuir para o enfrentamento das mudanças climáticas: Uso e Ocupação do Solo a definição de regras e critérios para o uso e ocupação do solo, como margens de rios e áreas de relevante interesse ecológico, contribuem para a proteção de ecossistemas naturais (ASSÚ, 2006).

A Lei nº 656, de 08 de maio de 2019, instituiu a política municipal de saneamento básico em Assú, na qual são estabelecidas os princípios, diretrizes, objetivos, instrumentos, planejamento, regulação, fiscalização, prestação de serviço público de saneamento, controle social e normas legais e técnicas que promovem a gestão integrada e associada, bem como o gerenciamento dos serviços de saneamento básico (ASSÚ, 2019a).

Já a Lei Municipal nº 836, de 18 de maio de 2022, proíbe o plantio da espécie NIM (*Azadirachta indica*), de origem asiática, tanto na zona urbana quanto na zona rural do município de Assú, com o propósito de arborização e reflorestamento. O objetivo da lei é evitar a descaracterização do bioma Caatinga causada pelo plantio desordenado dessa espécie exótica invasora (ASSÚ, 2022a).

Na consulta realizada no site oficial do município foi possível constatar a publicação de alguns Decretos como o Decreto Municipal nº 005, de 10 de fevereiro de 2022, o qual declarou situação de emergência nas áreas do município de Assú, afetadas por desastre natural climatológico devido à estiagem prolongada, que provocou a redução sustentada das reservas hídricas existentes (ASSÚ, 2022b).

O município de Assú possui Código Sanitário no qual foi instituído por meio da Lei nº 799, de 23 de dezembro de 2021. Este código regula assuntos relacionados à vigilância sanitária, estabelecendo as medidas necessárias para proteger a saúde pública e a higiene, estabelecendo também diretrizes que contribuem significativamente para a proteção ambiental. Dentro deste código, há uma série de artigos que abordam a importância do cuidado com o meio ambiente.

A Lei Nº 666, de 27 de junho de 2019, criou no âmbito municipal o Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA). Possui natureza contábil e financeira, sendo gerenciado pelo Presidente do Conselho Municipal do Meio Ambiente. Os recursos do FEMA provêm de várias fontes, incluindo dotações orçamentárias, doações, multas ambientais, rendimentos de aplicações financeiras e outros (ASSÚ, 2019).

O município possui Conselho Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo que foi criado pela Lei nº 665, de 27 de junho de 2019, com o propósito de lidar com questões relacionadas ao meio ambiente, urbanismo e saneamento básico. Possuindo caráter colegiado, consultivo e deliberativo em sua competência, sendo composto por representantes do poder público e da sociedade civil organizada, com mandatos de dois anos. As reuniões do Conselho são públicas e amplamente divulgadas, e seus membros podem ser substituídos por seus suplentes em caso de impedimento.

Além disso, o município possui a Política Ambiental Municipal e o Sistema Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente, que foram instituídos pela Lei nº 664/2019 de 27 de junho de 2019, que estabelece as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável e a conservação ambiental no âmbito municipal, bem como a criação de mecanismos de planejamento e regulação o uso do solo, considerando os aspectos ambientais (ASSÚ, 2019b).

A Lei Nº 656, de 08 de maio de 2019, instituiu a Política Municipal de Saneamento Básico na qual foram estabelecidos diretrizes e medidas para melhorar a prestação de serviços de saneamento, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Tendo como objetivo promover a qualidade de vida da população local, garantindo o acesso a serviços de saneamento adequados, à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável do município.

Já a Lei Nº 606, de 27 de dezembro de 2017, dispõe sobre a instalação de lixeiras seletivas nas escolas públicas do município de Assú, no qual determina que a Prefeitura do Município de Assú instalará, de forma progressiva, nas escolas públicas municipais, lixeiras em quantidade suficiente para a coleta seletiva de resíduos, como plásticos, vidros, papéis, metais e outros materiais.

O (Quadro 1) exemplifica em forma de síntese as políticas públicas retratadas nesta etapa de pesquisa, separando-as em esferas de nível Federal, Estadual e Municipal, número de identificação ou titulação das políticas públicas e uma breve descrição:

Quadro 1: síntese das políticas públicas levantadas.

Esfera	Políticas Públicas	Descrição
Federal	Lei nº 12.187/2009	Política Nacional sobre Mudança do Clima.
Federal	Portaria nº 150/2016 (MMA)	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.
Federal	Lei nº 14.904/2024	Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação às mudanças climáticas no Brasil,
Estadual	Lei nº 11.292/2022	Criação do Consórcio interestadual sobre o Clima.
Estadual	Lei nº 10.154/2017	Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação.
Estadual	Lei nº 11.444/2023	Institui a Campanha de Racionalização de Consumo de Água no Estado.
Estadual	Lei nº 11.332/2022	Estabelece a Política Estadual de Reuso de Água não potável.
Estadual	Lei nº 10.517/2019	Aborda a Separação de Resíduos Recicláveis pelos Órgãos Públicos.
Estadual	Lei nº 10.296/2017	Institui a Semana de Conscientização e Orientação sobre Reciclagem e Descarte de Produtos Eletroeletrônicos.
Estadual	Minuta de lei -Política Estadual sobre Mudanças Climáticas	Política Estadual sobre Mudanças Climáticas.
Municipal (Assú)	Lei Orgânica de 30 de março de 1990	Estabelece normas para organização e funcionamento do município.
Municipal (Assú)	Lei Complementar nº 015	Estabelece o Plano Diretor.
Municipal (Assú)	Lei nº 656/2019	Política Municipal de Saneamento Básico.
Municipal (Assú)	Lei nº 836/2022	Proíbe o plantio da espécie NIM para preservação do bioma Caatinga.
Municipal (Assú)	Lei nº 799/2021	Regula assuntos de vigilância sanitária e proteção ambiental.
Municipal (Assú)	Lei nº 666/2019	Cria o Fundo Especial do Meio Ambiente.
Municipal (Assú)	Lei nº 665/2019.	Cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em nível federal, a Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e a Lei nº 14.904/2024 representam pilares essenciais para a coordenação de ações em todo o país. Essas estratégias proporcionam metas claras de redução de emissões, estímulo à inovação e educação ambiental. A criação do Plano Nacional de Adaptação demonstra a importância de

abordagens preventivas e de gestão de riscos climáticos. Recentemente a Lei 14.904/2024, estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação às mudanças climáticas.

A nova norma busca reduzir a vulnerabilidade e a exposição a riscos dos sistemas ambiental, social, econômico e de infraestrutura diante dos efeitos adversos das mudanças climáticas. A Lei altera e define diretrizes para a criação desses planos de adaptação, baseando-se na Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei 12.187 de 2009. Assim, os planos de adaptação deverão identificar, avaliar e priorizar medidas para enfrentar desastres naturais recorrentes; minimizar perdas e danos; e promover a resiliência dos sistemas afetados.

No cenário estadual, o Rio Grande do Norte demonstrou um comprometimento substancial por meio de diversas políticas públicas voltadas para mitigação e adaptação às mudanças climáticas mesmo que de forma indireta. Destacam-se iniciativas como a criação do Consórcio Brasil Verde e leis específicas que abordam desertificação, reúso de água, reciclagem e incentivo a energias renováveis. Essas medidas indicam uma abordagem abrangente e multifacetada, alinhada ao enfrentamento dos desafios climáticos em diferentes setores.

Cabe ressaltar que, para se pensar em estratégias adaptativas faz-se necessário como já destacava o MMA (2016) um conjunto de políticas no âmbito local que dialoguem as políticas públicas nacionais e estaduais, visando conjuntamente, tornar as cidades com maior capacidade de resposta os efeitos negativos das mudanças climáticas, abrangem um leque de problemas que vão desde o aumento das temperaturas, elevação do nível do mar, formação de ilhas de calor, inundações, escassez de recursos hídricos e alimentares, acidificação dos oceanos e ocorrência de eventos climáticos extremos (secas, ciclones, tempestades tropicais, entre outros). Assim, esses eventos ficam cada dia mais frequentes e necessitam de respostas rápidas para resolução dos problemas por eles causados.

Por fim em relação ao município de Assú, a partir do levantamento realizado foi possível identificar que, embora o município de Assú ainda não tenha uma política pública direcionada especificamente ao enfrentamento das mudanças climáticas, é evidente que diversas políticas públicas já em vigor e desempenham um papel fundamental na atenuação desses impactos. Iniciativas como o Plano Diretor, a Política Municipal de Saneamento Básico, o Código Sanitário, a Coleta Seletiva nas escolas e a presença do Conselho Municipal de Meio Ambiente demonstram um compromisso com a qualidade de vida dos cidadãos e com a proteção do meio ambiente.

Verificou-se com base no levantamento das políticas públicas voltadas para a questão ambiental que o município de Assú apresenta um arcabouço legal considerável para uma cidade de pequeno porte. Contatou-se ainda que, as políticas municipais encontram-se em sintonia com o conjunto de políticas nos âmbitos nacional e estadual.

Em síntese, é preciso compreender a crise climáticas como um problema interseccional, busca estabelecer uma Agenda local, com base nas proposições da Agenda 2030 e criar espaços para discussão e proposição de estratégias de adaptação, resiliência urbana, prevenção de enchentes, desabamentos e outros desastres ambientais, a partir da elaboração de um Plano Estadual de Adaptação às Mudanças Climáticas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no levantamento realizado é possível aferir que as políticas públicas brasileiras para mudanças climáticas têm evoluído gradativamente, alinhando-se às diretrizes globais de mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. O país tem como marco a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e recentemente foi instituída a Lei nº 14.904/2024 que reforça a necessidade da elaboração dos planos de adaptação climática.

Em termos de fóruns de discussão, o Brasil tem participado ativamente de instâncias nacionais e em Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP), como recentemente em Baku, Azerbaijão, na qual estabeleceu o compromisso do país em reduzir suas emissões líquidas de gases de efeito estufa de 59% a 67% em 2035, na comparação com os níveis de 2005. Isso equivale, em termos absolutos, a uma redução de emissões para alcançar entre 850 milhões e 1,05 bilhão de toneladas de gás carbônico equivalente em 2035 (Secretária de Comunicação Social, 2024).

A efetivação das políticas voltadas para as mudanças climáticas, ainda se constituem, com um desafio, que incluem garantir a implementação eficaz das políticas, mobilizar recursos financeiros e envolver a sociedade em estratégias colaborativas. O Brasil tem potencial para liderar ações climáticas globais, especialmente devido à sua biodiversidade, mas enfrenta barreiras como desmatamento e desigualdades sociais que exigem soluções integradas e inovadoras.

No que se refere ao estado do Rio Grande do Norte o Projeto de Lei de Mudanças Climáticas do Estado propõe um conjunto de ações para enfrentar as mudanças climáticas e suas consequências, com a finalidade de buscar a redução de emissões de gases de efeito estufa e a promoção de energias renováveis. A proposta inclui a criação de estratégias de adaptação, como a proteção e recuperação de áreas naturais, além de ações externas para o transporte público e a infraestrutura urbana, com foco na eficiência energética e no uso sustentável do solo.

O Projeto também prevê a participação pública e privada no processo decisório, incentivos para a utilização de transporte não poluente e a ampliação dos sumidouros de carbono. Outro ponto relevante é o incentivo à implementação de energias renováveis e à substituição gradual de combustíveis fósseis, além da realização de avaliações ambientais. Todavia, é preciso avançar com os encaminhamentos para aprovação e efetivação da Política de Mudanças Climáticas no Estado do Rio Grande do Norte, sobretudo, por considerar as fragilidades urbanas, climática e do ecossistema de Caatinga.

Além disso, é importante destacar o papel da governança local e interinstitucional na efetivação dessas políticas. A articulação entre os diferentes níveis de governo e setores da sociedade é fundamental para enfrentar as complexidades das mudanças climáticas de maneira integrada. Nesse contexto, iniciativas colaborativas entre municípios, estados e a União podem potencializar os resultados, especialmente no que diz respeito à implementação de políticas de mitigação e adaptação. Parcerias público-privadas podem ser eficazes na alocação de recursos e na execução de projetos de grande escala. Esse modelo cooperativo se torna ainda mais relevante em regiões vulneráveis, como o semiárido brasileiro, onde os desafios socioeconômicos e ambientais demandam soluções compartilhadas.

Por fim, o município de Assú apesar de apresentar um robusto arcabouço legal que poderá viabilizar a elaboração de uma legislação municipal voltada à construção de estratégias de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, precisa de ações mais efetivas para enfrentar os desafios ambientais específicos da região semiárida, como a escassez hídrica, o desmatamento da Caatinga e a fragilidade do solo propenso a fenômenos de desertificação, além do impacto das atividades antrópicas, como a indústria cerâmica e o polo de fruticultura irrigada.

É essencial fomentar o debate no âmbito municipal para estabelecer uma agenda ambiental robusta que contemple a criação de um plano municipal de combate às mudanças climáticas. Esse plano deve incluir ações como a conservação dos recursos hídricos, por meio

de reuso de água e tecnologias de irrigação eficiente; a preservação e recuperação do ecossistema da Caatinga, com programas de reflorestamento e combate ao desmatamento e queimadas; práticas sustentáveis de uso do solo para conter a desertificação; a regulação das indústrias para reduzir emissões e resíduos e extração dos recursos naturais; e o incentivo à economia verde, como o ecoturismo e a transição energética para fontes renováveis.

Além disso, a educação ambiental e a participação comunitária devem ser priorizadas, promovendo campanhas de conscientização e fóruns de consulta popular para garantir que as ações sejam socialmente inclusivas e ambientalmente eficazes. Essas iniciativas, integradas em um plano estratégico com metas claras e mecanismos de monitoramento, podem tornar Assú um modelo de resiliência climática e sustentabilidade no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ASSÚ. Decreto Nº 005, de 10 de fevereiro de 2022. **Declara situação de emergência nas áreas do Município de Assú afetadas por desastre natural climatológico por estiagem prolongada que provoca a redução sustentada das reservas hídricas existentes (Cobrade/1.4.1.2.0-Seca) e dá outras providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 11 fev. 2022b, ano 18, nº 4333.

ASSÚ. Lei Complementar nº 015, de 28 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Assú e dá outras providências.** Diário Oficial do Município do Assú, Assú/RN: 29 dez. 2006.

ASSÚ. Lei Nº 606, de 27 de dezembro de 2017. **Dispõe sobre a Instalação de Lixeiras Seletivas nas Escolas Públicas Municipais.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 28 dez. 2017, ano 13, nº 3329.

ASSÚ. Lei Nº 656, de 08 de maio de 2019. **Institui a Política Municipal de Saneamento Básico de Assú/RN e Dá outras Providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 9 maio 2019a, ano 15, nº 3657.

ASSÚ. Lei Nº 664, de 27 de junho de 2019. **Dispõe sobre a proibição do plantio do Nim (Azadirachta Indica A. Juss), no Município do Assú e dá outras providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 28 jun. 2019b, ano 15, nº 3690.

ASSÚ. Lei Nº 665, de 27 de junho de 2019. **Dispõe sobre o Conselho Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo e dá Outras Providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 28 jun. 2019c, ano 15, nº 3690.

ASSÚ. Lei Nº 666, de 27 de junho de 2019. **Cria no Âmbito do Município de Assú o Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – FEMA, e Dá Outras Providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 28 jun. 2019d, ano 15, nº 3690.

ASSÚ. Lei Nº 799, de 23 de dezembro de 2021. **Institui o código sanitário do município do Assú/RN e dá outras providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 24 dez. 2021, ano 17, nº 4299.

ASSÚ. Lei Nº 836, de 18 de maio de 2022. **Dispõe sobre a Política Ambiental Municipal, o Sistema Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente do Município De Assú e dá outras providências.** Diário Oficial do Município do Assú: Seção 1, Assú/RN, 19 maio de 2022, ano 15, nº 3657.

ASSÚ. Lei Orgânica do Município de Assú, Estado do Rio Grande do Norte. Assú/RN: Prefeitura do Município do Assú, 30 mar.1990. Disponível em: <https://www.acu.rn.leg.br/lei-organica>. Acesso em: 31 out. 2023.

ASSÚ. **Perfil.** Assú/RN: [2023?]. Disponível em: <https://assu.rn.gov.br/historia/>. Acesso em: 31 out. 2023.

BARBIERI, A. F.; VIANA, R. de M. **Respostas urbanas às mudanças climáticas: construção de políticas públicas e capacidades de planejamento.** In: OJIMA, R.; MARANDOLA JR., E. (Orgs.). Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social. São Paulo/SP: Blucher, Coleção População e Sustentabilidade, 2013. p. 57-72, v.1.

BRASIL. Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024. **Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima; altera a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009; e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 jun. 2024, pág. 8. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal>. Acesso em: 16. nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009. **Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima**, altera os arts. 6o e 50 da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília/DF: Imprensa Nacional, 11 dez. 2009a.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília/DF: Imprensa Nacional, 30 dez. 2009b.

BRASIL. Portaria nº 150, de 10 de maio de 2016. **Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências.** Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/plano-nacional-de-adaptacao>. Acesso em: 08 de nov. De 2023.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília/DF: Imprensa Nacional, 17 jul.2001.

CELLARD, A. A Análise Documental. In: POUPART, J. et al. (Orgs.) **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 295 - 316.

GRAZZIOTIN, L. S.; KLAUS, V.; PEREIRA, A. P. M. **Pesquisa documental histórica e pesquisa bibliográfica: focos de estudo e percursos metodológicos.** *SciELO*, Brazil, Pro-Posições, v. 33, n. 2, p. 1-30, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2020-0141>. Acesso em: 26 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio De Janeiro/RJ: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 jan.2024.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Perfil do seu município: Assú**. Natal/Rio Grande do Norte: IDEMA, 2008. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL>. Acesso em: 24 abr. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Factsheet: **What is the IPCC?**. Geneva/ Switzerland: IPCC,2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>. Acesso em: 23 maio 2023.

MELO, E. A. de O. **Geração de energia eólica onshore no Rio Grande do Norte: uma avaliação sobre o emprego formal e arrecadação tributária**. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luziene Dantas de Macedo. 2021. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em CiênciasEconômicas) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande doNorte, Natal, 2021.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **A Conta Chegou: o terceiro ano de destruição ambiental sob Jair Bolsonaro - Relatório do Observatório do Clima 2022**. [s.l.]: Observatório do Clima, 2022b. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/02/A-conta-chegouHD.pdf>. Acesso em: 04 out. 2023.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. IPCC AR6, WG2: Resumo. [s.l.]: Observatório do Clima, 2022a. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/02/OC-IPCCFACTSHEET21.pdf>. Acesso em: 26 set.2023.

OLIVEIRA, G. S. de; NOBRE, C. A.. **Mudanças climáticas e mudanças socioambientais globais: Reflexões sobre alternativas de futuro**. In: TASSARA, E. T. de O. (coord); RUTKOWSKI, Emília Vanda (Org.). **Mudanças Climáticas e Mudanças Socioambientais Globais: Reflexões sobre Alternativas de Futuro**. Brasília/DF: UNESCO, IBICC, 2008. p. 15-33.

RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S.. **Mudanças climáticas e cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE, UFRJ, 2016. v. 1. 116p.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 10.077, de 13 de julho de 2016. **Dispõe sobre a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública estadual, direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte: Seção1. Natal/RN, 14 jul. 2016.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 10.154, de 21 de fevereiro de 2017. **Institui a Política Estadual de Combate e Prevenção à Desertificação no Estado do Rio Grande do Norte e fixa outras providências**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte: Seção 1. Natal/RN, 22 fev. 2017a.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 10.296 de 22 de dezembro de 2017. **Institui a Semana de Conscientização e Orientação sobre Reciclagem e Descarte de Produtos**

Eletroeletrônicos no Estado do Rio Grande do Norte. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte: Seção 1. Natal/RN, n. 14.076, 23 dez. 2017b.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 10.517, de 30 de maio de 2019. **Dispõe sobre a Política Estadual de Incentivo a Reciclagem e ao Meio Ambiente no Estado do Rio Grande do Norte e estabelece outras providências.** Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte: Seção 1, Natal/RN, n.14.426, 01 jun. 2019.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 11.292, de 13 de dezembro de 2022. **Ratifica o protocolo de intenções firmado entre os Estados do Rio Grande do Norte, Acre, Alagoas, Amapá, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Sul, para a constituição do consórcio interestadual sobre o clima (Consórcio Brasil Verde), com o objetivo de promover o enfrentamento aos efeitos adversos das mudanças climáticas do clima no Brasil.** Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte: Seção 1, Natal/RN, ano 90, n. 15.324, 14 dez. 2022a.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 11.332, de 30 de dezembro de 2022. **Dispõe sobre a política de reuso de água não potável no âmbito do Estado do Rio Grande do Norte.** Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, Natal/RN, ano 90, n. 15.337, 31 dez. 2022b.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 11.444, de 30 de maio de 2023. **Institui a Campanha de Racionalização de Consumo de Água no âmbito do Estado do Rio Grande do Norte e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte, Natal/RN, ano 90, n. 15.437, 31 maio de 2023.

RIO GRANDE DO NORTE. Minuta do Projeto de Lei nº xxxxxx, de xx de xxxxx de 2020. **Título da Minuta de Lei: Dispõe sobre a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e dá outras providências.** Natal/RN: [s.e.], 2020 Disponível em: <http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000247253.PDF>. Acesso em: 05 nov. 2023.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. **COP29: compromissos do Brasil marcam avanço global na luta contra a mudança do clima.** Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/11/cop29-compromissos-do-brasil-marcam-avanco-global-na-luta-contr-a-mudanca-do-clima>. Acesso em: 16 de nov. 2024.

WISE, R.M.; FAZEY, I.; STAFFORD SMITH, M.; PARK, S.E.; EAKIN, H.C.; VAN GARDEREN, E.R.M.A.; CAMPBELL, B. **Reconceptualizing adaptation to climate change as part of pathways of change and response.** Global Environmental Change, v.28, p.325-336, 2014.

INFRAESTRUTURA VERDE E PLANEJAMENTO URBANO: DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Renata Duarte de Almeida

Mestranda do curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

almeida.renatad@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9845-6924>

Márcia Regina Farias da Silva

Professora do Departamento de Gestão Ambiental da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

marciaregina@uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6685-598X>

Eloisa Fernanda de Oliveira

Graduanda do curso de Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

eloisafernanda@alu.uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1473-1193>

Diêgo Ezaú Pereira de Araújo

Mestre em Geografia pela UERN, Graduando em Geografia pela Faculdade Venda Nova do Imigrante Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil

diegoeazan@uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0986-6890>

Palavras-chave:

Reflorestamento urbano;

Projeto Plantando o Futuro;

Políticas Públicas;

Gestão Ambiental.

RESUMO

O crescimento desordenado das cidades e a ausência de planejamento urbano, tem contribuído para impulsionar as alterações climáticas. É importante pensar em estratégias de enfrentamento, principalmente em regiões mais vulneráveis, como o Nordeste brasileiro, sobretudo, nas áreas de clima semiárido. O artigo objetiva destacar como a arborização urbana pode influenciar positivamente, para contribuir e minimizar os efeitos das mudanças climáticas. A pesquisa tem como objeto de estudo, o Projeto Estadual de Produção de Mudanças Nativas “Plantando o Futuro”, realizado nos municípios de Mossoró, Caraúbas, Upanema e Campo Grande (RN), que foram beneficiados pelo recebimento de mudas. Na metodologia, adotou-se a abordagem qualitativa, com realização de pesquisa bibliográfica, documental e de campo. Foram realizadas entrevistas com representantes do poder público e organizações não governamentais dos municípios. Os dados foram analisados a partir da análise de conteúdo. Constatou-se, como estratégia de enfrentamento às mudanças climáticas adotada pelos municípios a arborização urbana associada à educação ambiental. Verificou-se que os municípios apresentam interesse na implantação de viveiros de mudas para fins de arborização urbana. Portanto, conclui-se que, o desenvolvimento de programas e projetos de arborização urbana é de fundamental importância nas políticas ambientais dos municípios, como forma de enfrentamento às mudanças no clima.

Palavras-Chave: Arborização Urbana; Projeto Plantando o Futuro; Políticas Públicas; Gestão Ambiental.

GREEN INFRASTRUCTURE AND URBAN PLANNING: CHALLENGES AND SOLUTIONS FOR A SUSTAINABLE FUTURE

ABSTRACT

Keywords:

Urban Afforestation;
Planting the Future
Project;
Public Policies;
Environmental
Management.

The disorderly growth of cities and the lack of urban planning have contributed to driving climate change. It is important to think about coping strategies, especially in the most vulnerable regions, such as the Brazilian Northeast, especially in areas with a semi-arid climate. The article aims to highlight how urban afforestation can have a positive influence on contributing to and minimizing the effects of climate change. The object of the research is the State Project for the Production of Native Seedlings “Planting the Future”, carried out in the municipalities of Mossoró, Caraúbas, Upanema and Campo Grande (RN), which benefited from receiving seedlings. The methodology adopted was qualitative, with bibliographical, documentary and field research. Interviews were conducted with representatives of public authorities and non-governmental organizations in the municipalities. The data was analyzed using content analysis. The strategy adopted by the municipalities to tackle climate change was urban afforestation combined with environmental education. It was found that the municipalities are interested in setting up seedling nurseries for urban afforestation. Therefore, it can be concluded that the development of urban afforestation programs and projects is of fundamental importance in the environmental policies of municipalities, as a way of coping with climate change.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização vem acontecendo de forma intensa, no qual os grandes empreendimentos industriais, prédios residenciais e comerciais, pavimentação asfáltica, entre outros, têm tomado todo o espaço, ocasionado diversos problemas ambientais e também de infraestrutura urbana.

De acordo com Teixeira; Pessoa; Dias *et. al.* (2021, p. 17), “o processo de urbanização no Brasil se deu de maneira tardia, intensa e desordenada”. O crescimento desordenado tem afetado diretamente as áreas urbanas, uma vez que as cidades não possuem estudos voltados para o planejamento de como esses espaços devem ser ordenados, afetando diretamente os aspectos socioambientais.

Os espaços urbanos têm sua vegetação desmatada para dar vez às grandes construções; o aumento do tráfego de veículos nas vias provoca a liberação de gases poluentes na atmosfera; esses são alguns dos impactos negativos que são gerados a partir do crescimento da urbanização desordenada. Consequentemente, esses impactos podem gerar outros problemas, como intensificação de ilhas de calor, desconforto térmico, agravamento de problemas respiratórios, dentre vários outros problemas, nesse contexto, Pinheiro e Souza

(2017), afirmam, o crescimento desordenado impulsiona as alterações climáticas no meio ambiente afetando a qualidade de vida humana.

O planejamento urbano é primordial para o bom desenvolvimento das cidades, a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, direcionada a Lei do Estatuto da Cidade, tem como objetivo ordenar o bom desenvolvimento das funções sociais. O inciso I do Art.º 2 da referida Lei apresenta que, o Estatuto da Cidade visa o direito a cidades sustentáveis, garante acesso equitativo à terra urbana, moradia digna, saneamento ambiental, infraestrutura urbana, transporte, serviços públicos, trabalho e lazer. Esse direito objetiva promover a qualidade de vida para as gerações atuais e futuras proporcionando um desenvolvimento urbano sustentável (Brasil, 2001).

Ainda na discussão sobre o planejamento urbano, destaca-se um dos instrumentos da Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, o Plano Diretor, que faz parte do planejamento municipal, e tem como objetivo assegurar qualidade de vida, justiça social e o desenvolvimento das atividades econômicas para a sociedade (Brasil, 2001). De acordo com o Art. 42 da Legislação mencionada anteriormente, o Plano Diretor é obrigatório para cidades:

I – com mais de vinte mil habitantes; II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal; IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico; V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional; VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Brasil, 2001).

Ao levar em consideração que o bom planejamento deve ser adotado em todas as cidades, e que muitas não estão na obrigatoriedade do Plano Diretor, pode ser feito o seguinte questionamento: Como os municípios de médio e pequeno porte tem atuado em relação ao planejamento urbano, principalmente quando se discute o contexto das mudanças climáticas?

Nesse sentido, as políticas públicas devem ser aliadas ao planejamento urbano, visando estratégias para a solução de problemas que são enfrentados por parte dos municípios. Porém, Teixeira; Pessoa; Dias et. al. (2021) discutem que, embora existam

políticas públicas e ações voltadas para o ordenamento territorial, essas políticas acabam não sendo suficientes para atender as medidas de adaptação às mudanças climáticas, que atingem a população. Ou seja, as medidas para adaptação devem ser mais específicas e direcionadas para o problema.

Sabe-se que as discussões referentes às mudanças climáticas têm se avançado de forma rápida, uma vez que as alterações climáticas estão sendo sentidas em todo o Planeta, porém, algumas regiões acabam sofrendo mais que outras em decorrência das suas características e vulnerabilidades, como exemplo, a região Nordeste.

A região Nordeste compreende uma extensão de 1.182.697 km², ocupando 12% do território brasileiro, é delimitado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), e se caracteriza pela predominância do clima semiárido, “por precipitações pluviométricas escassas, irregulares e concentradas em um curto período de tempo, e cujas médias são abaixo da evapotranspiração potencial” (SUDENE, 2021, p. 8). Para Gomes e Zanella (2023), na definição do termo de semiárido nordestino, vários critérios são considerados, principalmente os naturais, incluindo unidades geossistêmicas, índices de aridez, risco de seca e percentual de déficit hídrico. No semiárido do Nordeste brasileiro, é comum a baixa pluviosidade e a ocorrência de secas, caracterizando-o como uma região quente e seca.

Com base nessa discussão, pode-se aferir que a região Nordeste do Brasil é conhecida por possuir clima predominantemente seco, quente, e com chuvas escassas, assim, toda a biodiversidade é adaptada ao clima local. Porém, é notório que com o passar dos anos a região passou a ter o clima mais quente que o habitual. Gomes e Zanella confirmam, (2022, p.331), “as temperaturas de superfície já são mais altas do que eram em períodos pré-industriais” e no semiárido não é diferente. Ou seja, antes mesmo de se alavancar as grandes construções, já se sentia os impactos das mudanças climáticas, então com o avanço da expansão urbana fica claro que essas alterações se intensificam. Desse modo, é necessário pensar em estratégias voltadas para a minimização do desconforto térmico que é gerado, e que tem se intensificado com a expansão do processo de urbanização.

Estudos realizados por Amorim (2020); Rodrigues e Bezerra (2022); Martelli (2023), apontam a promoção de áreas verdes e incentivo a arborização urbana como medidas adaptativas no tocante às mudanças climáticas, Rodrigues e Bezerra (2022, p. 80), mencionam a “criação de espaços verdes para melhorar a drenagem e reduzir o efeito de ilha de calor urbana”. Amorim (2020), discute que é de extrema relevância tratar sobre as formas de

amenizar o desconforto térmico que é causado pelas mudanças climáticas, e tratar sobre projetos de arborização urbana com espécies nativas para cada região, é bastante válido. Nesse sentido, Martelli (2023, p.10) também trabalha a discussão da arborização urbana como “medida mitigadora do aumento da temperatura e o favorecimento do conforto térmico”.

A pesquisa de Almeida e Silva (2024), mostra que muitas cidades do estado do Rio Grande do Norte (RN) no Nordeste brasileiro, têm projetos municipais que trabalham a arborização urbana e promoção de áreas verdes, o que demonstra segundo as autoras, “garantia de que as cidades estão pensando no futuro da população, visando uma melhor qualidade de vida”.

Dentre esses projetos no estado do RN, o Projeto Estadual de Produção de Mudanças Nativas “Plantando o Futuro” ganhou notoriedade pelo alcance que atingiu no Estado. O Projeto que foi idealizado a partir de uma medida compensatória do setor de energia renováveis para com o RN, junto a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura Familiar (SEDRAF), sendo desenvolvido pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em parceria com a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), teve como objetivo principal a produção de mudas nativas da Caatinga e frutíferas, para atender os municípios do RN.

Nessa direção, este artigo apresenta resultados provenientes da pesquisa que vêm sendo desenvolvida junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), com foco na discussão da arborização urbana relacionada ao Projeto Estadual de Produção de Mudanças Nativas “Plantando o Futuro”, mais especificamente em 4 municípios que foram beneficiados com o recebimento de mudas.

Assim, este artigo tem como objetivo destacar como a arborização urbana pode influenciar de forma positiva para combater as elevadas temperaturas, e contribuir para minimizar os efeitos das mudanças climáticas.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Projeto Estadual de Produção de Mudanças Nativas “Plantando o Futuro” atendeu mais de 60 municípios (figura 1) no estado do Rio Grande do Norte (RN). O objetivo do Projeto, era realizar a produção de 200 mil mudas, entre espécies nativas da Caatinga e

frutíferas. A produção das mudas acontecia nas duas universidades, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), e na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), onde cada uma tinha o objetivo de produzir 100 mil mudas.

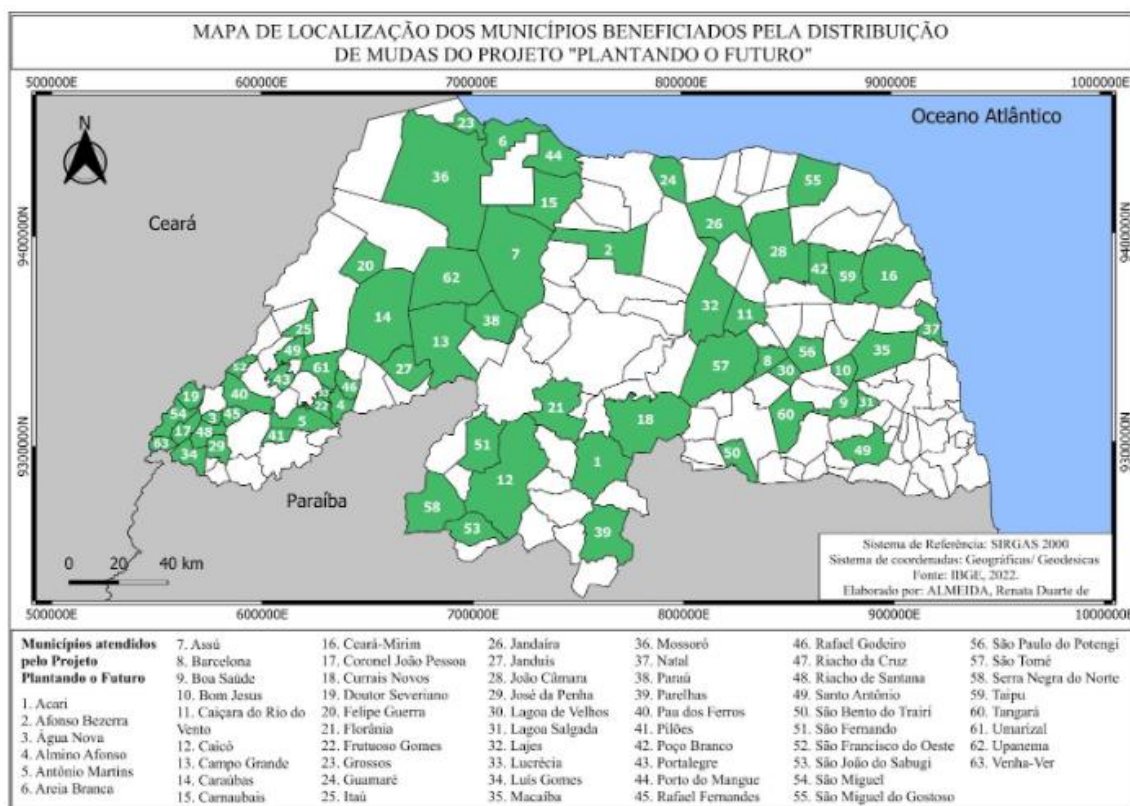


Figura 1: Mapa de localização dos municípios beneficiados pelo Projeto Plantando o Futuro.

Fonte: IBGE, 2022; Projeto Plantando o Futuro, 2022 - 2024.

Como o Projeto atendeu um elevado número de municípios, fez-se necessário realizar um recorte, escolhendo então a Região Geográfica Imediata de Mossoró (RGIM), de acordo com a última atualização referente às regiões imediatas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2022; 2017), a RGIM engloba 17 municípios, entre eles estão: Apodi (AP), Areia Branca (AB), Baraúna (BA), Campo Grande (CG), Caraúbas (CA), Felipe Guerra (FP), Governador Dix-Sept Rosado (GR), Grossos (GS), Itaú (IT), Jandaíra (JA), Messias Targino (MT), Mossoró (MO), Rodolfo Fernandes (RF), Tibau (TI), Serra do Mel (SM), Severiano Melo (SV) e Upanema (UP). Entre os dezessete municípios que atendem a RGIM, o Projeto Plantando o Futuro beneficiou nove, a saber: Mossoró, Grossos, Areia Branca, Caraúbas, Campo Grande, Felipe Guerra, Upanema, Itaú e Jandaíra.

Dentre os nove municípios atendidos na RGIM, fez-se um novo recorte, usando como critério de escolha, aqueles municípios que receberam um maior quantitativo de

mudas, destacando então os municípios de Mossoró (2.838 mil mudas), Caraúbas (1.297 mil mudas), Upanema (2.669 mil mudas) e Campo Grande (1.380 mil mudas), que podem ser observados na figura 2.

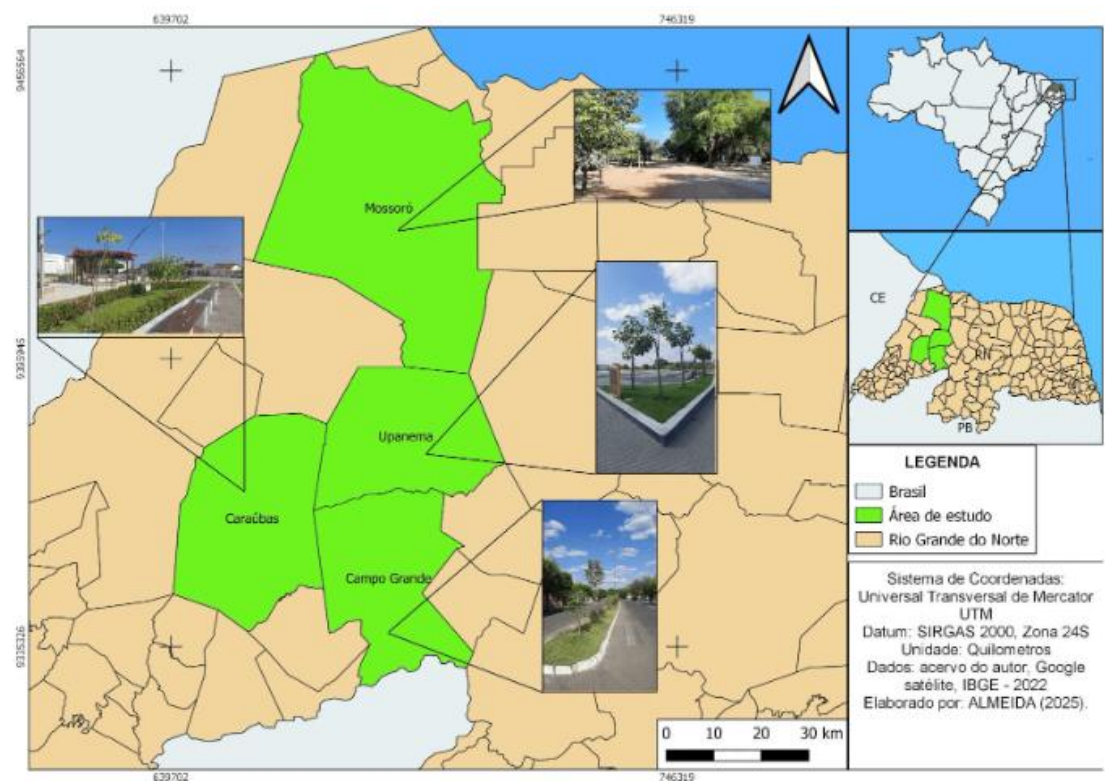


Figura 2: Mapa de localização dos municípios estudados.

Fonte: IBGE, 2022, elaborado pela autora.

Na tabela 1 é apresentado os dados demográficos dos quatro municípios estudados como forma de compreender algumas das suas características, como número de habitantes, até a porcentagem das vias públicas que são arborizadas, sendo pertinente para a discussão da pesquisa.

Tabela 1: Dados demográficos e urbanísticos dos municípios, 2022.

MUNICÍPIO	TOTAL DE HABITANTES	ÁREA TERRITORIAL	ÁREA URBANIZADA	(%) DE VIAS PÚBLICAS ARBORIZADAS
Campo Grande	9.730	890,890 km²	1,91 km²	77,9%
Caraúbas	19.727	1.095,803 km²	5,16 km²	72,6 %
Upanema	13.577	873,140 km²	4,64 km²	85,7 %
Mossoró	264.577	2.099,334 km²	73,55 km²	75,5%

Fonte: IBGE, 2022.

Os dados demográficos e urbanísticos da tabela 2 mostram diferenças significativas entre eles. Mossoró se destaca como o município mais populoso, com 264.577 habitantes, além de ter a maior área territorial, com 2.099,334 km² e uma área urbanizada de 73,55 km². Em comparação, o município de Campo Grande é o menos populoso, com apenas 9.730 habitantes e uma área urbanizada de 1,91 km². Caraúbas e Upanema apresentam populações menores, com 19.727 e 13.577 habitantes, respectivamente, e áreas urbanizadas de 5,16 km² e 4,64 km².

Em relação à arborização desses municípios, Upanema lidera com 85,7% de suas vias públicas arborizadas, seguida por Campo Grande com 77,9%. Mossoró e Caraúbas têm porcentagens inferiores, 75,5% e 72,6%, respectivamente, mas ainda apresentam uma porcentagem superior a 70%.

3 METODOLOGIA

A pesquisa deste artigo possui uma abordagem qualitativa, onde inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que de acordo com Gil (2008, p. 50) “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, a busca foi feita em sites acadêmicos como *Google Scholar*, Plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), e em repositórios de universidades, que reúnem uma gama de artigos.

Foi realizada também a pesquisa documental, utilizando dados armazenados em planilha do *Software Planilhas Google* referentes ao Projeto Plantando o Futuro, como nomes dos municípios beneficiados, e quantidade de mudas, esses dados estão armazenados no *google drive* do Laboratório de Ecologia Aplicada (LEA) da UERN e também os dados do Relatório Final do Projeto Plantando o Futuro, encaminhado à Pró-reitoria de Extensão (PROEX) da UERN nos anos de 2022 e 2023 e com financiamento da SEDRAF/RN (Silva, 2024; UFERSA/UERN/SEDRAF, 2023). Gil (2008), caracteriza os dados documentais como dados de primeira mão, que ainda não foram analisados, e dados de segunda mão que já foram analisados. Destacando então a relevância da pesquisa.

Além da pesquisa bibliográfica e documental, também foi realizada a pesquisa de campo nos municípios estudados, a pesquisa in loco auxiliou na coleta dos dados, e na obtenção dos registros fotográficos dos espaços urbanos nos municípios, como praças e

parques, destacando nesses, as espécies que foram plantadas oriundas do Projeto Plantando o Futuro e também como forma de identificar os espaços de lazer arborizados, que podem contribuir para o desenvolvimento dos resultados. Gil (2008, p. 57), afirma que o estudo de campo “apresenta muito maior flexibilidade” quando se diz respeito ao seu planejamento.

Para obtenção da coleta de dados foi elaborado um roteiro de entrevista com doze questões, de forma a serem aplicadas com um representante de cada município estudado, Mossoró, Caraúbas, Upanema e Campo Grande (RN), os representantes foram membros da prefeitura que tiveram ligação direta com a solicitação das mudas ao Projeto. Vale salientar, que o Projeto de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Geografia no qual este artigo se fundamenta, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) na Plataforma Brasil, sendo aprovado pelo CEP sob o número do parecer 6.814.978.

Após a realização das entrevistas, foi utilizado o software “TurboScribe”, para transcrever os áudios das entrevistas com os representantes. O *TurboScribe* encontra-se disponível de forma gratuita na internet, necessitando apenas da realização do cadastro gratuito no site, e login para que possa ser utilizado.

Para a análise e interpretação dos dados coletados, foi utilizada a técnica de Laurence Bardin (2016), de Análise de Conteúdo, que se configura como uma ferramenta essencial para a interpretação e sistematização de dados provenientes de diversas fontes, como entrevistas, textos escritos e imagens. Ao aplicar essa técnica às entrevistas realizadas nesta pesquisa, buscou-se categorizar as unidades do texto, realizando a pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados e interpretação dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos realizados nos município de Mossoró/RN, mostram, através de análises que os bairros periféricos se caracterizam como ocupações irregulares e desordenadas, resultado do crescimento urbano e populacional sem um planejamento urbano eficiente, essa expansão desordenada contribui para a carência de infraestrutura básica, tornando, consequentemente, áreas socioambientalmente vulneráveis, destacando uma “vulnerabilidade alta à temperatura da superfície terrestre” (Silva; Grigio; Pessoa, 2020, p. 118).

Em consequência do crescimento desordenado nas cidades e como forma de preservar seus espaços de circulação, gerar uma maior qualidade de vida para a população

residente, e com as discussões para tornar as cidades mais sustentáveis, as administrações públicas têm demonstrado maior interesse na prática da arborização urbana (Bonametti, 2018).

Ainda para Bonametti (2018, p. 54), “as cidades brasileiras possuem na sua maioria áreas urbanas arborizadas”, porém, não são planejadas quanto à escolha adequada das espécies. Destaca ainda que a arborização deve ser planejada por profissionais qualificados, que pensem na vegetação local do ecossistema como forma de proteger o bioma, levando em consideração toda a relação homem natureza, respeitando os espaços já ocupados (Bonametti, 2018).

Silva, Lima e Saito, (2020, p. 96), abordam a importância dos espaços verdes urbanos para proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população e também para que possam usufruir de um espaço para atividades físicas, de socialização, e entre tantas outras possibilidades, frisa ainda que “independente do uso dado aos espaços verdes nas cidades, eles irão cumprir com sua função ecológica (por exemplo: regulação do microclima, retenção de água no solo)”.

As políticas públicas para o bom desenvolvimento das cidades, devem ser pensadas de forma específica para cada localidade, pois, cada município possui as suas vulnerabilidades socioambientais, apesar de que alguns municípios partilham vulnerabilidades semelhantes. Como é o caso da alta temperatura, que tem afetado diretamente todo o meio.

Nesse sentido, com a pesquisa deste artigo buscou-se identificar nos quatro municípios estudados quais as estratégias que estão sendo pensadas nos municípios para o enfrentamento às mudanças climáticas. Os quadros apresentados a seguir são resultados analisados das entrevistas aplicadas com os representantes dos municípios de Mossoró, Caraúbas, Upanema e Campo Grande, que foram beneficiados com mudas do Projeto Estadual de Produção de Mudas Nativas “Plantando o Futuro”.

O primeiro quadro faz parte do grupo Políticas Públicas de Arborização, criado no conjunto dos dados das entrevistas, para este artigo, foi escolhido o código “estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas” (quadro 1), como forma de analisar quais as estratégias que estão sendo pensadas nesses municípios da região semiárida do nordeste brasileiro, em relação às mudanças climáticas.

Quadro 1: Estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas, 2025.

Municípios	Código
	Estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas
Caraúbas	[...] a questão da arborização. [...] De tentar conscientizar as pessoas. Principalmente, o plantio de espécies nativas [...] Não só por trazer o que já existia antes, mas também pela questão do cuidado. Porque ela requer um cuidado bem diferenciado. Bem menos do que uma frutífera [...] Com relação a esse impacto, esse alagamento, a prefeitura fez uma limpeza de uma parte da canaleta, só aconteceu aquilo, da forma tão grande como aconteceu, porque não existia a canaleta. Está totalmente, não só assoreado, mas está interrompido por um capim, um riacho [...].
Campo Grande	Eu acho assim, um dos caminhos seria pela educação [...] E já preparando essa futura geração, né? Que vai conviver com isso aí. Então, assim, eu acho que tanto município, estado, união, tem que centrar os esforços de colocar e trabalhar a questão da educação. Tanto na escola, né? Mas como no geral. [...] a maioria do município são agricultores familiares, são agricultores e agricultoras. Então, assim, é importante ter um projeto que incentive esses agricultores a cuidar do meio ambiente, né? A recuperar a mata, né? [...] Agora, precisa de ter apoio, né? Do governo, como você diz, que ele gere mata, né? Que tenha isso, a importância, né? [...] eu acho que o município já tá atrasado em pensar essa questão ambientalista. Porque não adianta trazer outras coisas se a gente não tem um ambiente pra se viver, né? Não adianta lutar por isso, por aquilo outro, se a gente não tem o nosso ambiente tá desse jeito [...].
Upanema	Sim, eu acho que quando a gente busca doação de mudas, arborização, etc. é uma estratégia. [...] o próprio incentivo à agricultura familiar. Quando a gente cria uma semana no meio ambiente, vai pras escolas divulgar que é importante plantar uma árvore, plantar uma muda, pra que amanhã depois ela possa amenizar o efeito da sua casa, do seu total [...] Eu acho que a escola é pra ter um papel fundamental nesse sentido e precisa que a escola assuma isso. Porque senão, futuramente, vai ficar pior do que o que nós já estamos hoje.
Mossoró	[...] o Dia do Meio Ambiente, que é um dia importantíssimo, é uma conquista, inclusive, né? Nossa, né? É um dia que a gente reconhece e a gente precisa pensar em ações que consigam ir um pouco além disso, que se entendam, né? Então, é plantar árvores no dia 5 também, né? No dia 5 de junho também, mas a gente precisa que isso seja, e venha como política pública, e venha como lei, e esteja, inclusive, atrelado aos planos, aos outros instrumentos de planejamento urbano, e aí isso envolve uma educação e sensibilização da população, porque a gente só consegue que a população cobre quando a gente educa ela para esse entendimento [...] O trabalho com a educação ambiental. E é um desafio muito grande, né? Como vocês sabem, né? Mas é também uma das grandes urgências que nós temos, porque a gente está lidando com um desafio que é intergeracional, né? Então, nós precisamos sensibilizar e educar [...] todos nós queremos a mesma coisa, nós queremos uma cidade que der certo, nós queremos uma cidade mais verde, mais arborizada, nós queremos mais segurança, e isso está relacionado a muitos fatores, então, trabalhando com educação ambiental, eu chego nesse lugar, que hoje eu entendo, as pessoas podem não saber expressar muitas vezes isso, ou não conseguir expressar muitas vezes isso, mas o desejo é esse, né? Nossa, eu quero morar em uma cidade que me promova a qualidade de vida, e isso está totalmente ligado aos serviços do ecossistema, à gestão ambiental, e o papel da legislação ela também vai ser muito importante, porque a gente educa, né?.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2024.

No município de Caraúbas, a estratégia adotada tem sido a prática da arborização, com foco nas espécies nativas com a finalidade de resgatar as espécies do bioma caatinga e por demandar menos cuidados.

Em Campo Grande, o município relata que a melhor estratégia de enfrentamento seria através da educação ambiental, preparando as futuras gerações que por sua vez irão conviver com as mudanças, que presenciamos atualmente. Vale destacar uma fala do entrevistado “tanto município, estado, união, tem que centrar os esforços de colocar e trabalhar a questão da educação”, esta fala expressa a necessidade de se trabalhar em conjunto entre as diferentes esferas governamentais para enfrentar e resolver os desafios que vivenciamos, além disso, traz o relato da importância de se ter o incentivo aos agricultores familiares.

Assim como o município de Caraúbas, Upanema acredita que a adoção da arborização no município com a doação de mudas, é uma estratégia. Semelhante também ao município de Campo Grande, acredita que seja necessário o incentivo aos agricultores e no poder da educação ao se pensar em estratégias. Destaca-se uma frase mencionada pelo entrevistado: “precisa que a escola assuma isso. Porque senão, futuramente, vai ficar pior do que o que nós já estamos hoje”, a frase indica que o entrevistado acredita que a educação ambiental precisa ser trabalhada de forma mais eficaz nas escolas. Ao dizer "a escola assuma isso", ele sugere que a responsabilidade de ensinar sobre questões ambientais deve ser tomada pelas instituições de ensino. A parte "senão, futuramente, vai ficar pior do que o que nós já estamos hoje" reforça a ideia de que, se não houver uma ação efetiva na educação ambiental agora, os problemas ambientais e suas consequências serão ainda mais graves no futuro.

No tocante à educação ambiental mencionada, Martelli (2016), aponta que, trabalhar a arborização dentro de escolas, sejam públicas ou privadas, por meio da educação ambiental é uma grande forma de se alcançar a preservação e conservação ambiental. Todavia, afirma que é necessário a intervenção de políticas públicas visando o aumento da arborização urbana, inclusive em áreas sem vegetação, por meio de projetos e planejamento.

Em Mossoró, o entrevistado relata que o ato de plantar uma árvore deve virar uma política pública, em que esteja envolvida com os instrumentos de planejamento urbano, e enfatiza sua fala sobre a educação ambiental, como sendo a chave para que a população possa também ter o entendimento e sensibilidade para buscar e cobrar por uma cidade mais verde e arborizada.

No decorrer da entrevista, a educação foi mencionada por diversas vezes por todos os entrevistados, como sendo uma das soluções para se conseguir uma cidade mais sustentável, e com uma população mais consciente. Coelho, Fernandes e Nagano (2021) destacam também a importância de integrar a questão da arborização urbana à educação e conscientização ambiental desde as primeiras etapas de formação. Pois, através disso as

gerações futuras terão uma visão não apenas a preservação das áreas verdes, mas também a criação de uma cultura de responsabilidade ativa em relação ao meio ambiente.

Já no grupo Interesse na construção de viveiro de mudas, foi criado o código “interesse em implantar um viveiro de mudas no município”, neste código foi possível identificar através dos representantes entrevistados se no município existe esse interesse, e como o Projeto Estadual de Produção de Mudas Nativas “Plantando o Futuro” pode deixar como contribuição para esses municípios.

Quadro 2: Interesse em implantar um viveiro de mudas, 2025.

Municípios	Código
	Interesse em implantar um viveiro de mudas no município
Caraúbas	temos sim [...] fiz um projeto [...], de viveiro de mudas. Apresentamos o prefeito, ele ficou bem sensibilizado. Mas o projeto não andou. Também não é só construir. Construir eu acho que é o mais fácil, a estrutura. [...] A questão é manter e envolver as pessoas de uma forma que faça uso daquelas mudas. Na parte social, seja na agricultura como também na parte de arborização. E manter essas pessoas capacitadas trabalhando também. [...] um projeto desses tem que ser a finalidade de arborização urbana, mas para trabalhar nas escolas, nas crianças, e também para produzir plantas com finalidade produtiva para a agricultura, mudas.
Campo Grande	Eu acho que é importante. E não só é importante, é necessário também.
Upanema	Quando eu cheguei aqui na Secretaria, há pouco mais de três anos, eu coloquei isso como planejamento. A gente fazer o viveiro de mudas aqui no município. Aqui em Upanema, infelizmente, se a gente, às vezes, procurar uma muda pra comprar, a gente tem dificuldade. Porque o pessoal não produz aqui. [...] o Ministério da Justiça, tem muito trabalho aqui em ressocialização de pessoas pra cumprir pena. E eu queria dar uma ocupação a esse povo, porque não é interessante eles virem pra cá e não fazerem. Então, eu queria utilizar essa mão de obra e a gente poder trabalhar essa questão do viveiro de mudas. Mas, infelizmente, não foi possível ainda. Mas está dentro do nosso planejamento. E aí, com esse viveiro municipal, a gente poderia tanto fazer esse processo de arborização do próprio município, como também distribuir para as escolas.
Mossoró	Já possuímos um viveiro de mudas.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2024.

O município de Caraúbas declarou que possui o interesse, e que em outro momento realizou o projeto de um viveiro de mudas para o município, mas que não foi possível dar prosseguimento, frisou ainda a necessidade de manter as pessoas envolvidas, e que a finalidade de projetos como esse deve atender e ser trabalhado com agricultores, nas escolas,

e arborização urbana. O município de Campo Grande, apenas mencionou que é importante e necessário, referindo-se à implantação de um viveiro de mudas dentro do município.

Semelhante ao município de Caraúbas, em Upanema, o entrevistado também mencionou que levou a proposta de fazer um viveiro de mudas no município, e que a proposta se encontra dentro do planejamento, o entrevistado relatou ainda do interesse em aproveitar a mão de obra daqueles que realizam trabalhos de ressocialização, e que o viveiro de mudas seria voltado para a arborização no município e também o trabalho nas escolas.

Em Mossoró, o município ganha destaque mais uma vez, pois, já possui seu próprio viveiro de produção de mudas. Nas pesquisas de campo, foi possível realizar uma visita ao local onde funciona o viveiro de produção de mudas do município, como pode ser observado nos registros fotográficos abaixo (figura 3). O viveiro de produção de mudas do município realiza doação de mudas para a população em geral, e também desenvolve outras atividades associadas a projetos e secretarias do município, mas sempre com o objetivo da arborização no município compreendendo a zona urbana e rural.



Figura 3: Mudas prontas para doação no viveiro de mudas de Mossoró, RN, 2024.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2024.

A implementação de viveiros de mudas locais, além de dar suporte a projetos de arborização urbana do próprio município, também promove a sustentabilidade e a sua autossuficiência em relação à sua vegetação urbana. Percebe-se que os municípios possuem o interesse em realizar a criação do viveiro de mudas, e que já existem trabalhos com a arborização tanto voltado para escolas, como com agricultores e com a própria área urbana dos municípios.

O Projeto Plantando o Futuro, conseguiu alcançar um quantitativo de municípios considerável, apesar de não haver um controle após as entregas e plantio, projetos com a mesma finalidade conseguem atingir os municípios de uma forma positiva. Uma vez que, os municípios ao estarem atrelados a projetos como esse alinham-se a políticas públicas de sustentabilidade e adaptação às mudanças climáticas, contribuindo para a preservação de recursos naturais, a mitigação dos impactos ambientais e a criação de cidades mais resilientes e preparadas para os desafios do futuro.

Pinheiro e Souza, (2017, p. 78) destacam que “a gestão pública tem um papel preponderante no crescimento e desenvolvimento sustentável com uma efetiva prática urbana”, então apesar dos municípios não possuírem sua própria fonte de produção de mudas, o fato de estarem alinhados e dispostos a trabalhar a arborização com o intuito de amenizar os efeitos sentido pelas mudanças climáticas, já os colocam em uma posição favorável para implementar políticas públicas que promovam a sustentabilidade urbana, visando um bom planejamento urbano. Esse comprometimento é um passo fundamental para a criação de ambientes urbanos mais verdes, resilientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais.

Desse modo, evidencia-se a importância do avanço de projetos semelhantes, que visem o objetivo da produção e plantio de mudas nos municípios do estado, que consequentemente servirão como base para outras atividades, como o trabalho da educação ambiental nas escolas, tendo em vista que já existe o interesse por parte dos municípios estudados em instalar um viveiro de produção de mudas.

Nesse sentido, estado do RN e os próprios municípios, devem buscar parcerias que possam ajudar no financiamento e construção desses projetos, seja a partir de entidades de fomento que participem como financiadoras, a exemplo, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Instituto de Assistência Técnica e

Extensão Rural (EMATER-RN); Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio Grande do Norte (FAPERN), ou de organizações não governamentais.

5 CONCLUSÃO

Diante o avanço da urbanização e aumento das mudanças climáticas nas cidades, pensar no planejamento urbano é de suma importância, tendo em vista que o planejamento visa atender as cidades de forma sustentável, dentro do viés econômico, social e ambiental. Desse modo, é necessário pensar em políticas públicas que auxiliem no bom desenvolvimento deste planejamento, principalmente, quando as cidades se encontram dentro de um contexto desigualdade e vulnerabilidade socioambiental.

Com isso, pensar em estratégias para minimizar os efeitos das mudanças climáticas é de extrema relevância, nesse caso em questão, a estratégia adotada foi a arborização urbana, que promove benefícios como: a redução do desconforto térmico; melhoria da qualidade do ar; diminuição da poluição sonora e valorização dos espaços públicos. Incluir a arborização no planejamento visa a criação de infraestrutura verde para as cidades, pensando em praças mais arborizadas, criando corredores ecológicos, criação de parques urbanos, e na própria expansão da área verde nas cidades. Com a prática da arborização, é possível envolver a sociedade, o que destaca, como é fundamental a participação da população nas decisões urbanas, garantindo que o planejamento seja inclusivo, resiliente e adaptado às realidades locais.

Nesse sentido, vale destacar a influência positiva de projetos que tem como objetivo ações que possam minimizar os efeitos das mudanças climáticas, como exemplo do Projeto Plantando o Futuro, que contribui para a criação de um ambiente urbano mais saudável, equilibrado e resiliente para as gerações futuras, uma vez que as mudas plantadas “hoje”, apenas terão capacidade de reduzir as altas temperaturas quando atingirem a sua fase adulta.

Vale destacar também que os municípios estudados declararam o interesse na construção de um viveiro de mudas, o que seria essencial para eles trabalharem a questão da arborização de forma mais intensa no município, o qual poderia também envolver toda a população, fazendo-os presente no processo de enfrentamento às mudanças climáticas, a construção de um viveiro de mudas em um município serviria de palco para diversas atividades, inclusive envolvendo a comunidade escolar, através da educação ambiental.

Contudo, fica o incentivo para os órgãos federais, estaduais e municipais para a criação de políticas públicas e projetos nesse sentido, que visem a conservação e preservação

das áreas verdes já existentes, e promovam a conscientização de se proteger e produzir as espécies nativas do bioma local, a Caatinga. Portanto, investir na arborização urbana não é apenas uma medida estética ou ambiental, mas uma estratégia integrada que dialoga com os desafios contemporâneos das cidades, e impulsiona um planejamento e desenvolvimento urbano mais sustentável.

6 AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO), a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura Familiar (SEDRAF), pela oportunidade de parceria direta com o Projeto Plantando o Futuro e concessão da bolsa na época vigente, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa do mestrado, e ao Laboratório de Ecologia Aplicada (LEA), pelo espaço concedido para estudo, ambos tiveram seu papel fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. D.; SILVA, M. R. F. Arborização urbana: perspectivas para cidades sustentáveis. **Anais do XX SBGFA** - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/117912>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbano em cidades de pequeno e médio porte no Brasil e o contexto das mudanças climáticas. **Confins** [Online], 46 | 2020. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/31403>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 30 mar. 2025.
- BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 19, n. 36, p. 51-55, dez. 2020. ISSN 2596-2809. Disponível em: <http://publicacoes.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1412>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- COELHO, A. M. A.; FERNANDES, S. C. M.; NAGANO, W. T. Conexões na paisagem – Arborização urbana como infra-estrutura bioconectora. **arq.urb.**, [S. l.], n. 32, p. 94–107, 2021. DOI: 10.37916/arq.urb.vi32.534. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/534>. Acesso em: 03 abr. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, F. I. B. P.; ZANELLA, M. E. Reflexões acerca dos impactos naturais e sociais esperados em decorrência das mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, [S.l.], v. 11, n. 6, p. 328-338, jan. 2022. ISSN 2237-2202. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/article/view/252162/40373>. Acesso em: 05 abr. 2025.

MARTELLI, A. Arborização urbana versus qualidade de vida no ambiente construído. **Revista Faculdades do Saber**, Mogi Guaçu, v. 1, n. 02, p. 133-142, 2016. Disponível em: <https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/17>. Acesso em: 04 abr. 2025.

MARTELLI, A. INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MICROCLIMA E CONFORTO TÉRMICO DE UMA ÁREA CENTRAL DO MUNICÍPIO DO ESPÍRITO SANTO DO PINHAL - SP. **PhD Scientific Review**, v. 3, n. 6, p. 8-22, 2023.

PINHEIRO, C. R.; SOUZA, D. D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 67-82, 2017. DOI: 10.19177/rgsa.v6e1201767-82. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4179. Acesso em: 30 mar. 2025.

RODRIGUES, J. R. F.; BEZERRA, L. G. S. Arborização Urbana como estratégia de adaptação frente às mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro: Uma revisão teórica. **Educação Ambiental—atitudes e ações resilientes para o equilíbrio do planeta**, p. 74, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Helena-Silva-42/publication/358728535_EDUCACAO_AMBIENTAL_E_O_JOGO_DA_MEMORIA_A_GEODIVERSAO_UMA_ALTERNATIVA_LUDICA_PARA_O_ENSINO_DA_GEODIVERSIDADE_E_Tematicas_afins/links/62112142f02286737cad038d/EDUCACAO-AMBIENTAL-E-O-JOGO-DA-MEMORIA-GEODIVERSAO-UMA-ALTERNATIVA-LUDICA-PARA-O-ENSINO-DA-GEODIVERSIDADE-E-Tematicas-AFINS.pdf#page=74. Acesso em: 03 abr. 2025.

SILVA, C. S. P.; GRIGIO, A. M.; PESSOA, Z. S. Vulnerabilidade socioambiental urbana: um estudo da cidade de Mossoró - RN. In: GRIGIO, A. M.; DIODATO, M. A.; SANTOS, J. P. S.; SILVA, M. R. F.; DAMASIO, W. M. B. **Geografia e recursos naturais: estudo de caso**. 1. ed. - São Paulo: Livraria da Física, 2020.

SILVA, R. G. P.; LIMA, C. L.; SAITO, C. H. ESPAÇOS VERDES URBANOS: REVENDO PARADIGMAS. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 74, p. 86-105, jan./abr. 2020. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n74p86>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2020v35n74p86>. Acesso em: 05 abr. 2025

SILVA, M. R. F. **Projeto Estadual de Produção de Mudanças Nativas Plantando o Futuro**: Relatório Final Projeto de Extensão. PROEX/ UERN/ UFERSA/ SEDRAF-RN: Mossoró. 2024.

SUDENE, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE.

Delimitação do Semiárido: Relatório Final. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiariadorelatorionv.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2025.

TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S.; DIAS, E. M. S.; ALVES, E. P. Q. Mudanças Climáticas, Capacidade Adaptativa E Sustentabilidade: Reflexões a partir das cidades da

região Semiárida Brasileira. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 11, p. e02106, 2021. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/3175>. Acesso em: 30 mar. 2025.

UFERSA/UERN/SEDRAF. **Relatório Sintético do Projeto Plantando o Futuro de março de 2022 a outubro de 2023**. Mossoró: RN, 2023.

APLICAÇÃO DA CIENCIOMETRIA E COMPUTAÇÃO EM NUVEM NA ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Denyse Rayanna Rodrigues Ribeiro

Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Universidade Estadual do Maranhão,
São Luís, Maranhão, Brasil

denyserayanna07@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7739-9288>

Leudiane dos Santos Pinheiro

Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Universidade Estadual do Maranhão,
São Luís, Maranhão, Brasil

engenheiraleudiane@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5139-5653>

Adilson Matheus Borges Machado

Curso de Engenharia de Pesca – Campus Pinheiro – Universidade Federal do Maranhão,
Pinheiro, Maranhão, Brasil

adilson.borges@ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4838-6913>

Jadson Pinheiro Santos

Departamento de Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Maranhão,
São Luís, Maranhão, Brasil

jadsonsantos@professor.uema.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7521-8835>

RESUMO

O presente estudo objetivou utilizar a cienciometria e computação em nuvem para analisar a disponibilidade hídrica frente às mudanças climáticas na microrregião da baixada maranhense. A pesquisa bibliográfica baseou-se em busca sistemática na Web of Science, utilizando operadores booleanos e palavras-chave relacionadas a sistema em nuvem, água, sustentabilidade e eventos extremos, foram encontrados 15 artigos, publicados entre 2020 e 2025, estes foram lidos integralmente e extraídos aqueles atrelados à pesquisa. A análise reforça o desenvolvimento de metodologias e estratégias que permitam o dimensionamento, ocorrência e recorrência de eventos de precipitação e seca, caracterizando como indispensáveis para informar a população. Além disso, evidencia os modelos em nuvens que contribuem para uma visualização mais intuitiva dos resultados, facilitando a interpretação e a tomada de decisão em contextos complexos. Logo, a incorporação de tecnologias de modelagem e simulação, torna-se imprescindível para a produção de diagnósticos precisos e projeções futuras em áreas sensíveis e vulneráveis.

Palavras-Chave:

Disrupção climática;
Inovação tecnológica;
Resiliência ecológica;
Segurança hídrica.

APLICACIÓN DE LA CIENCIOMETRICA Y LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE EN EL ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

RESUMEN

Palabras Clave:

Alteración climática;
Innovación tecnológica;
Resiliencia ecológica;
Seguridad hídrica.

El presente estudio tuvo como objetivo utilizar la ciencia métrica y la computación en la nube para analizar la disponibilidad de agua frente al cambio climático en la microrregión de la Baixada Maranhão. La investigación bibliográfica se basó en una búsqueda sistemática en la Web of Science, utilizando operadores booleanos y palabras clave relacionadas con sistemas de nubes, agua, sostenibilidad y eventos extremos. Se encontraron 15 artículos, publicados entre 2020 y 2025, los cuales fueron leídos en su totalidad y se extrajeron aquellos vinculados a la investigación. El análisis refuerza el desarrollo de metodologías y estrategias que permitan dimensionar, ocurrencia y recurrencia de eventos de precipitación y sequía, caracterizándose como esenciales para informar a la población. Además, destaca los modelos de nube que contribuyen a una visualización más intuitiva de los resultados, facilitando la interpretación y la toma de decisiones en contextos complejos. Por ello, la incorporación de tecnologías de modelado y simulación se vuelve esencial para la producción de diagnósticos precisos y proyecciones futuras en zonas sensibles y vulnerables.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são elementos naturais indispensáveis para a manutenção de todas as formas de vida e estruturação socioeconômica das sociedades em todo o globo (SILVA *et al.*, 2021). De modo geral, o crescimento demográfico e os modelos econômicos atuais pressionam frequentemente os recursos naturais (PREIDL; LANGE, DOUKTOR, 2020), principalmente provocando elevação na demanda hídrica. Além disso, eventos extremos de inundação e seca causam danos diretos e indiretos em escala mundial (LAONAMSAI *et al.*, 2023).

A aplicação de sistemas desenvolvidos em nuvem oferece técnicas realistas para compartilhar recursos, auxilia na infraestrutura e gestão dos recursos hídricos (ALAM; TAJAMMUL; GUPTA, 2022). Tal ferramenta tecnológica compartilha informações de várias fontes, como satélites de sensoriamento remoto, imagens de radar, sensores multiespectrais, estações meteorológicas e hidrológicas (KAMYAB *et al.*, 2023). Estes emitem dados da dinâmica hídrica que auxiliam na tomada de decisão e obtêm informações em tempo real e históricas sobre a disponibilidade, qualidade, padrões de uso e saúde do

ecossistema usando técnicas sofisticadas de análise de dados, permitindo realizar protótipos que auxiliem na prevenção de desastres e catástrofes.

Nessa perspectiva, a observação por satélites pode ser uma ferramenta promissora para alcançar as metas estabelecidas frente aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o alerta precoce para desastres naturais, o apoio financeiro para nações em desenvolvimento que enfrentam secas, inundações e outros choques relacionados ao clima, além do uso de dados de satélite e aprendizado de máquina para detectar vazamentos de metano de instalações de petróleo e gás (ONU, 2025).

Segundo Zhao e Yu (2025) a associação de satélites com interação de plataformas em nuvem que dispõem de vasto volume de dados e capacidade de processamento, permitem aprimorar o monitoramento dos recursos hídricos e facilitar a tomada de decisões em políticas ambientais. As estratégias integradas, que incluem medidas de adaptação às mudanças climáticas, conservação e otimização do uso dos recursos naturais, são essenciais para a segurança hídrica e promover a sustentabilidade a longo prazo (ADAMOPOULOS *et al.*, 2024).

O rápido aumento do conhecimento e da capacidade computacional abriu oportunidades para concretização de novos métodos de análise, entre eles a cienciometria, que alavanca o gerenciamento moderno de bancos de dados, visando analisar documentos publicados na era digital. Amplamente empregada, ela oferece uma abordagem quantitativa para examinar recursos de publicações, identificar pontos críticos de pesquisa e antecipar tendências de desenvolvimento em vários campos (VASCONCELOS *et al.*, 2023; LI *et al.*, 2021).

A maioria dos estudos atuais se concentra nos aspectos operacionais da quantificação da análise da superfície de água. Desta forma, prima-se garantir o bem-estar social e ambiental a partir da observação da dinâmica hidrológica, atrelada ao desenvolvimento sustentável, além de promover a perspectiva ambiental do ecossistema, subsidiar alternativas de planejamento e a segurança hídrica em regiões deficitárias de estudo, como a microrregião da baixada maranhense. Nesse contexto, o presente estudo objetivou utilizar a cienciometria e computação em nuvem direcionado à microrregião da Baixada Maranhense para analisar os trabalhos que abordam as mudanças climáticas, disponibilidade hídrica, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

A presente proposta foi direcionada para uma área situada na porção norte do Estado do Maranhão, a microrregião da Baixada Maranhense, que se limita ao Norte com a Microrregião Geográfica do Litoral Ocidental Maranhense; ao Oeste com as Microrregiões Geográficas do Gurupi e do Pindaré; ao Sul com a Microrregião Geográfica do Médio Mearim e ao Leste com as Microrregiões Geográficas de Rosário o do Litoral Ocidental Maranhense (IMESC, 2013).

Ao realizar a revisão de literatura sobre a aplicação da cienciometria e da computação em nuvem para analisar a disponibilidade hídrica na Baixada Maranhense é relevante por diversos motivos. A região possui características hidrográficas peculiares, biodiversidade única, campos alagados e enfrenta desafios recorrentes relacionados à escassez e ao manejo inadequado dos recursos hídricos (ALMEIDA-FUNO; PINHEIRO; MONTELES, 2010; CARVALHO; SILVA; CORDEIRO, 2011). Além disso, a ausência de estudos que integrem tecnologias modernas na gestão da água reforça a necessidade de pesquisas que explorem essas metodologias.

A região é composta por 21 municípios, sendo eles: Santa Helena, Pinheiro, Peri Mirim, Presidente Sarney, Palmeirândia, São Bento, São Vicente de Férrer, Pedro do Rosário, Olinda Nova do Maranhão, Matinha, São João Batista, Anajatuba, Viana, Penalva, Cajari, Arari, Vitória do Mearim, Monção, Igarapé do Meio, Bela Vista do Maranhão e Conceição do Lago-Açu (Figura 1).

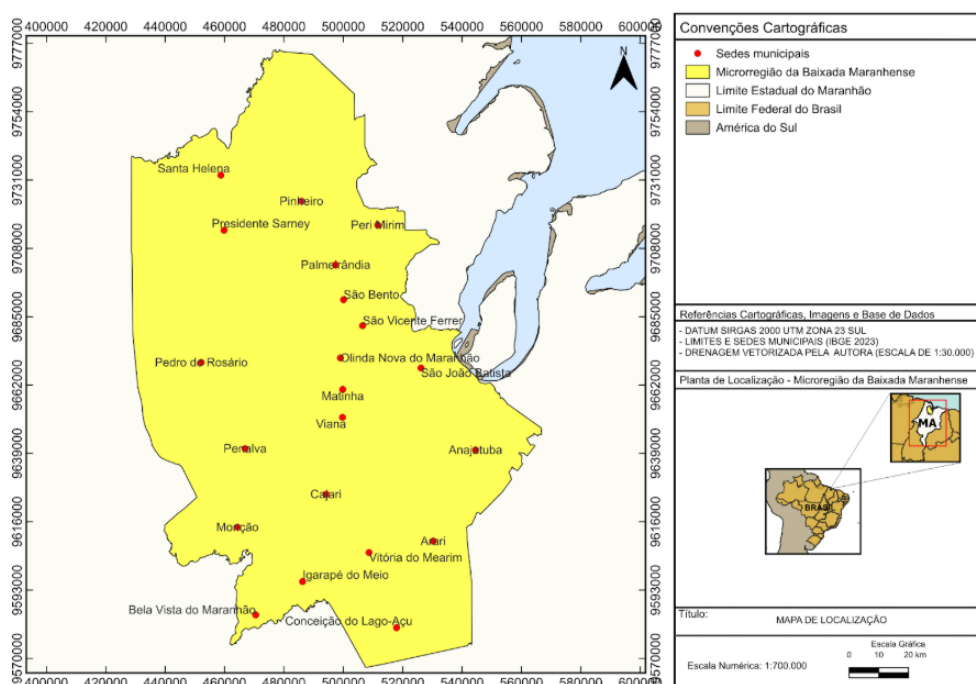


Figura 1: Localização da área de estudo.

Fonte: Autores.

2.2 Fonte de dados e estratégia de pesquisa

As fontes bibliográficas e cartográficas utilizadas para os limites regional e tipológico foram acessadas a partir de bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC. Para avaliar o uso e aplicação de sistemas em nuvem que investigam a disponibilidade hídrica, foram extraídos por meio do portal de Periódicos Capes. Mais especificamente foi utilizada a base de dados Web of Science para fazer a busca sistemática com uso dos operadores booleanos (and, or, not). Utilizamos a estratégia de busca com as respectivas palavras-chave: cloud system (sistema em nuvem) + water (água) + sustainable (sustentabilidade) + extreme weather events (eventos climáticos extremos).

A partir de busca sistematizada com a primeira palavra-chave cloud system (sistema em nuvem) na base de dados foram encontrados 185.609 trabalhos. Como critério de seleção foram utilizados somente aqueles classificados como “artigos”. Ao se utilizar o operador booleano “and” e as demais palavras-chave “water” (água) refinou para 19.181, ao adicionar “sustainable” (sustentabilidade) identificou-se 729, ao inserir “extreme weather events” (eventos climáticos extremos) e aplicar o filtro para o período entre janeiro de 2020 e março de 2025, encontrou-se 15 publicações. Estes foram selecionados para análise de conteúdo a partir da

leitura completa, sendo trabalhos os artigos com apresentavam dados sobre abordagem de métodos de monitoramento e controle, aplicação e região de estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No atual contexto da globalização e das adversidades climáticas, a segurança hídrica enfrenta desafios em todas as escalas. O monitoramento eficiente, associado às tecnologias disponíveis de baixo custo que permitem a coleta e processamento de dados, sobretudo, remoto de diversas fontes auxiliam na detecção preditiva da realidade local e traçam projeções futuras, a partir dos múltiplos usos dos recursos naturais em um curto espaço de tempo são indispensáveis para a segurança hídrica.

3.1 Implicações geográficas e socioeconômicas da microrregião da Baixada Maranhense

A água é um dos principais veículos pelo qual a população perceberá diretamente os efeitos das alterações climáticas, considerando as prováveis alterações nos padrões de precipitação, disponibilidade, infiltração e no escoamento dos corpos hídricos. Com efeito, as populações mais pobres como na microrregião da baixada maranhense e seus baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), tornam-se mais propensas e vulneráveis a maior exposição da escassez hídrica, por questões geográficas, econômicas, pela ausência de saneamento e dependência das atividades agrárias (ANA, 2016).

A microrregião da baixada maranhense possui cerca de 31.290,12 km², apresentando caracterização climatológica de região quente e úmida, considerando ainda evaporação elevada, além de se configurar como um local formador de nuvens com capacidade de precipitação. O quadro 1 apresenta uma síntese das características socioeconômicas dos municípios de sua área de abrangência.

Quadro 1: Dados socioeconômicos dos municípios que abrangem a microrregião da baixada maranhense.

Nome do Município	Área km²	População 2022	IDH	PIB per capita (R\$)	Atividades Econômicas
Anajatuba	940,489	25.322	0,581	7.642,36	Agropecuária, pesca, artesanato, comércio, turismo, administração pública, produção de laticínios, defesa, educação, saúde pública e seguridade social.
Arari	1.100,275	29.472	0,626	10.438,57	
Bela Vista do Maranhão	147,954	11.750	0,554	9.480,51	
Cajari	662,066	16.412	0,523	6.562,71	
Conceição do Lago-Açu	14.915	14.915	0,512	8.891,36	
Igarapé do Meio	368,685	13.974	0,569	25.617,96	
Matinha	410,633	22.034	0,619	8.341,52	
Monção	1.245,548	27.751	0,546	7.604,26	
Olinda Nova do Maranhão	199,879	13.577	0,575	7.169,10	
Palmeirândia	532,162	21.059	0,556	7.012,83	
Pedro do Rosário	1.753,867	24.320	0,516	6.177,79	
Penalva	800,916	32.511	0,554	6.509,64	
Peri-Mirim	397,993	11.108	0,599	6.677,29	
Pinheiro	1.512,969	84.621	0,637	12.358,06	
Presidente Sarney	726,176	17.511	0,557	8.586,92	
Santa Helena	2.191,164	41.561	0,571	8.359,57	
São Bento	456,997	46.395	0,602	6.789,21	
São João Batista	649,956	18.544	0,598	6.540,54	
São Vicente de Ferrer	393,928	19.498	0,592	6.493,02	
Viana	1.166,745	51.442	0,618	9.280,44	
Vitória do Mearim	716,719	30.805	0,596	9.656,01	

Fonte: Adaptado dados do IBGE Cidades.

As informações sobre o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, foram obtidas a partir do censo demográfico de 2010, com relação à população os dados utilizados são do censo demográfico realizado em 2022 e para o Produto Interno Bruto - PIB fazem referência ao ano de 2021; as informações podem ser acessadas através do site do IBGE (<https://cidades.ibge.gov.br/>), conforme propõe RIBEIRO *et al.*, (2024).

O IDH avalia três parâmetros sendo eles a longevidade (saúde), educação e renda, essas informações retratam a qualidade de vida da população e auxiliam a administração pública onde devem ser investidos seus recursos que beneficiem a qualidade de vida e o bem-estar, dentre os municípios da região Pinheiro é aquele que apresenta melhor índice, ainda que seja classificado como médio. Cabe salientar que o IDH é medido no intervalo de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, aponta melhor desenvolvimento.

Em relação ao PIB, Igarapé do Meio se destaca na microrregião e dentre os 217 municípios do Maranhão, ocupando a 20ª posição. E a média salarial de trabalhos formais é de 2 salários-mínimos, somente Conceição do Lago-Açu tem média de 2,8 salários em média, tais informações são de 2022. Quanto ao esgotamento sanitário, o município de Pinheiro apresenta maior cobertura com 49,3% da população atendida por esse serviço, os dados são de 2010. Tal informação dispõe sobre a qualidade de vida dos habitantes e do ambiente ao qual estão inseridos.

Dos municípios mencionados, 10 deles possuem habitantes expostos a áreas de risco a inundações, enxurradas e deslizamentos. Estes municípios são considerados críticos a desastres naturais pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, sendo eles: Arari (179), Cajari (2.275), Conceição do Lago-Açu (2627), Igarapé do Meio (315), Monção (635), Olinda Nova do Maranhão (559), Peri Mirim (1.308), Santa Helena (3.818), Viana (1.658) e Vitória do Mearim (8.179). Cabe destacar que os dados são referentes ao ano de 2010 e que com a expansão demográfica esses dados precisam ser atualizados e os municípios precisam se antecipar aos eventos climáticos e resguardar a vida da população. Os demais municípios da microrregião não possuem informações sobre as suas áreas de riscos ambientais e meteorológicos.

As características ambientais e sociais da área sofreram alterações em face da construção da barragem no médio curso do rio Pericumã, a cerca de 40 km da foz do rio e a 11 km da cidade (CARVALHO; SILVA; CORDEIRO, 2011). A obra foi construída pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), através do Ministério do

Interior, entre os anos de 1981 a 1983. Dentre os objetivos apontados para sua construção estão: minimizar a penetração da água salgada, facilitar a navegação, reduzir as enchentes em áreas urbanas e agrícolas e regularizar as vazões de água no período de estiagem e chuvoso (BRASIL, 1991).

É preciso construir uma base regional acerca da dinâmica das planícies de inundação e zonas úmidas da microrregião da baixada, que deve ser explorada a partir de uma abordagem holística, sob uma análise exploratória da planície de inundação, relacionados com o comportamento dos rios e massas de água, ligadas entre si por formar um grande ecossistema (MUKHERJEE; PAL, 2021).

3.2 Revisão sistematizada

Este estudo adotou o método de revisão sistematizada, aliado à análise cienciométrica, para avaliar de forma estruturada e quantitativa a produção científica relacionada ao tema investigado. Essa estratégia permitiu identificar padrões temáticos e mapear a distribuição do conhecimento entre diferentes áreas de aplicação. Santos *et al.* (2024) destaca ser uma ferramenta que otimiza o gerenciamento de banco de dados, tecnologias estatísticas, examina o progresso da área a ser investigada e destaca tendências que podem ser implementadas como instrumento de gestão.

A demanda por recursos hídricos aumenta progressivamente, impulsionada pelo crescimento populacional, intensificação das atividades industriais e agrícolas, assim como pelas mudanças climáticas que comprometem sua disponibilidade e distribuição. Os principais usos da água no Brasil estão diretamente ligados ao processo de irrigação, abastecimento humano e animal, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer (ANA, 2022). O desenvolvimento de metodologias e estratégias que permitam o dimensionamento, ocorrência e recorrência de eventos de cheia e seca, são importantes para a população, sobretudo, para o país que depende diretamente dos seus recursos naturais para melhoria dos índices produtivos nos setores econômicos (RIVAS-TABARES *et al.*, 2022; DUTRA; ELMIRO, 2024).

Para desenvolver os presentes estudos foram catalogados artigos que estão inseridos nas áreas de meteorologia, agricultura, conservação da biodiversidade, inovação tecnológica, desenvolvimento urbano e recursos hídricos, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2: Relação de artigos selecionados entre os anos de 2020 a 2025.

Autores	Abordagem	Aplicação	País
Wu <i>et al.</i> , (2020)	Uso da big data e serviços baseados em nuvem para avaliar programas de monitoramento.	Conservação da biodiversidade	-
Rivas-Tabares <i>et al.</i> , (2021)	Monitoramento hídrico em sub-bacias hidrográficas rurais.	Agricultura	Espanha
Wang <i>et al.</i> , (2022)	Inovações tecnológicas para reduzir custos do tratamento de água.	Meteorologia	-
Polpanich <i>et al.</i> , (2022)	Dinâmicas das áreas de água aberta e ecossistemas agrícolas.	Inovação tecnológica	Tailândia
Kamyab <i>et al.</i> , (2023)	Uso da inteligência artificial e big data para a gestão de recursos hídricos.	Recursos hídricos	-
Srivastava; Maity (2023)	A inteligência artificial e o aprendizado de máquina frente às mudanças climáticas urbanas.	Meteorologia	África, Ásia, Australásia, Europa, América do Norte e América do Sul
Adamopoulos <i>et al.</i> , (2024)	Otimização e segurança do abastecimento de água.	Meteorologia	Sudeste Mediterrâneo e do Oriente Médio
Souza; Cândido (2024)	Adaptabilidade preventiva da infraestrutura hídrica sobre mudanças climáticas.	Desenvolvimento urbano	-
Souza <i>et al.</i> , (2024)	Uso de algoritmo associado a imagens de satélite para mapeamento de extensão hídrica.	Inovação tecnológica	Brasil
Barbino <i>et al.</i> , (2024)	Aplicação de dados de sensoriamento remoto e modelagem matemática.	Meteorologia	Brasil
Nathawat <i>et al.</i> , (2025)	Monitoramento de secas e planejamento de recursos.	Desenvolvimento urbano	Índia
Hu <i>et al.</i> , (2025)	Avaliação da saúde do ciclo hidrológico urbano.	Conservação da biodiversidade.	China
Zhao; Yu (2025)	Sensoriamento remoto integrado à plataforma de nuvens.	Meteorologia.	China

Fonte: Autoria própria.

A análise dos artigos catalogados indicou que 38,46% das publicações concentram-se na área de meteorologia, o que evidencia a predominância desse campo no conjunto de estudos examinados. Em seguida, 15,39% dos trabalhos estão associados à conservação da biodiversidade, inovação tecnológica e desenvolvimento urbano, refletindo a natureza interdisciplinar das pesquisas e o interesse por soluções integradas para os desafios ambientais e aos processos de urbanização. Por fim, 7,69% dos artigos relacionam-se à agricultura e aos recursos hídricos, a menor incidência dessas áreas indica desafios sobre a segurança alimentar e gestão hídrica que primam pela eficiência dos recursos naturais, frente ao contexto das mudanças climáticas.

Os recursos hídricos podem ser impactados a partir de fontes naturais e antrópicas. Uma das ações humanas que contribuem com os impactos é a remoção da vegetação, promovendo a redução da disponibilidade, intensifica processos erosivos e aumentam as tensões sobre o acesso a água (ANA, 2022; SOUZA *et al.*, 2024; BARBINO *et al.*, 2024). Deve-se considerar que, à medida que os desmatamentos e as queimadas ocorrem de forma crescente, comprometem as zonas de amortecimento dos cursos hídricos, reduzem a mata nativa e contribuem para os processos de desertificação. Uma alternativa para mitigar a redução de desmatamento pode vir a partir de incentivos financeiros como subsídios, para a população, nas áreas próximas aos pontos de uso imediato da água, como agentes de conservação dos mananciais, como propõe Wang *et al.* (2022).

A permanência da vegetação auxilia no amortecimento do impacto das chuvas evitando o contato direto com o solo, minimiza processos erosivos, favorece a absorção e alimentação dos lençóis freáticos, reduz o escoamento superficial, poluição e assoreamentos (ASSIS; FARIA; BAYER, 2021). Com o ritmo desenfreado da degradação que altera os padrões naturais de fluxo de água, reduz a capacidade de armazenamento, aumenta o risco de inundação, sobretudo, nas áreas mais planas e com pouca variação do nível do mar; além de prolongar a estiagem e favorecer o desequilíbrio climático (KAMYAB *et al.*, 2023). Com isto, o estudo busca mitigar a redução do estresse hídrico sem grandes prejuízos aos usuários e a população.

Faz-se necessário incluir a comunidade no processo de tomada de decisões do uso sustentável dos recursos naturais, sobretudo, os hídricos com vistas a atender as necessidades da comunidade local. Para contribuir com isso, o sistema de informação precisa ser acessível, atualizado e confiável para as organizações civis, usuários de água e poder público, além da sociedade em geral (ANA, 2020). Deve-se levar em consideração que a implantação de obras

e serviços provocam uma série de modificações sociais e ambientais que alteram a dinâmica da paisagem regional e/ou local (CARVALHO; SILVA; CORDEIRO, 2011).

Souza e Cândido (2024), propõe que a resiliência hídrica deve fazer parte do processo de infraestrutura, pois intensifica a interdisciplinaridade e integração entre os setores de água, habitação, planejamento e meio ambiente para propor estratégias efetivas de resiliência, uso e conservação do recurso. Cabe mencionar as intervenções antrópicas como a edificação de barragens e usinas que promovem a elevação do nível natural de inundações e modificam os fluxos hídricos (CARVALHO; SILVA; CORDEIRO, 2011).

A preparação de instalações de cunho hídrico, seja de uso direto ou indireto deve prever com antecedência um plano de ação para ser seguido durante a ocorrência de falhas, que assegurem a prevenção da vida. Os projetos precisam atender às características internas do local de implantação e garantir adaptação aos processos e/ou ações realizadas com o objetivo de lidar com as novas condições. Isto reflete a importância de dispor da capacidade técnica, planejamento adequado e instrumentos de cooperação entre entidades de diferentes esferas e setores (ANA, 2016).

Segundo a ANA (2016), as mudanças climáticas modificam também a qualidade da água, pois influenciam os fluxos hídricos, comprometem a capacidade de diluição de contaminantes e intensificam a poluição difusa. A precipitação e escoamento após chuvas intensas, cooperam para o carreamento de produtos químicos que podem permanecer no ambiente, isto exige rigor nas análises de água para abastecimento e potabilidade (SANTOS *et al.*, 2021). Haja vista que envolve a segurança do abastecimento para múltiplos usos.

Ao integrar características de múltiplas plataformas com código aberto existentes para monitoramento do ambiente aquático, tornando-as mais robustas com imagens passadas e atuais de sensoriamento remoto de boa resolução espectral, permitem apresentar sua dinâmica e implicações indispensáveis para propiciar a saúde ecológica, bem-estar social e a segurança alimentar (FENG *et al.*, 2022). No âmbito das aplicações dos sistemas em nuvem sua abordagem sustenta a pesquisa sobre mudanças climáticas em várias regiões, permitindo assim sua replicação, considerando as características locais que otimizam a estratégia de adaptação aos eventos extremos e contribuem com os mecanismos de resiliência (SRIVASTAVA; MAITY, 2023).

O uso de imagens de satélite, radar, drones associadas a aplicação das tecnologias que emitem informações com frequência e/ou em tempo real sobre a dinâmica do ambiente,

contribuem para que os tomadores de decisão possam agir de forma preditiva e antecipada, minimizando riscos e perdas. A compreensão profunda desses ecossistemas possibilita uma gestão mais eficaz e sustentável, fornecendo informações valiosas para a tomada de decisões que visam a conservação da biodiversidade e o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais.

O uso do sensoriamento remoto pode ser utilizado como uma alternativa complementar para fornecer informações na extensão de superfícies da lâmina de água em grandes áreas geográficas, com resolução espacial e frequência temporal significativas (SOUZA, 2024). Para complementar as informações, a metodologia de codificação de dados permite examinar séries de análises hidrológicas e geoespaciais por meio da integração de sistemas, podendo ser utilizada como insumo nos processos de gestão e regulação dos recursos hídricos no Brasil (ANA, 2020).

A título de ilustração para sua aplicação pode-se mencionar que ao automatizar e interconectar sistemas de cultivo, independentemente de sua escala, o algoritmo treinado dispõe da capacidade de identificar danos, rupturas, problemas de abastecimento e desabastecimento. Assim como pode ser utilizado pela administração pública e privada para prever eventos climáticos críticos, advindo de fontes meteorológicas e hidrológicas que podem indicar o racionamento hídrico ou ainda indicar a evacuação de áreas de risco, sobretudo, áreas planas e ribeirinhas, como é o caso da microrregião da baixada maranhense.

Com vistas a auxiliar de maneira preventiva estudos meteorológicos desenvolvidos em São Paulo com imagens de radar e do *Deep Learning* propõe informar com até 1 hora de antecedência a previsão climática de eventos extremos e consequentemente apontar tendências (BONNET; EVSUKOFF; RODRIGUEZ, 2020). A aplicação de ferramentas similares com abordagens que favorecem a previsão e alarme de cheias, prevenção e combate às secas; além de contribuir com a gestão de tráfego fluvial. O planejamento e a gestão territorial assumem dimensões que vão além do nível local, envolvendo de forma multidimensional implicações diretas com o desenvolvimento sustentável (UEMA, 2016).

Inovações tecnológicas associadas ao uso de sistemas em nuvem estão ligadas ao monitoramento real da disponibilidade hídrica, alocação, identificação de falhas no abastecimento, redução do desperdício, avaliação da qualidade e fomenta a equidade no acesso. Kamyab *et al.*, (2023), destacam para o monitoramento e otimização da infraestrutura hídrica, como oleodutos, reservatórios e estações de tratamento. O monitoramento pode

receber a contribuição de autônomos, através da aquisição de Informações Geográficas Voluntárias (VGI), conforme apontado por Wu *et al.*, (2020).

Estudos como o de Hu *et al.* (2025), demonstram a eficácia da incorporação de modelos de nuvens na representação de sistemas caracterizados por incertezas e variabilidades intrínsecas. Essa abordagem permite capturar de forma precisa tanto a aleatoriedade quanto a ambiguidade presentes nos dados, promovendo uma avaliação mais robusta e confiável. Além disso, os modelos de nuvens contribuem para uma visualização mais intuitiva dos resultados, facilitando a interpretação e a tomada de decisão em contextos complexos.

A abordagem realizada por Polpanich *et al.* (2025), apresenta-se promissora com possibilidade de replicação em regiões vulneráveis e dinâmicas, como a Baixada Maranhense, pois, as áreas são semelhantes quanto à presença de extensas áreas alagáveis, práticas agrícolas tradicionais, regidas sua maioria pela agricultura familiar, além de depender dos mananciais hídricos. A aplicação do modelo para a baixada permitiria não apenas a caracterização das variações espaciais e temporais do estresse hídrico, como também subsidiaria estratégias de gestão sustentável e adaptação frente aos impactos de eventos extremos, tendo em vista que eles estão cada vez mais frequentes no contexto das mudanças climáticas.

Quanto às possíveis limitações dos sistemas automatizados e/ou computacionais estão a resistência ao uso e aplicação de seus recursos, a confiabilidade de dados fornecidos, custo de implementação e operação, latência de provedores de informações e a integração em outros sistemas. Contudo, os sistemas em nuvem associados a imagens de satélite propõem orientar quanto ao uso racional e integrado dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Além de promover a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos.

Diante do exposto tem-se que a compreensão profunda da microrregião da baixada maranhense possibilita o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais. Além disso, a adoção de sistemas em nuvem de baixo custo e fácil acesso contribui para atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável frente aos eventos climáticos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou dados cienciométricos de documentos que abordaram as mudanças climáticas, disponibilidade hídrica, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica. As informações coletadas revelaram tendências nos impactos das alterações ambientais no que tange a disponibilidade de água, sobretudo, ao aplicar modelos que avaliam tal parâmetro. Isso evidencia a importância da gestão hídrica para áreas mais planas como a região da baixada maranhense.

O aprofundamento de pesquisas previamente desenvolvidas, cujas abordagens metodológicas envolveram o uso de sistemas computacionais para a análise da disponibilidade hídrica e das alterações climáticas, apresentam-se como estratégia essencial para subsidiar ações sustentáveis na microrregião da Baixada Maranhense. Considerando a crescente complexidade dos desafios socioambientais, principalmente, em regiões ecologicamente sensíveis e socialmente vulneráveis, a incorporação de tecnologias de modelagem e simulação, torna-se imprescindível para a produção de diagnósticos mais precisos e projeções robustas.

Nesse contexto, a articulação entre os resultados dessas investigações e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) potencializa a formulação de políticas públicas baseadas em evidências, promovendo a gestão eficiente dos recursos hídricos, a adaptação às mudanças climáticas e a promoção da resiliência territorial, em consonância com as especificidades ambientais e socioeconômicas da Baixada Maranhense.

Portanto, estudos como este contribuem para a compreensão dos riscos enfrentados pelas mudanças climáticas para prevenção e implementação de estratégias adaptativas para eventos extremos de precipitação e seca, primando pela resiliência diante dos cenários atuais, face às mudanças climáticas. As abordagens interdisciplinares combinadas à ciência do clima, inovação tecnológica, desenvolvimento sustentável associadas à colaboração internacional, promovem a troca de conhecimento e expertises que melhoram o gerenciamento de riscos.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP N°. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em

Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profªágua pelo apoio técnico científico aportado até o momento. A Universidade Estadual do Maranhão - UEMA pelo apoio financeiro e fomento a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADAMOPOULOS, I. P.; SYROU, N. F.; ADAMOPOULOU, J. P.; MIJWIL, M. M. Conventional water resources associated with climate change in the Southeast Mediterranean and the Middle East countries. **European Journal of Sustainable Development Research**, v. 8, n. 3, 2024. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/14860>.
- ALAM, T.; TAJAMMUL, M.; GUPTA, R. Rumo ao desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes por meio da computação em nuvem. Em: Piuri, V., Shaw, RN, Ghosh, A., Islam, R. (eds) **IA e IoT para aplicações de cidades inteligentes**. Estudos em inteligência computacional, v. 1002. Springer, Cingapura. 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7498-3_13.
- ALMEIDA-FUNO, I. C. da S.; PINHEIRO, C. U. B.; MONTELES, J. S. Identificação de tensores ambientais nos ecossistemas aquáticos da área de proteção ambiental (APA) da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 74-85 2010. ISSN: 1980-9735
- ANA - Agência Nacional de Águas. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, GGES, 2016.
- _____. ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores. Brasília: ANA, 2022.
- _____. Sistema de informações sobre recursos hídricos. Brasília: ANA, 2020.
- ASSIS, P. C.; FARIA, K. M. S.; BAYER, M. Unidades de conservação e sua efetividade na proteção dos recursos hídricos na Bacia do Rio Araguaia. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia - MG, v. 34, 2021. ISSN 1982-4513.
- BARBINO, G. C.; SILVA, J. M. da; ARAUJO CARMELLO, N. D.; ANDRADE, N. L. R. de. Os eventos extremos como instrumentos de informação na gestão dos recursos hídricos. **Revista Brasileira De Climatologia**, v. 34, n. 20, p. 224–241, 2024. <https://doi.org/10.55761/abclima.v34i20.16497>.
- BRASIL. Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo. **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do estado do Maranhão**. São Luís, SEMATUR, 1991.
- BONNET, S. M.; EVSUKOFF, A.; RODRIGUEZ, C. A. M. Precipitation nowcasting with weather radar images and deep learning in São Paulo, Brasil. **Atmosfera**, v. 11, n. 11, 1157, 2020. <https://doi.org/10.3390/atmos11111157>.
- CARVALHO, J. V.; SILVA, T. R. C.; CORDEIRO, A. T. Modificações socioambientais decorrentes da construção da barragem do rio Pericumã, na área de influência da cidade de Pinheiro - Estado do Maranhão - Brasil. **Revista Geográfica da América Central**, número Especial EGAL, Costa Rica, p. 1-16, 2011. ISSN-2115-2563.

DUTRA, D. J.; ELMIRO, M. A. T. Técnicas de sensoriamento remoto aplicados na análise de seca em bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do Ribeirão Serra Azul - MG. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia-MG, v. 25, n. 97, p. 21–43, 2024.

FENG, L.; YOU, Y.; LIAO, W.; PANG, J.; HU, R.; FENG, L. Multi-scale change monitoring of water environment using cloud computing in optimal resolution remote sensing images. **Energy Reports**. N.8, p. 13610–13620, 2022.

HU, J.; WANG, F.; LIU, P.; LÜ, S.; LÜ, C.; YU, F. Evaluation of urban water cycle health status based on DPSIRM framework and AHP-FCE-Cloud model. **Ecological Indicators**, v. 170, 2025. ISSN 1470-160X. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112935>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados do Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2025.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Enciclopédia dos Municípios Maranhenses: microrregião geográfica da Baixada Maranhense**. São Luís: IMESC, 2013. ISBN 978-85-61929-15-2.

MUKHERJEE, K.; PAL, S. Hydrological and landscape dynamics of floodplain wetlands of the Diara region, Eastern India. **Ecological indicators**, v. 121, p.106961, 2021.

KAMYAB, H.; KHADEMI, T.; SHREESHIVADASAN, C.; SABERIKAMARPOSHI, M.; REZANIA, S.; YUSUF, M.; FARAJNEZHAD, M.; ABBAS, M.; JEON, B. H.; AHN, Y. The latest innovative ways to use artificial intelligence and big data analytics in water resources management. **Results in Engineering**, v. 20, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101566>.

LAONAMSAI, J.; JUPHUNTHONG, P.; SAPRATHET, T.; KIMMANY, B.; GANCHANASURAGIT, T.; CHOMCHEAWCHAN, P.; TOMUN, N. Utilizing NDWI, MNDWI, SAVI, WRI, and AWEI for estimating erosion and deposition in Ping River in Thailand. **Hydrology**, v. 10, n. 3, p. 70, 2023.

LI, T.; CUI, L.; XU, Z.; HU, R.; JOSHI, P.K.; SONG, X.; TANG, L.; XIA, A.; WANG, Y.; GUO, D.; ZHU, J.; HAO, Y.; SONG, L.; CUI, X. Quantitative analysis of the research trends and areas in grassland remote sensing: A scientometrics analysis of web of science from 1980 to 2020. **Remote Sensing**, v. 13, n. 7, p. 1279, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13071279>.

NATHAWAT, R.; SINGH, S. K.; SAJAN, B.; PAREEK, M.; KANGA, S.; ĐURIN, B.; KANTAMANENI, K.; RATHNAYAKE, U. Integrating cloud-based geospatial analysis for understanding spatio-temporal drought dynamics and microclimate variability in Rajasthan: Implications for urban development planning. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**. 2025. <https://doi.org/10.1007/s12524-025-02139-6>.

ONU - Organização das Nações Unidas. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Estamos todos juntos nisso - Relatório Anual 2024, 2025. Disponível em:<<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/47082>>.

PREIDL, S.; LANGE, M.; DOKTOR, D. Introducing APiC for regionalised land cover mapping on the national scale using Sentinel-2A imagery. **Remote Sensing of Environment**. v. 240, 2020. doi.org/10.1016/j.rse.2020.

POLPANICH, O.-U.; BHATPURIA, D.; SANTOS SANTOS, T. F.; KRITTASUDTHACHEEWA, C. Leveraging multi-source data and digital technology to support the monitoring of localized water changes in the Mekong Region. **Sustainability**, v. 14, n. 3, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14031739>.

RIBEIRO, D. R. R.; SERRA, L. A.; SOARES, L. S.; MACHADO, A. M. B. Avaliação da dinâmica geoespacial, morfométrica e ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã, Maranhão. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 17, n. 4, p. 2606–2629, 2024. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p2606-2629>.

RIVAS-TABARES, D.; TARQUIS, A. M.; DE MIGUEL, Á.; GOBIN, A.; WILLAARTS, B. Improving the impact assessment of LULC scenarios on hydrological dynamics using participatory mapping protocols in semiarid regions. **Science of the Total Environment**, 2022.

SANTOS, J. P.; ALMEIDA, S. J. M.; COSTA, C. C.; GUIMARÃES, E. C.; TEIXEIRA, E. G.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Reproductive aspects of freshwater fishes exposed to pesticide-contaminated environments: A systematic review. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 19, p. 1155-1168, 2021. ISSN 2359-1412. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081935](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081935).

SANTOS, J. S. D.; PARISE, C. K.; DUARTE, L.; TEODORO, A. C. Bibliometric Analysis of Global Research on Port Infrastructure Vulnerability to Climate Change (2012–2023): Key Indices, Influential Contributions, and Future Directions. **Sustainability**. 2024. <https://doi.org/10.3390/su16198622>.

SILVA, F. L. DA.; FUSHITA, A. T.; CUNHA-SANTINO, M. B. DA.; BIANCHINI JÚNIOR, I.; VENEZIANI JÚNIOR, J. C. T. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1626–1653, 2021. DOI: 10.26848/rbgf.v14.3.p1626-1653. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/248864>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SOUZA, F. C. DE; CÂNDIDO, G. A. Socio-ecological resilience in water systems: a literature review resiliência socioecológica em recursos hídricos: uma revisão da literatura. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, v. 59, e2015, 2024. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947802015>.

SOUZA, J. F. S. Uso de imagens SAR e ópticas do Satélite Sentinel no monitoramento de reservatórios em regiões semiáridas e de mata atlântica. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Recife: UFPE. 2024.

SOUZA, J. F. S. de; RIBEIRO NETO, A.; PEÑA-LUQUE, S.; GOSSET, M. Application of Sentinel-2 Level-2A images for monitoring water surface in reservoirs in the semiarid region of Pernambuco—Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 59, p. e1927, 2024. DOI: 10.5327/Z2176-94781927. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/1927>. Acesso em: 2 abr. 2025.

SRIVASTAVA, A.; MAITY, R. Assessing the potential of AI–ML in urban climate change adaptation and sustainable development. **Sustainability**, v. 15, n. 23, p. 16461, 2023.

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão, São Luís, 2016.

VASCONCELOS, R. N.; COSTA, D. P.; DUVERGER, S. G.; LOBÃO, J. S. B.; CAMBUÍ, E. C. B.; LENTINI, C. A. D.; LIMA, A. T. C.; SCHIRMBECK, J.; MENDES, D. T.; ROCHA, W. J. S. F.; PORSANI, M. J. Bibliometric analysis of surface water detection and mapping using remote sensing in South America. **Scientometrics**, v. 128, n. 3, p. 1667-1688, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04570-9>

WANG, D.; CHEN, Y.; JARIN, M.; XIE, X. Eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes exigem o desenvolvimento de sistemas de tratamento de água no ponto de uso. **npj Clean Water**, v. 5 , n. 36, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41545-022-00182-1>.

WU, B.; TIAN, F.; ZHANG, M.; ZENG, H.; ZENG, Y. Cloud services with big data provide a solution for monitoring and tracking sustainable development goals. **Geography and Sustainability**, v. 1, p. 25–32, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.006>.

ZHAO, Q.; YU, L. Advancing Sustainable Development Goals through Earth Observation Satellite Data: Current Insights and Future Directions. **Journal of Remote Sensing**, v. 5, p. 0403, 2025. <https://doi.org/10.34133/remotosensing.0403>.

DINÂMICAS AMBIENTAIS NO PROJETO DE ASSENTAMENTO GRANDE VITÓRIA POR MEIO DA ANÁLISE DOS COMPONENTES DA VEGETAÇÃO E TEMPERATURA A PARTIR DE SENSORES ORBITAIS

Saint-clair Pereira de Oliveira Neto

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unifesspa

Marabá, Pará, Brasil

Oliveira.neto@incra.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6448-0275>

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unifesspa

Marabá, Pará, Brasil

abraaolevi@unifesspa.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0546-8836>

RESUMO

A pesquisa analisa a variação de temperatura na região de Marabá-PA, mais especificamente no assentamento rural “Grande Vitória”, correlacionando os dados obtidos por meio de imagens de satélites Landsat 5 e 8 através do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e dados de temperatura de superfície, utilizando os canais termais do Landsat, nos anos de 1999, 2010 e 2024. Para a realização do trabalho foram consultados principalmente os seguintes autores: (PONZONI et al, 2015; MENESES et al, 2019; LOPES et al., 2024). O estudo destaca a análise comparativa entre os dados de vegetação e temperatura para as datas citadas para o início da implementação do projeto de assentamento com a instalação das famílias até a consolidação das atividades produtivas. O estudo gerou resultados de variação significativa dos valores tanto do NDVI, que apresentou uma diminuição do índice de 0,19, como da temperatura média, que foi apontou uma elevação de 2,8°C (11,8%) na área do assentamento rural, destacando assim o relevante papel das técnicas de sensoriamento remoto na análise do clima associado ao uso do solo em escala regional.

Palavras-Chave:

NDVI;

LST;

Assentamentos;

SCP;

Sensoriamento Remoto.

ENVIRONMENTAL DYNAMICS IN THE GRANDE VITÓRIA SETTLEMENT PROJECT THROUGH THE ANALYSIS OF VEGETATION COMPONENTS AND TEMPERATURE USING ORBITAL SENSORS

ABSTRACT

Keywords:

NDVI;
LST;
Settlements;
SCP;
Remote Sensing.

The research analyzes the temperature variation in the Marabá-PA region, specifically in the rural settlement “Grande Vitória,” correlating data obtained from Landsat 5 and 8 satellite images through the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface temperature data using the thermal channels of Landsat for the years 1999, 2010 and 2024. To conduct the study, the following authors were primarily consulted: (PONZONI et al., 2015; MENESES et al., 2019; LOPES et al., 2024). The study highlights a comparative analysis of vegetation and temperature data for the mentioned years, considering the beginning of the settlement project with the installation of families up to the consolidation of productive activities. The results showed a significant variation in both NDVI values, which presented a decrease of 0.19, and in the average temperature, which increased by 2.8°C (11.8%) in the settlement area. This emphasizes the crucial role of remote sensing techniques in climate analysis associated with land use at a regional scale.

1 INTRODUÇÃO

Com o processo de colonização das terras situadas no perímetro da Amazônia Legal e a criação de assentamentos rurais de reforma agrária, houve também, a supressão de parte vegetação nativa (ou pouco antropizada) que havia nessas áreas. Seja para o plantio de pequenas culturas entre outras atividades relacionadas ao uso para subsistência dos colonos através dos recursos naturais em localidades que passam a habitar. Em áreas relativamente próximas aos centros urbanos, essas práticas de exploração para fins econômicos tendem a ser um tanto mais desenvolvidas. A criação de pequenos rebanhos, sejam eles para corte ou produção de leite, poderiam demandar áreas com pastagens ou plantio de culturas para ração dos animais e sustento das famílias. Então, por mais que as atividades agrícolas de lotes considerados pequenos se comparados às fazendas de grande porte, podem agir de certa forma, com um impacto considerável no que se refere à cobertura vegetal dos solos do assentamento rural. Estudos têm demonstrado que alterações como essas no meio ambiente podem trazer consequências para o clima de maneira regional (ALVES, 1999). Na mesorregião do sudeste paraense do Brasil estão localizados mais de 500 projetos de assentamentos criados pelo INCRA. Nestas comunidades têm-se verificado desmatamento desordenado e passivo ambiental em ascensão (AMORIM, 2020).

Mais de uma centena destes estão situados no município de Marabá, cidade bastante emblemática dentro da mesorregião no que se refere ao contexto de criação e

desenvolvimento de assentamentos rurais. As dinâmicas de alteração da cobertura vegetal são diferentes entre os diversos tipos de exploração dos recursos naturais (como pecuária, agricultura), mas também entre os tamanhos dos imóveis.

De acordo com a classificação de Köppen o clima da cidade de Marabá devido a fatores principalmente como sua posição latitudinal e altitude (aproximadamente 100m ao nível do mar) é o tropical semiúmido (Aw). Contando com uma temperatura média anual de 26,0°C e volume médio de precipitação elevado, próximo aos 2.200 mm anuais, os meses mais chuvosos são março (421 mm) e fevereiro (405 mm), e os meses de menor pluviosidade são agosto e julho, com média mensal de apenas 15 mm e 24 mm, respectivamente. A umidade relativa do ar é bastante elevada durante todo o ano, com médias que ficam entre 75% a 90%. (JESUS et al., 2024).

O objetivo principal da pesquisa é analisar as variações térmicas da superfície do solo no perímetro do PA Grande Vitória localizado no município de Marabá-PA, utilizando para isso, sensores termais e sensores NIR (infravermelho próximo) e Red (vermelho) (USGS, 2022), dos satélites Landsat 5 e 8, com uma escala temporal entre os anos de 1999, 2010 e 2024.

Os dados das imagens de satélite foram extraídos do site Earthexplorer/NASA do Serviço Geológico dos EUA(USGS), as imagens foram processadas no software QGIS com a utilização do Plugin SCP, gerando os produtos como NDVI e perfil termográfico.

Desse modo, este trabalho visa demonstrar o funcionamento do campo térmico na região de Marabá do Pará, especificamente a área do assentamento Grande Vitória, analisando assim, dinâmicas e mudanças da cobertura vegetal e dos dados de temperatura da superfície com o uso do sensoriamento remoto.

2 ÁREA DE ESTUDO

O P.A. Grande Vitória está situado na porção norte do município de Marabá/PA de acordo com a Figura 1.

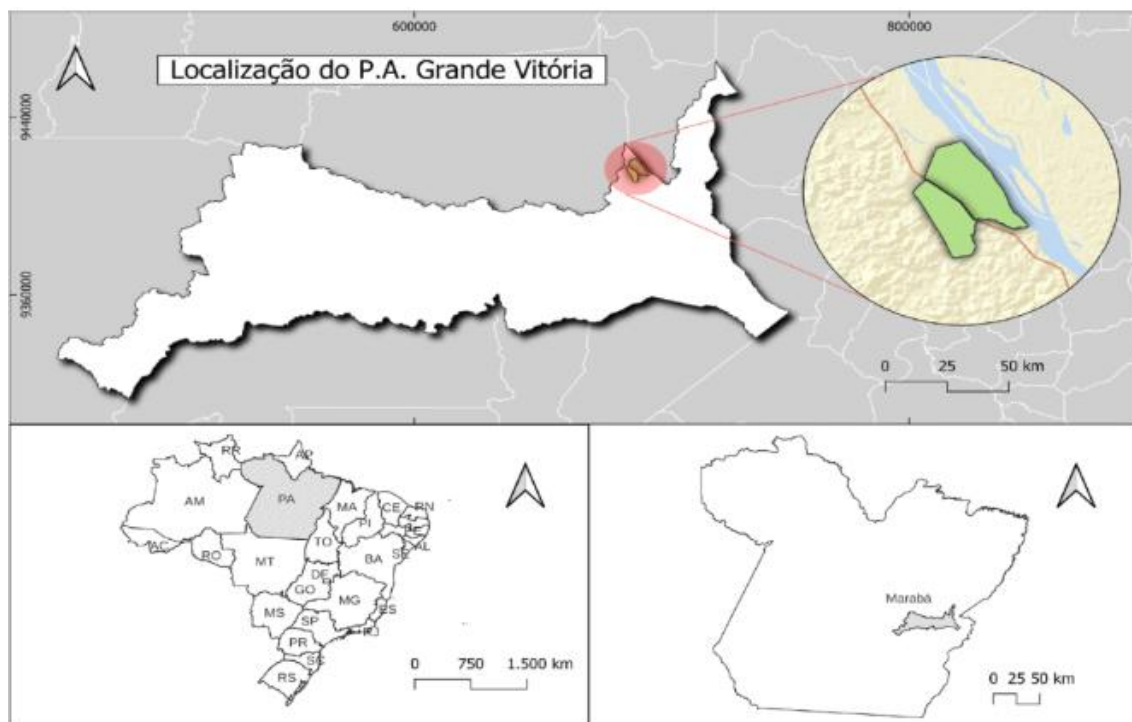


Figura 1: Mapa de localização geográfica do P.A. Grande Vitória.

Fonte: Limites, IBGE (2024), Limite do PA (INCRA, 2018), Imagem Google (2024), organizado pelos autores, 2025.

A área rural denominada P.A. Grande Vitória foi criada oficialmente pelo INCRA no dia 04/02/1999 na área da antiga Fazenda Santa Maria e dista 27 km da sede do município. O assentamento é cortado ao meio pela BR-230 (Rodovia Transamazônica) e na sua porção leste confronta com o Rio Tocantins.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados basicamente como ferramentas principais de análise, o software “QGIS” (Versão 3.28.6); imagens de satélite Landsat 5 e 8 baixadas no site do Serviço Geológico dos EUA(USGS-Earthexplorer); e o plugin do software QGIS denominado “Semi-Automatic Classification Plugin” com a metodologia de Congedo (2021).

Primeiramente foi realizada a coleta dos dados brutos como inserção do perímetro do assentamento no QGIS e posteriormente o download das bandas espectrais das imagens Landsat (Coleção 1). As imagens selecionadas deveriam possuir baixa ou nenhuma quantidade de nuvens para a melhor visualização/análise da área.

A correção atmosférica das bandas foi realizada pelo plugin SCP usando a metodologia de Congedo (2021), que também auxiliou na identificação dos dados de temperatura presentes nas bandas termais. As bandas que captam a radiação infravermelha no solo e na vegetação são representadas por banda 6 do Landsat 5 e bandas 10 e 11 no Landsat 8.

O mapa de vegetação utilizando a técnica do NDVI, que é o Índice de Vegetação por diferença Normalizada foi realizado por meio da fórmula: $NDVI = (Banda\ de\ Infravermelho\ Próximo - Banda\ Vermelha) / (Banda\ de\ Infravermelho\ Próximo + Banda\ Vermelha)$. Esse índice possui uma variação (-1 a +1) que quando os valores se aproximam de 1 representam uma vegetação vigorosa e abaixo de zero, solo exposto ou água. A banda do infravermelho próximo (NIR) é a 5 e a banda vermelho (R) é a banda 4 no Landsat 8, e a banda do infravermelho próximo (NIR) é a 4 e a banda vermelho (R) é a banda 3 no Landsat 5.

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se as seguintes imagens: Landsat 5 com órbita/ponto (223/064) e passagem no dia 05/07/1999, Landsat 5 com órbita/ponto (223/064) e passagem no dia 03/07/2010 e Landsat 8 com órbita/ponto (223/064) e passagem no dia 11/09/2024. As datas escolhidas referem-se primeiramente à data de criação do assentamento (1999) que se baseou em uma ideia de como estava a área quando ainda era uma fazenda com bastante cobertura vegetal. Após isso, 2010 é uma data intermediária em que já houve a consolidação dos lotes em suas atividades para ocupação da área. Em 2024 se refere a data final do estudo, como se encontra o estado da cobertura vegetal e da temperatura nos dias atuais.

A metodologia utilizada possui sua base teórica relacionada aos princípios fundamentais do sensoriamento remoto e geoprocessamento usando como parâmetro, autores como Meneses et al. (2019); Ponzoni et al. (2015), Mascarenhas et al., (2024;2025) e Vidal et al. (2022). As técnicas empregadas nesta pesquisa se utilizam da evolução do conhecimento acerca das propriedades relacionadas à reflectância da energia eletromagnética dos materiais terrestres.

Desde os princípios do conhecimento sobre eletromagnetismo, com o físico escocês James Clerk Maxwell que se utilizou das experiências de Faraday para entender que a luz possui uma natureza ondulatória e construiu dessa forma, uma equação de onda para detalhar a propagação desta nos campos magnético e elétrico (MENESES et al., 2019).

O reconhecimento da luz como onda eletromagnética e o desenvolvimento das pesquisas sobre os diferentes comprimentos e frequências de ondas trouxeram grande avanço considerável nas pesquisas. Passando pela criação da física quântica por Max Planck, que estudou o comportamento da radiação eletromagnética, onde pode ser absorvida ou refletida por materiais terrestres, essa energia refletida pode ser captada por sistemas sensores imageadores para análises das informações captadas, tendo seus dados medidos por sensores espectro radiométricos (MENESES et al., 2019).

Com o avanço das técnicas de sensoriamento remoto, possibilitou-se a quantificação e qualificação de diversos tipos de parâmetros biofísicos da vegetação, cobertura do solo e monitoração de áreas com vegetação (RÊGO et al., 2012).

Este sistema possibilita o fornecimento de informações periódicas e consistentes da superfície terrestre, auxiliando em monitoramento global e como um instrumento de entendimento dos processos dinâmicos que envolvem os ecossistemas e suas relações com alterações climáticas (JUNIOR et al., 2021).

O conhecimento do processo de fotossíntese, que é a absorção da radiação eletromagnética por parte dos pigmentos fotossintetizantes das plantas, mais especificamente dentro do espectro visível (0,4 μm a 0,72 μm), está no centro deste processo (PONZONI et al., 2015; KROSS et al., 2014). Utilizando algumas informações prévias que podem ser fundamentais em algumas quantificações, estimativas deste tipo geralmente são realizadas por meio dos denominados Índices de Vegetação (IVs) dentre outras informações extraídas de imagens de satélites, que possuem a possibilidade de acessar as características de locais de acesso difícil ou remotos, e com baixos custos (LOURENÇO e LANDIM, 2004).

O programa de satélites denominado Landsat obtêm dados de imagens de satélite desde o ano de 1972, é uma das maiores coleções de informações de observação da Terra e possui assim, um grande impacto para propósitos de estudos científicos e de gestão através de informações obtidas por suas imagens de sensoriamento remoto (PONS et al. 2014).

O satélite Landsat com suas imagens orbitais, utilizam a faixa do vermelho(R), onde a clorofila tem a característica de absorver a radiação solar com uma baixa reflectância, porém

na faixa do infravermelho próximo (NIR), a morfologia interna das folhas e a estrutura da vegetação provocam uma alta reflectância da energia solar que incide na planta.

Quando o contraste se mostra maior, o vigor da vegetação também é mais amplo na área da imagem e a junção das duas faixas espectrais vai realçar as áreas de vegetação nas imagens, sendo este o princípio básico em que se norteiam os índices de vegetação (LOURENÇO e LANDIM, 2004). O NDVI (índice de Vegetação da Diferença Normalizada) é o índice mais utilizado normalmente para avaliar e monitorar a vegetação em diversas finalidades, como por exemplo o cálculo de índice foliar e biomassa aérea, o NDVI foi introduzido em 1973 e tem sido utilizado em diversos ecossistemas e condições agroclimáticas (LIMA et al., 2017; ABUZAR et al., 2014).

Os chamados índices de vegetação são conceituados como transformações lineares de bandas espectrais, normalmente nas faixas do vermelho (R) e infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético (RÊGO et al., 2012). Ele é o mais difundido entre os índices, e tende a ser analisado através da interpretação dos valores obtidos nas imagens em diferentes datas, podendo avaliar a alteração da área verde ao longo do tempo (ZANZARINI et al., 2013).

Para um melhor aproveitamento dos índices, é primordial que se faça uma correção radiométrica para evitar alguns efeitos atmosféricos e topográficos nas imagens, como absorção e dispersão atmosférica, o que dificulta uma interpretação mais precisa dos dados (PONS et al., 2014). De acordo com Ali et al. (2015), as interações entre a vegetação, o solo e os fluxos de energia impactam de forma profunda o sistema climático.

A cobertura vegetal possui um papel primordial na alteração do fluxo hidrológico (evaporação, transpiração e interceptação). E como os índices descrevem bem as propriedades da vegetação, podem oferecer informações importantes sobre a dinâmica vegetal, estimativas relacionadas à produção, avaliação de estresse nas culturas e mudanças ambientais.

Por meio da banda de infravermelho térmico (TIR) é possível determinar a temperatura na superfície terrestre (LST), a região do TIR do espectro eletromagnético possui enorme potencial a fim de determinar características da dinâmica da superfície terrestre em qualquer ambiente natural, podendo inclusive buscar entender e mitigar os efeitos das mudanças climáticas por meios da utilização da terra (GUHA et al., 2021; PANDE et al., 2024).

O clima possui uma série de componentes que envolvem fenômenos meteorológicos através de um estado médio da atmosfera terrestre e pode sofrer influência de forma específica em algumas variáveis como uso e cobertura do solo, caracterizando-se assim como os microclimas (LOPES et al., 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A instalação de famílias em projetos de assentamento para desenvolverem atividades produtivas é seguida por desmatamento de algumas áreas, tomando cuidado com a conservação de áreas de preservação permanente e reservas legais, assim é, aceitável a supressão de parte das áreas, os dados de NDVI de 1999 estavam variando entre -0,434 a 0,914 retratando uma boa cobertura vegetal, conforme a figura 2.

Como ponto inicial do estudo, no ano de 1999 observa-se que a área possui ainda bastante vegetação de grande porte na época, principalmente na porção leste junto ao Rio Tocantins, a exceção são algumas clareiras e focos um tanto espaçados. Nas áreas próximas à Rodovia Transamazônica e partindo em sentido sudoeste podem-se observar maiores aberturas com vegetação mais rasteira e pastagens.

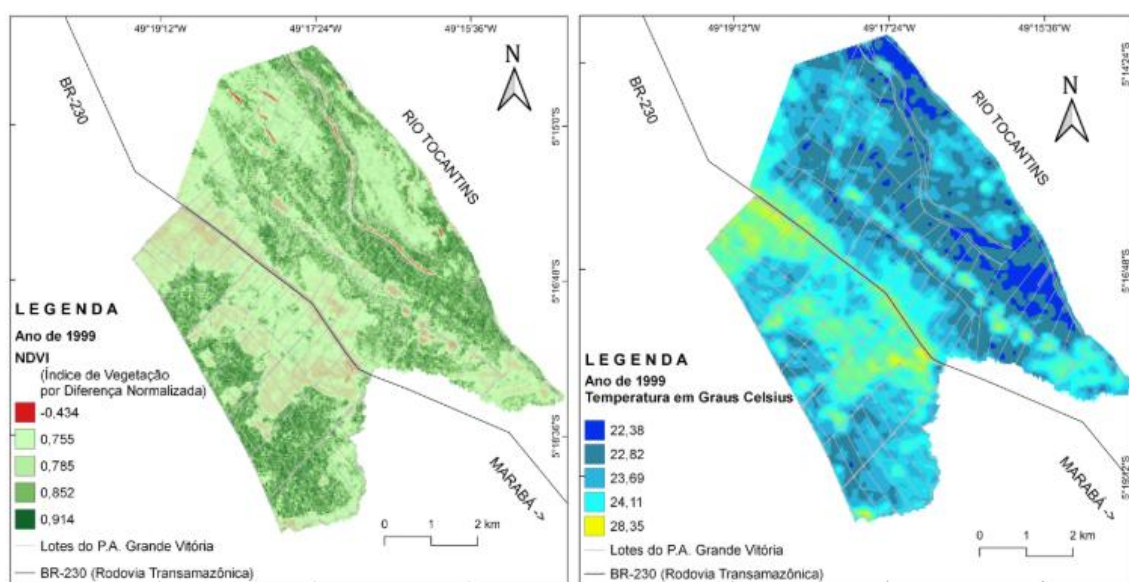


Figura 2: Mapas de NDVI e LST para o ano de 1999 do P.A. Grande Vitória.

Fonte: Landsat 5, organizado pelos autores, 2025.

As temperaturas variavam de mínima de 22,38°C a máximas de 28°C refletindo certo grau de equilíbrio ambiental entre as áreas de florestas, os recursos hídricos, a umidade das plantas, fatores que contribuem juntamente para amenizar o clima local. Muito provavelmente essas áreas abertas fazem parte da área ocupada e diretamente explorada pelo antigo detentor do imóvel. Fica evidente na Figura 2 que havia nesse tempo aberturas consideráveis na parte situada à oeste da rodovia, principalmente na porção central e noroeste da área. No quadro comparativo abaixo pode-se depreender o quantitativo de áreas e os percentuais em cada faixa de valores de NDVI e de temperatura no ano de 1999.

Quadro 1: NDVI e LST para o Ano de 1999.

NDVI	Área (ha)	Percentual (%)	LST (°C)	Área (ha)	Percentual (%)
-0,434	1166,3544	25,051	22,38	1274,6935	27,38
0,755	1163,8554	24,998	22,82	1120,7259	24,07
0,785	1162,8737	24,977	23,69	738,5916	15,86
0,852	1162,6728	24,972	24,11	1521,1739	32,67
0,914	0,0893	0,002	28,35	0,6608	0,01

Fonte: Landsat 5, organizado pelos autores, 2025.

As áreas que apresentam mais indícios de ocupação ou exploração coincidem com as temperaturas mais elevadas. Já as partes cobertas com florestas registram temperaturas mais amenas. Se correlacionar os mapas de NDVI e de temperatura, claramente pode-se inferir que as áreas mais quentes do mapa, de temperatura com 24,11 °C até 28,35 °C (representa um pouco menos de 33%) são localizadas nas partes com aberturas claras nas vegetações de dossel elevado no mapa de vegetação. Essas áreas que registraram temperaturas mais elevadas representam relativamente uma pequena porção da área total do assentamento.

No ano de 1999 obteve-se um valor médio do NDVI de 0,78, um valor próximo ao máximo do índice que é 1. Pode-se considerar dessa forma que área se apresenta nesse ano bem conservada em um contexto geral. Nesse mesmo ano, a temperatura média da área é de 23,69°C, uma temperatura considerada amena para os padrões da região.

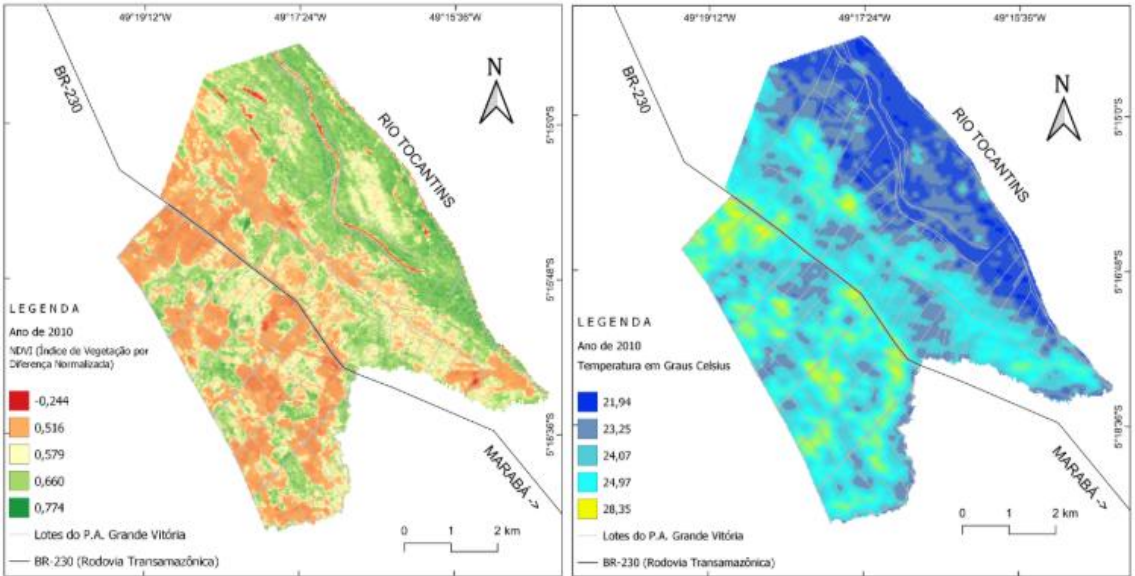
Há uma correspondência direta entre os valores médios do NDVI e da temperatura da área se for observado que uma taxa alta de áreas com vegetação densa está relacionada diretamente aos pontos de temperatura mais baixa que estão situados nas faixas de 22°C a 23°C (71,83% da área).

Os dados demonstram que de maneira geral, na data de passagem (05/07/1999) do imageamento do satélite Landsat 05, a temperatura da superfície do solo no P.A. Grande Vitória não era elevada na maior parte da área.

Vigorava na região uma característica típica de um microclima relacionado diretamente aos elementos naturais presentes no local como as florestas ombrófilas. Por razão de a área ser ainda bastante preservada como é visualizado no mapa de índice de

vegetação, exceto por alguns pontos isolados e uma área partindo da rodovia em direção a parte sul do assentamento, o mapa de temperatura possui na maior parte do projeto, uma coloração em tons de azul representando um clima mais ameno, enquanto as partes amareladas correspondendo aos locais mais quentes da área.

Figura 3: Mapas de NDVI e LST para o ano de 2010 do P.A. Grande Vitória.



Fonte: Landsat 5, organizado pelos autores, 2025.

Para o ano de 2010 é mostrado o quadro intermediário da pesquisa, quando houve a consolidação dos lotes do assentamento rural Grande Vitória. Pode ser observado no mapa de NDVI, que a exploração da área é mais abrangente, com a supressão da cobertura vegetal de grande porte tendo alcançado quase todas as porções do P.A. com a exceção da área que possui alagamento sazonal do Rio Tocantins. No quadro comparativo logo abaixo pode-se visualizar o quantitativo de áreas e os percentuais em cada faixa de valores de NDVI e de temperatura no ano de 2010.

Quadro 2: NDVI e LST para o Ano de 2010.

NDVI	Área (ha)	percentual (%)	LST (°C)	Área (ha)	Percentual (%)
-0,244	1168,3597	25,094	21,94	980,0509	21,050
0,516	1156,3643	24,837	23,25	755,4130	16,225
0,579	1157,2528	24,856	24,07	2029,0766	43,581
0,660	1173,7799	25,211	24,97	891,2156	19,142
0,774	0,0889	0,002	28,35	0,0895	0,002

Fonte: Landsat 5, organizado pelos autores, 2025.

Os focos com áreas de calor também se tornaram mais espalhados, principalmente a oeste da Rodovia BR-230, onde prevalece as altas temperaturas, somente em alguns pontos em que a temperatura é mais moderada.

Pode ser inferido que a expansão de áreas com características urbanas como a vila do km 21, localizada logo no início do assentamento às margens da rodovia no sentido Marabá-PA, dentre outras áreas de construções possuem uma forte influência na variação dos dados de temperatura.

Na parte leste do loteamento, também expandiram as áreas com altas temperaturas, excluindo-se a área de alagamento do Rio Tocantins, em que não houve a demarcação de lotes de reforma agrária.

Em 2010 obteve-se um valor médio do NDVI de 0,58, um valor pouco abaixo do apresentado 11 anos antes, no ano de 1999. Pode-se considerar que a área se encontra bem mais explorada em sua cobertura vegetal de grande porte do que na avaliação anterior.

A temperatura média em 2010 na área é de 24,07°C, uma temperatura um tanto mais elevado porque apresenta um acréscimo de 0,38°C em relação ao ano de 1999.

Há uma correlação direta entre os valores médios do NDVI e da temperatura da área, pois houve uma diminuição do valor médio do NDVI de 0,20 de diferença, quando a temperatura média sobe.

As áreas com temperatura mais baixa nas faixas de 21,94°C a 23,25°C representam um percentual de 37,27 % da área. Os valores de temperaturas mais amenas estão localizados principalmente ao norte e nordeste do P.A., nas áreas sujeitas ao alagamento do Rio Tocantins.

Aproximadamente metade das áreas do assentamento que possuem as cores em tons de azul escuro (mais frias), localizadas principalmente ao norte do mapa em meio às áreas mais quentes com tons de amarelo que estão situadas de forma mais acentuada na parte do sul do loteamento rural.

No dia da passagem do satélite Landsat 5 em 03/07/2010, pode ser observado por meio dos mapas de vegetação e de temperatura que houve a diminuição progressiva da cobertura vegetal do assentamento e o aumento de áreas com temperaturas elevadas de forma correspondente.

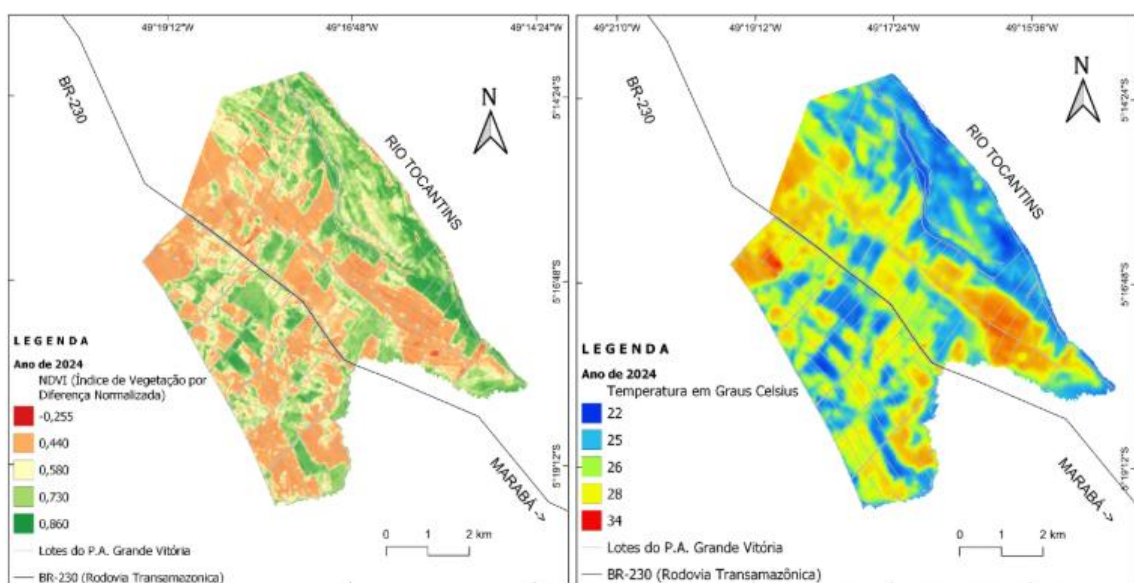


Figura 4: Mapas de NDVI e LST para o ano de 2024 do P.A. Grande Vitória.

Fonte: Landsat 8, organizado pelos autores, 2025.

O ano de 2024 nas imagens representa um retrato atual da área no que se refere ao grau de exploração da cobertura vegetal do assentamento e dos valores de temperatura que estão vigorando atualmente. Foi constatado um valor de NDVI médio de 0,58, um valor que se estabilizou se comparado ao ano de 2010.

A temperatura média foi de 26,49 °C, o que representou um aumento de 2,42 °C em relação a 2010. No quadro 3 abaixo pode-se compreender o quantitativo em valores de área e os percentuais em cada faixa de valores de NDVI e de temperatura no ano de 2024.

Quadro 3: NDVI e LST para o Ano de 2024.

NDVI	Área (ha)	Percentual (%)	LST (°C)	Área (ha)	Percentual (%)
-0,255	1166,3544	25,051	22	1358,2041	29,172
0,440	1163,8554	24,998	25	778,3098	16,717
0,580	1162,8737	24,977	26	1375,2520	29,538
0,730	1162,6728	24,972	28	1143,9904	24,571
0,860	0,0893	0,002	34	0,0893	0,002

Fonte: Landsat 8, organizado pelos autores, 2025.

As áreas de abertura se espalharam ao longo de cada lote do assentamento, alguns tendem ao ponto de o solo estar exposto dependendo do tipo de exploração econômica e urbanização da área. Outros tiveram a vegetação regenerada em alguns locais, crescendo aos poucos espécimes típicos de uma vegetação secundária.

Ao examinar de forma integrada os resultados obtidos por meio das análises dos mapas de NDVI e das bandas termais dos satélites Landsat, foram produzidos resultados de valores médios para o índice de vegetação por diferença normalizada e para a temperatura da superfície do solo. No gráfico elaborado pode-se observar que há uma diminuição do NDVI nos anos de 1999 a 2010, porém o valor permanece estabilizado nos anos de 2010 a 2024.

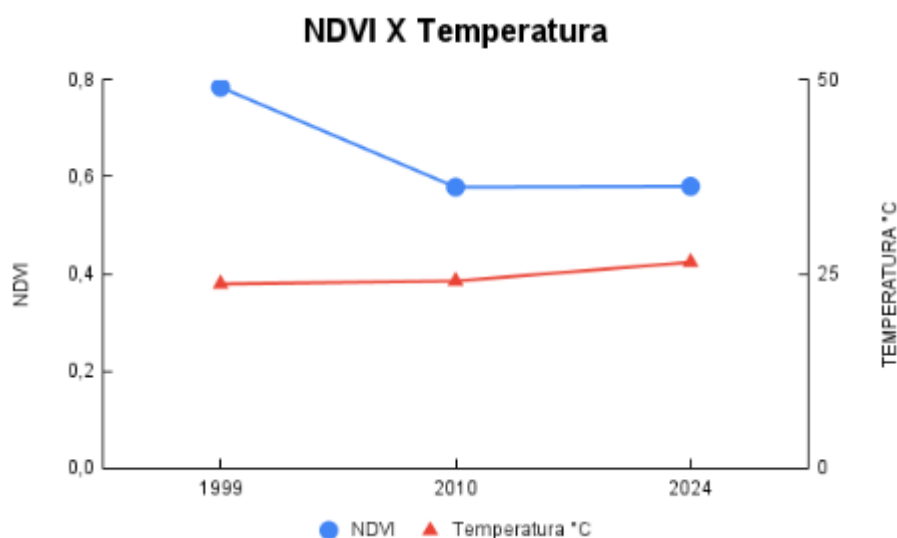


Figura 5: Gráfico com valores de NDVI e Temperatura média para os anos (1999, 2010 e 2024).

Fonte: Landsat 5 e 8, organizado pelos autores, 2025.

A análise do gráfico de temperatura mostra uma certa elevação nos anos de 1999 a 2010 e um aumento considerável de 2010 a 2024 nos valores termais.

A variação total dos valores médios de NDVI nos anos (1999, 2010 e 2024) foi um decréscimo de 0,19, enquanto na temperatura média total para o período obteve-se como resultado uma elevação de 2,8°C.

As temperaturas mínimas observadas no estudo foram de 22,38°C em 1999, 21,94°C para o ano de 2010 e 22,44 °C em 2024. As temperaturas médias verificadas foram de 23,69°C em 1999, 24,07°C em 2010 e 26,49°C em 2024. Nas temperaturas máximas são

os intervalos em que houve a maior diferença entre os anos de 1999 a 2024, que foi de 5,93 °C.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados na pesquisa mostram que houve o desmatamento acelerado e consequente elevação da temperatura do solo no P.A. Grande Vitória no período (1999, 2010 e 2024). O espaço temporal do estudo que se inicia com a criação do assentamento em 1999, onde possuía um valor de NDVI médio de 0,78 e de temperatura média igual a 23,69°C.

Passando pelo período intermediário da consolidação e desenvolvimento das atividades produtivas nos lotes em 2010, com um valor de NDVI médio de 0,58 e de temperatura média igual a 24,07°C. E ao chegar no ano de 2024, uma data consideravelmente atual, foi obtido o valor médio de NDVI de 0,58 e de temperatura de 26,49 °C. E a conclusão dos dados com base em todo o período estudado da alteração total dos valores médios de NDVI foi de uma diminuição 0,19, enquanto que a temperatura média total foi um aumento de 2,8 ° C. Com base nos valores obtidos entende-se uma evidente relação entre a supressão da cobertura vegetal e aumento da temperatura no nível do solo.

A enorme relevância do monitoramento climático se mostra um pouco presente nesse trabalho e o devido planejamento ambiental é urgente para que haja um desenvolvimento das atividades produtivas de forma sustentável. O desenvolvimento desse modelo de pesquisa pode auxiliar as famílias assentadas no loteamento objeto da análise e os outros projetos de assentamentos que fazem parte do bioma amazônico.

É provável que os dados contidos nesta pesquisa possam auxiliar de alguma maneira em futuras tomadas de decisão por gestores ou subsidiar políticas públicas ambientais que visem prevenir, mitigar danos ao meio ambiente e até mesmo prestar algum tipo de suporte técnico para os colonos ocupantes dos loteamentos rurais.

REFERÊNCIAS

ABUZAR, Mohammad; SHEFFIELD, Kathryn; WHITFIELD, Des; O'CONNELL, Mark; McALLISTER, Andy. *Comparing Inter-Sensor NDVI for the Analysis of Horticulture Crops in South-Eastern Australia*. **American Journal of Remote Sensing**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 1-9, mar. 2014. DOI: 10.11648/j.ajrs.20140201.11.

ALI, Muhammad; MONTZKA, Carsten; STADLER, Anja; MENZ, Gunter; THONFELD, Frank; VEREECKEN, Harry. *Estimation and Validation of RapidEye-Based Time-Series of Leaf Area Index for Winter Wheat in the Rur Catchment (Germany)*. **Remote Sensing**, v. 7, n. 3, p. 2808-2831, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs70302808>. Acesso em: 08 de mar. de 2025.

ALVES, Francisco Sérgio Maia; FISCH, Gilberto; VENDRAME, Íria Fernandes. Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 395-395, 1999.

AMORIM, Ismael Alves; HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Evolução do desmatamento e do passivo ambiental em projeto de assentamento de reforma agrária no Sudeste Paraense. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e2999119887-e2999119887, 2020.

CONGEDO, Luca. *Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS*. Journal of Open Source Software, 2021. Disponível em: <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.03172>. Acesso em: 21 de mar. de 2025.

GUHA, Subhanil; GOVIL, Himanshu; GILL, Netu; DEY, Anindita. *A long-term seasonal analysis on the relationship between LST and NDBI using Landsat data*. **Quaternary International**, v. 575, p. 249-258, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2023. <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/maraba.html>> Acesso em 21 de fev. de 2025.

JESUS, Edmir dos Santos et al. Avaliação das condições meteorológicas observadas nos últimos anos em Marabá-PA. In: 21º CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 21, 2024, Poços de Caldas.

JUNIOR, Ubiratan Joaquim da Silva; GONÇALVES, Rodrigo Mikosz; OLIVEIRA, Leidjane Maciel de Oliveira; JUNIOR, Antonio da Silva. *Sensibilidade espectral dos índices de vegetação: GNDVI, NDVI e EVI na Mata Ciliar do Reservatório de Serrinha II-PE, Brasil*. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 73, n. 1, p. 17-35, 2021.

KROSS, Angela, MCNAIRN, Heather, LAPEN, David, SUNOHARA, Mark, & CHAMPAGNE, Catherine. *Assessment of RapidEye vegetation indices for estimation of leaf area index and biomass in corn and soybean crops*. **Remote Sensing of Environment**, 165, 93-105, 2015.

LIMA, Diego Ricardo Medeiros de; DLUGOSZ, Fernando Luís; IURK, Mariângela Ceschim; PESCK, Vagner Alex. *Uso de NDVI e SAVI para Caracterização da Cobertura da Terra e Análise Temporal em Imagens RapidEye*. Revista ESPACIOS, v. 38, n. 36, p. 7, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com>. Acesso em: 08 de mar. de 2025.

LOPES, Luis Felipe dos Santos; MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos; MOTA, Railson Luz Santos; SILVA, Cintia Ellen Dias da; SANTOS, Eduardo Franco. *Análise de temperatura de superfície, índices de vegetação e recursos hídricos nos municípios de Xinguara e Rio Maria por meio de teledetecção*. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 20., 2023, Paraíba. **Anais [...]**. João Pessoa, 2024.

LOURENÇO, Roberto Wagner; LANDIM, Paulo Milton Barbosa. Estudo da variabilidade do " índice de vegetação por diferença normalizada/NDVI" utilizando krigagem indicativa. **Holos environment**, v. 4, n. 1, p. 38-55, 2004.

MASCARENHAS, Abraão Levi; VIDAL, Maria Rita; SOUZA, Marcus Vinícius Mariano de. *Análise dos impactos ambientais da expansão urbana em cidades de mineração a partir de produtos termais de sensores orbitais*. **Ciência Geográfica**. V.25, n. 2, p. 445-463, 2021.

MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos; MIRANDA, Matheus Martins; VIDAL, Maria Rita. *O contexto dos estudos do clima urbano por meio do campo termo-higrométrico em Rondon do Pará. Verde Grande, Geografia e Interdisciplinaridade*. V.6, n. 1, p. 614-633, 2024.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA de, Tati; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. **Reflectância dos materiais terrestres**. Oficina de textos, 2019.

MONTEIRO, Maurílio de Abreu; ROLIM, Lucas França; MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos. Aquecimento global e limites para a reversão de padrões deletérios de uso e ocupação do solo urbano na Amazônia: o caso da cidade de Marabá. **Novos Cadernos NAEA**. V.27, n. 3, p. 103-138, 2024.

PANDE, Chaitanya Baliram; EGBUERI, Johnbosco C.; COSTACHE, Romulus; SIDEK, Lariyah Mohd; WANG, Qingzheng; ALSHEHRI, Fahad; DIN, Norashidah Md; GAUTAM, Vinay Kumar; PAL, Subodh Chandra. *Predictive modeling of land surface temperature (LST) based on Landsat-8 satellite data and machine learning models for sustainable development*. **Journal of cleaner production**, v. 444, p. 141035, 2024.

PONS, Xavier; PESQUER, Lluís; CRISTÓBAL, Jordi; GONZÁLEZ-GUERRERO, Oscar. *Correção radiométrica automática e aprimorada de imagens Landsat usando valores de referência de imagens de reflectância da superfície MODIS*. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 33, p. 243–254, jun. 2014. DOI:10.1016/j.jag.2014.06.002.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação**. Oficina de textos, 2015.

PONS, Xavier; PESQUER, L.; CRISTÓBAL, J.; GONZÁLES-GUERREIRO, O. Automatic and improved radiometric correction of Landsat imagery using reference values from MODIS surface reflectance images. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 33, p. 243-254, 2014.

RÊGO, Shirley Coutinho Alves; LIMA, Priscila Pereira Souza de; LIMA, Maria Niedja Silva; MONTEIRO, Thereza Rachel Rodrigues. **Análise Comparativa dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI no Município de São Domingos do Cariri-PB**. *Revista Geonorte*, Edição Especial, v.2, n.4, p.1217–1229, 2012.

VIDAL, Maria Rita; SILVA, Edson Vicente da; MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos. Geoecologia do Monte Roraima: terras altas e terras baixas no extremo Norte da Amazônia Brasileira e Sul da Venezuela. **Cofins**. n. 55, p. 1-15, 2022.

ZANZARINI, Fabricio V.; PISARRA, Teresa C. T.; BRANDÃO, Flávia J. C.; TEIXEIRA, Daniel D. B. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 608-614, 2013.

DIAGNÓSTICO QUALITATIVO DO USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA, MARANHÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Dione Milena Moraes de Jesus

Doutoranda de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão São Luís, Maranhão, Brasil

dione.milena@discente.ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9956-0733>

Edson Vicente da Silva

Professor do Departamento de Geografia UFC/ Oceanografia UFMA
Fortaleza, Ceará, Brasil

cacau@ufc.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5688-750X>

Natália Valéria Braga Sousa

Mestranda de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão São Luís, Maranhão, Brasil

natalia.vbs@discente.ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4018-7053>

Adilson Matheus Borges Machado

Coordenador do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Maranhão
Pinheiro, Maranhão, Brasil

adilson.borges@ufma.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4838-6913>

RESUMO

O artigo apresenta o diagnóstico qualitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência - BHRP realizado através do método qualitativo com abordagem dedutiva e de caráter descritivo com a revisão de literatura e utilização de sensoriamento remoto para compreender a estrutura e funcionalidade da Bacia. Como resposta identificou-se que o formato e suas irregularidades favorecem o assoreamento e dificultam o escoamento da água da chuva tornando-se um problema de grande magnitude nos períodos chuvosos onde há maior volume de precipitação levando a alagamentos. As mudanças climáticas potencializam esses problemas com aumento do volume de chuva e aumento da temperatura no período de estiagem sendo agravado pelo uso e ocupação do solo de forma desordenada como resultado da urbanização da área levando a contaminação da água e do solo pelo despejo de dejetos, esgotos não tratados, resíduos sólidos e fertilizantes.

Palavras-Chave:

Parâmetros morfométricos;

Crescimento urbano;

Alagamentos

QUALITATIVE DIAGNOSIS OF LAND USE AND COVER IN THE PACIÊNCIA RIVER WATERSHED, MARANHÃO: A LITERATURE REVIEW.

ABSTRACT

The article presents a qualitative diagnosis of the Paciência River Watershed (BHRP), conducted using a qualitative method with a deductive approach and a descriptive nature, incorporating a literature review and remote sensing to understand the structure and functionality of the watershed. The findings indicate that the watershed's shape and irregularities contribute to sediment deposition and hinder rainwater drainage, becoming a major issue during rainy periods when precipitation levels are higher, leading to flooding. Climate change exacerbates these problems by increasing rainfall volume and raising temperatures during dry periods, which is further aggravated by the disorderly land use and occupation resulting from urbanization in the area. This leads to water and soil contamination caused by the disposal of waste, untreated sewage, solid residues, and fertilizers.

Keywords:

Morphometric parameters;
Urban growth;
Flooding.

1 INTRODUÇÃO

No contexto territorial de uma bacia hidrográfica, a atenção aos serviços ecossistêmicos é fundamental, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Essas alterações influenciam diretamente o regime hidrológico, afetando a disponibilidade e a qualidade da água, a biodiversidade e a estabilidade dos ecossistemas. Nesse contexto, é necessário que os gestores de recursos hídricos estejam preparados para lidar com os impactos desses fenômenos, bem como com os efeitos negativos das ocupações irregulares e da degradação do uso e cobertura da terra.

A Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta um plano que visa a sustentabilidade através dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, logo considera estimular a preservação, conservação e uso sustentável dos recursos naturais como estratégia de manutenção dos espaços físicos, garantindo o direito adquirido no artigo 225 da Constituição Federal brasileira das gerações atuais terem acesso ao meio ambiente natural sem causar prejuízo para as gerações futuras garantindo um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Araújo; Teles e Lago (2009) descreve Bacia Hidrográfica como “uma unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento regional sustentável, pois os impactos ambientais podem ser mensurados e corrigidos mais facilmente. Assim, a água vem a ser um elemento integrador dos fenômenos físicos”.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP), situada em uma área de crescente urbanização e pressão ambiental, se destaca como uma região estratégica para o monitoramento e a gestão sustentável dos recursos hídricos. Estudar essa bacia é de grande relevância, pois permite compreender os processos ecológicos e sociais que nela ocorrem, subsidiando políticas públicas mais eficazes e ações de conservação que assegurem a resiliência ambiental e o bem-estar das populações que dela dependem.

Quando há o interesse em analisar a dinâmica espacial e temporal de uma Bacia Hidrográfica é coerente o uso de metodologias integradas e interdisciplinares com uma abordagem baseada na literatura que permitem a identificação de áreas sensíveis, pois possui uma abordagem holística e integradora que propicia uma análise da dinâmica espacial e temporal auxiliando na compreensão de como as alterações climáticas influenciam a estrutura e funcionamento das paisagens na Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP). De acordo com Araújo; Teles e Lago (2009) “A bacia hidrográfica, dentro de uma visão integrada, deve ser a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento sustentável” e Sartoello; Filho e Smal (2024) afirmam “ A identificação de padrões de paisagem por meio da análise espaço-temporal da vegetação pode auxiliar no monitoramento de áreas mais suscetíveis ao desmatamento”, corroborando para a realização de uma análise holística.

No contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP), essa perspectiva contribui para a compreensão de como as alterações climáticas e o uso da terra influenciam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas locais, subsidiando estratégias mais eficazes de planejamento ambiental e gestão territorial. A bacia do rio Paciência, está localizado na Margem Equatorial Brasileira, região que apresenta grande potencial para a indústria petrolífera brasileira (Schrank e Ros, 2015; Cavalcanti et al., 2020). Além disso, essa bacia passou por transformações territoriais notáveis nos últimos 40 anos.

Este estudo se propõe avaliar os impactos das mudanças climáticas nos serviços ecossistêmicos da BHRP considerando os seguintes aspectos: parâmetros morfométricos, regulação hídrica, conservação da biodiversidade e provisão de recursos naturais a partir de uma análise qualitativa com base na literatura e análise de uso e cobertura da terra que oferece uma compreensão abrangente das dinâmicas ambientais. A pesquisa servirá para a orientação de políticas públicas que objetivem a conservação dos serviços ecossistêmicos e a garantia da qualidade vida da população local.

2 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa utilizou-se a método qualitativo adotando uma abordagem dedutiva para análise do problema a partir da formulação de hipóteses. Quanto aos objetivos classifica-se como descritiva com a revisão de literatura como procedimento metodológico utilizando termos básicos individualmente e combinados com uso do operador booleano “AND” nas plataformas Google Acadêmico, Scielo, periódicos capes, Academia e livros, sendo eles: Bacia Hidrográfica do Rio Paciência, serviços ecossistêmicos, mudanças climáticas e morfometria de bacias hidrográficas. A pesquisa foi complementada com a utilização do Sensoriamento Remoto com a utilização do software QGIS 3.34.4 LTR e Google Earth Engine a partir dos dados coletados no Serviço Geológico do Brasil e IBGE.

2.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP) possui uma extensão de 154,32 km² cujos limites são ao Norte Baía de Curupu e Sistema de Praias, ao Sul Bacia do Rio Tibiri, Bacanga e Geniparana, a Leste Bacia do Rio Santo Antonio e a Oeste com as bacias do rio Anil, Calhau, Pimenta e Sistema de Praias (IMESC, 2021).

O IMESC (2021) declara em seu estudo a vulnerabilidade de comunidades quanto ao risco de enchentes que variam de acordo com o adensamento populacional e presença de áreas vegetadas. Essa realidade é vista nos meios de comunicação no período chuvoso como um problema para a população como evidenciado na reportagem veiculada no G1 Maranhão (19/04/2024).

Rocha et al. (2021) diz que a ocupação da bacia hidrográfica do rio Paciência se intensificou na segunda metade do século XX pela expansão industrial e habitacional, tendo início em São Luís que abrigou indústrias como a fábrica têxtil localizada na Vila Anil levando ao crescimento comercial. Seguindo o processo de industrialização com a instalação da ALUMAR (Consórcio de Alumínio do Maranhão S.A.), Porto do Itaqui, Ferrovia Carajás e a Companhia Vale do Rio Doce atraindo a migração de pessoas para a região gerando o aumento populacional das ocupações urbanas. O fenômeno da expansão populacional foi seguindo em direção aos municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa que propiciaram problemas ambientais associados à urbanização e à ocupação desordenada do solo na bacia (Rocha, 2021).

O aumento expressivo da população da Ilha é indicado por Castro, Pereira como poder ser visualizado a seguir.

Essa dinâmica fez com que, a população da ilha, que contava com “apenas” 50 mil habitantes no ano de 1940 aumentasse em 70 anos para mais de 1 milhão de habitantes, em 2010 (IBGE 2010) indicando um aumento expressivo da urbanização passando a Ilha para um status de metrópole. Castro, Pereira (2016).

Os autores apresentam a carta geotécnica como ferramenta básica essencial à prevenção e correção de situações relacionadas a desastres naturais e ou relacionados com a ocupação humana, pois segundo O Livro Manual Básico para a elaboração e uso da carta geotécnica de Santos descreve como:

Um documento cartográfico que informa sobre o comportamento dos diferentes compartimentos geológicos e geomorfológicos homogêneos de uma área frente às solicitações típicas de um determinado tipo de intervenção, e complementarmente indica as melhores opções técnicas para que essa intervenção se dê com pleno sucesso técnico e econômico. Santos (2023).

Esse documento reúne detalhes sobre características do solo e do terreno de uma área sendo importante instrumento para elaboração de políticas de planejamento para a Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

2.2 Localização geográfica

Segundo Rocha et al. (2021), a área de estudo está localizada na Ilha do Maranhão e abrange os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Está compreendida entre as coordenadas geoespaciais de 02° 25' 30" a 02° 37' 30" de latitude sul e 44° 07' 30" a 44° 16' 30" de longitude oeste. O acesso pode ser feito por terra através das MA 201 e MA 203 e por água através dos portos existentes na desembocadura do rio principal Castro; Pereira (2016) como pode ser verificado na Figura 1.

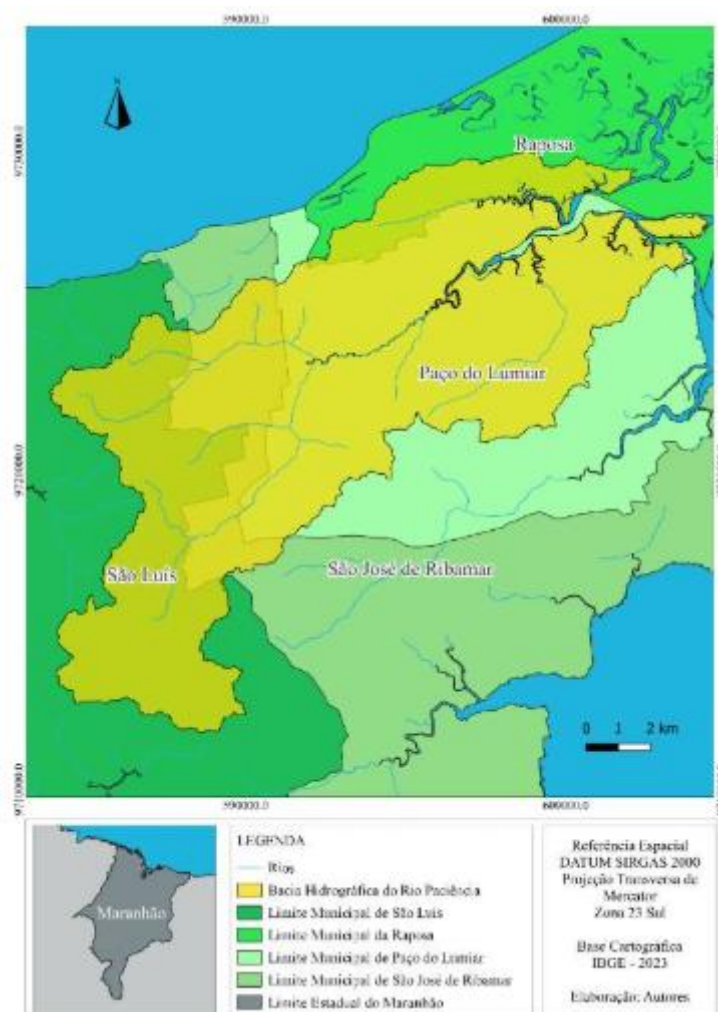


Figura 1- Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

Fonte: Autoria própria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise dos parâmetros morfométricos levantados na literatura

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência é relevante por sua extensão territorial e utilização, pois percorre os municípios da ilha de São Luís. A pesquisa aponta para o crescimento urbano que gera impactos significativos a essa área, com efeitos potencializados no período chuvoso, quando as comunidades do entorno da BHRP sofrem com a ameaça de inundação causado prejuízos econômicos, emocionais e físicos.

As enchentes observadas anualmente tornam complexa a dinâmica de transporte entre os municípios que compõe a Região Metropolitana (São Luís, Paço do Lumiar, Raposa e São José de Ribamar) em especial pelo transbordamento dos rios que compõe a BHRP

ocupando as vias MA 201, MA 202, MA 204 além de causar transtorno em diversos pontos que há pontes de pequeno porte dificultando o escoamento da produção agrícola e a mobilidade urbana de modo geral.

Os dados obtidos por meio da análise morfométrica, interpretados com base na pesquisa de Araújo, Teles e Lago (2009), que apresenta os parâmetros físicos e hidrológicos das Bacias Hidrográficas da Ilha do Maranhão, permitem compreender a dinâmica ambiental local, especialmente quando contextualizados com os impactos das mudanças climáticas e do uso e ocupação do solo. A tabela 1, apresenta dados de ordem da bacia, área, perímetro, densidade de drenagem, rede de drenagem, relevo e comprimento dos cursos d'água.

Tabela 1- Parâmetros Morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

Parâmetros Morfométricos	
Ordem	4 ^a
Área	153,12 km ²
Perímetro	73,95 km
Densidade da Drenagem	1,20 km/km ²
Comprimento do rio principal (Rio Paciência)	27,48 Km
Declividade do Relevo	Plano – 86, 21% Suave ondulado – 13,79% Ondulado – 0,01%

Fonte: Adaptado de Araújo; Teles e Lago (2009).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência por possuir relevo predominantemente plano e suavemente ondulado possui capacidade razoável de escoamento superficial, logo com áreas suscetíveis a alagamento quando influência de alto volume ou tempo prolongado de precipitação (Castro; Pereira, 2016). Os autores apresentam os valores (A), perímetro (P), comprimento (L), fator de forma (Kf), índice de compacidade (Kc), densidade de drenagem (Dd) e o índice de sinuosidade (Is), altitude e declividade.

Tabela 2- Parâmetros Morfométricos do Curso Superior da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência – MA.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade (medida)</i>	<i>Valor</i>
<i>Área</i>	Área (Km ²)	46,64
	Perímetro (km)	38,44
<i>Forma</i>	Comprimento (Km)	13,18
	Fator de forma (adimensional)	0,26
	Índice de compactidade (adimensional)	0,39
<i>Sistema de drenagem</i>	Ordem da bacia	4º
	Comprimento do canal principal (km)	10,8
	Densidade de drenagem (km/km ²)	0,88
	Índice de sinuosidade	0,81
<i>Altitude</i>	Altitude máxima (m)	65
	Altitude mínima (m)	5
	Amplitude altimétrica (m)	60
<i>Declividade</i>	Declividade máxima (%)	11,6

Fonte: LEBAC, 2015., adaptado Castro; Pereira (2016).

De acordo com Araújo; Teles e Lago (2009) a hierarquia fluvial da BHRP é de 4ª ordem segundo a hierarquia de Strahler com Densidade 1,20 classificada como Plano, Suave Ondulado e Ondulado, com comprimento do Rio Principal medindo 27,48 km e Comprimento da Rede de Drenagem 184 km.

A densidade de drenagem (Dd) da bacia possui valor aproximado de 1,20 km/km², demonstrando grau intermediário de fragmentação do relevo com rede hidrográfica relativamente bem estruturada.

O fator de forma (Ff) com valor aproximado de 0,20, confirma a morfologia alongada da bacia que apresenta resposta mais lenta de drenagem necessitando de maior tempo para escoamento quando submetido a precipitações intensas e prolongadas levando a processos erosivos de encostas pela infiltração promovendo enchentes.

As características da declividade levam a redução da velocidade do escoamento superficial favorecendo o acúmulo de sedimentos em locais urbanizados com solos impermeabilizados promovendo alagamento.

Para compreender a dimensão da problemática é relevante considerar analisar a BHRP de modo sistêmico podendo compreender esse ecossistema complexo através da Geoecologia das paisagens que propõe compreender aspectos geográficos e ecológicos nas paisagens considerando fatores naturais e antrópicos.

3.2 Impactos das mudanças climáticas identificados na literatura

As mudanças climáticas impactam diretamente na agricultura em escala global, pois afetam a produtividade, a disponibilidade de água e a fertilidade do solo que são desafios complexos e urgentes para serem tratados (Carneosso; Batista; Vaz, 2024).

O projeto vulnerabilidade à mudança do clima realizado junto a Fio Cruz e apresentada por Alves (2016) afirma que:

“Na capital maranhense, a temperatura poderá aumentar 3,1° C nos próximos 25 anos. Em relação ao volume de chuvas, São Luís poderá ter uma redução de 30,3% e o número de dias seguidos sem chuva pode ter elevação de 65,4% (Alves, 2016).”

Esse dado reitera a urgência em planejar como mitigar os impactos negativos tanto do aumento como da escassez de chuva, pois nos períodos chuvosos a ilha fica em ameaça de alagamento, como verificado na figura 2.



Figura 2- Reportagem do Jornal O Imparcial sobre o risco de alagamento.

Fonte: O Imparcial.

Santos (2023) afirma que um grande setor propício à ocupação urbana deverá ser precisamente identificado as feições críticas, dessa forma uma análise complexa e sistêmica é imperativa para minimizar danos ao meio ambiente natural, a economia e ao bem-estar das comunidades locais.

A morfometria da bacia influencia o quanto vulnerável ela pode ser, como pode sofrer com eventos extremos e como seu ecossistema pode ser afetado. A bacia que em sua morfologia possui características que dificulte a drenagem e o tempo de escoamento das águas superficiais oriundas de precipitações deve compartilhar problemas que interfiram no ambiente natural, na economia, nas estruturas sociais e culturais.

3.3 Análise das mudanças de uso e cobertura do solo

O rio principal da BHRP é o Rio Paciência que apresenta a extensão de 27,48 km que percorre os municípios de São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa gerando fluxos hídricos que estruturam a paisagem do entorno e influenciam o modo de viver das comunidades, pois há um crescimento urbano nas proximidades do seu fluxo principal que estabelecem seu modo de vida de acordo com as atividades ecossistêmicas desse habitat.

Em 1985 a BHRP ainda possuía uma área de formação florestal presente em toda a Bacia Hidrográfica com maior predominância na região Norte e maior concentração de área urbanizada na região Sul, como visto na Figura 3.

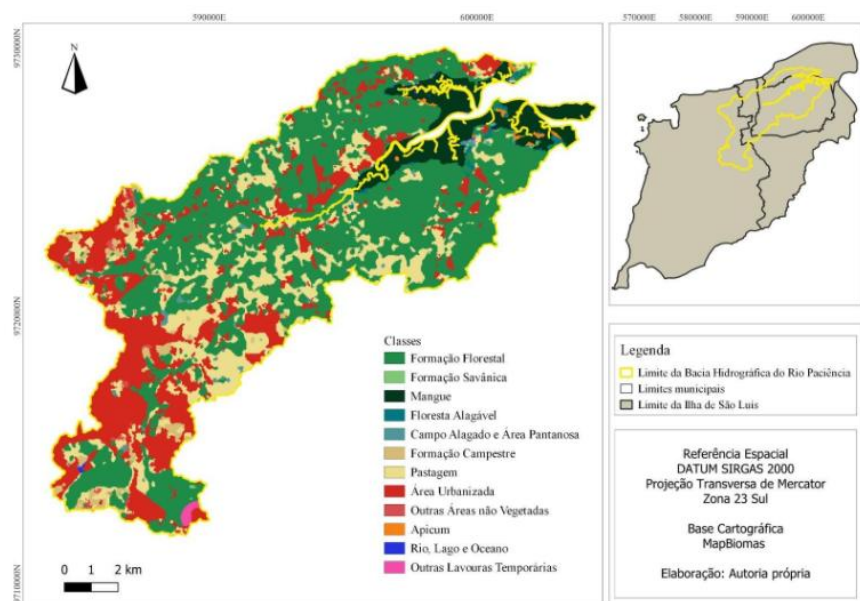


Figura 3- Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (1985).

Fonte: Autoria própria.

A funcionalidade da paisagem fica comprometida à medida que a expansão urbana acontece de forma desordenada fragmentando ecossistemas que afetam os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade como é possível visualizar na Figura 4.

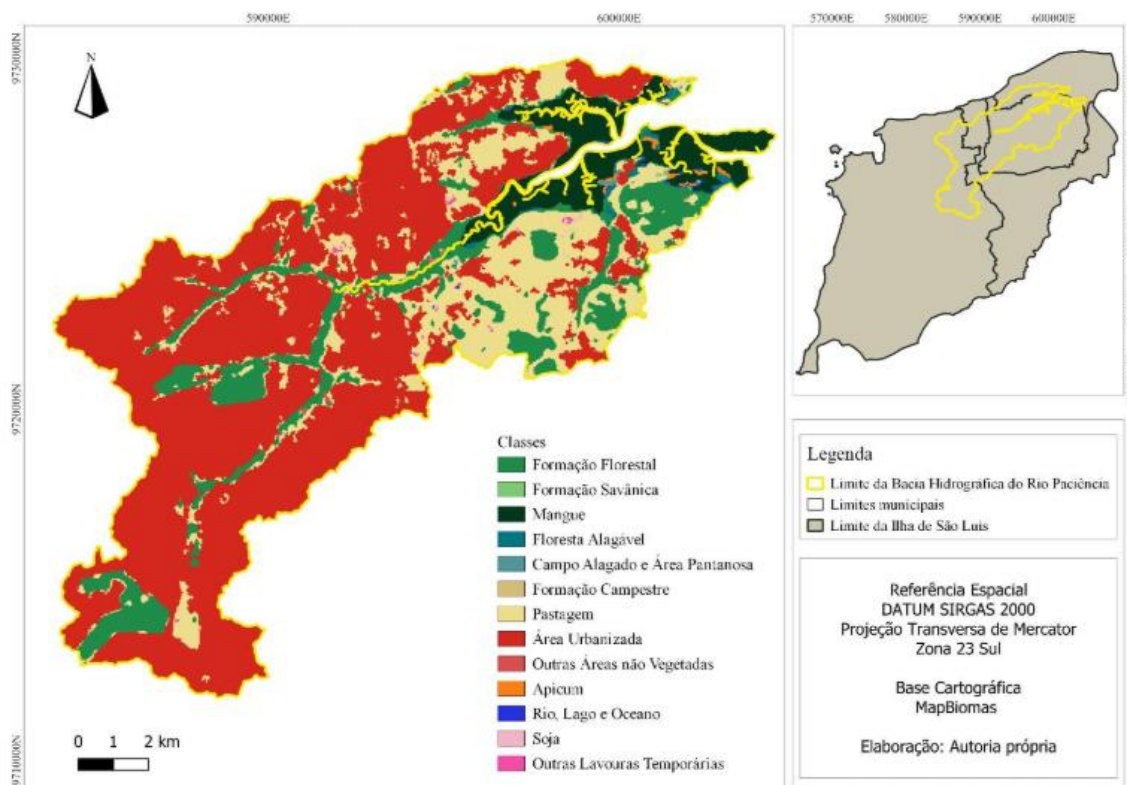


Figura 4 - Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

Fonte: Autoria própria.

A área urbanizada identificada no mapa da Figura 4 chama a atenção por evidenciar a perda de cobertura florestal, o que agrava os problemas relacionados às enchentes durante o período chuvoso (de janeiro a junho). A redução da vegetação compromete a capacidade de absorção da água pelo solo, dificultando o escoamento do grande volume de precipitação intensa e prolongada. Como consequência, ocorrem enchentes que geram transtornos recorrentes, amplamente divulgados pelos meios de comunicação. Esses eventos provocam prejuízos financeiros e materiais, além de impactos emocionais e riscos à saúde pública, uma vez que criam condições propícias para o surgimento de doenças de veiculação hídrica.

As áreas de pastagem também despertam o interesse no entendimento de como essas áreas são extensas e causam empobrecimento do solo deixando-o propício a erosão que além de dificultar o acesso, no período de chuvas ocorre o carreamento dos sedimentos para o rio ocasionando o assoreamento que pode desenvolver impactos negativos significativos a todo o ecossistema.

A área de manguezal é a classe vegetal mais preservada, visivelmente, considerando a imagem do Mapa identificado na Figura 3, cuja importância é destacada por ser berçário natural com características naturais notáveis, fonte de vida para diversas espécies de peixes, crustáceos e moluscos. O desmatamento da região resulta em alterações na biodiversidade, o que resulta em alterações nas funções gerais da teia alimentar trófica (Cavalcanti et al., 2020).

Os problemas ocorrem também quando acontece os períodos prolongados de estiagem com o aumento das temperaturas médias que leva a evapotranspiração que reduz o volume hídrico e provoca ilhas de calor nos locais menos arborizados.

O estudo realizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento realizou uma pesquisa que mostra a diminuição da disponibilidade hídrica de mais de 40% em bacias do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte do Sudeste até 2040, afetando a geração hidrelétrica, a agricultura e o abastecimento urbano (ANA, 2024). Dessa forma, preservar a BHRP é de extrema importância por ser uma Bacia extensa que abrange 4 municípios e fornece importantes serviços de provisão, regulação, culturais e de apoio.

Correa et al. (2019) em seu estudo sobre a qualidade das águas e nível trófico da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência na Ilha do Maranhão, Brasil apresenta resultado de coletas realizada em 9 pontos correlacionando os resultados com informações dos parâmetros físico-químicos CONAMA 357/05 chegando à conclusão de que em todos os pontos há alteração no nível de OD (Oxigênio Dissolvido) tendo piora nos pontos mais urbanizados pelo provável lançamento de efluentes domésticos proveniente de condomínios construídos na área de bairros como Novo Cohatrac.

Ainda segundo Correa et al. (2019), foi quantificada também a presença de nitrito que pode ser encontrada em alguns pontos em maior proporção nas áreas mais rurais, provavelmente pelo uso de agrotóxico na agricultura efluentes domésticos e industriais, assim como excrementos de animais. Há ainda a informação de sedimentos no Riacho Turu após a construção dos conjuntos habitacionais Pinheiros, Novo Horizonte, Carolina contribuindo para o entendimento que o crescimento urbano desordenado provoca danos ao ecossistema e seus serviços utilizados por todos os moradores adjacentes a BHRP ou que de alguma forma se beneficiam dos seus serviços ecossistêmicos.

O adensamento populacional está mais concentrado nos Municípios de São Luís e São José de Ribamar com expansão crescente em Paço do Lumiar como podemos visualizar na Figura 5 que dispõe o mapa que apresenta a urbanização presente na área da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

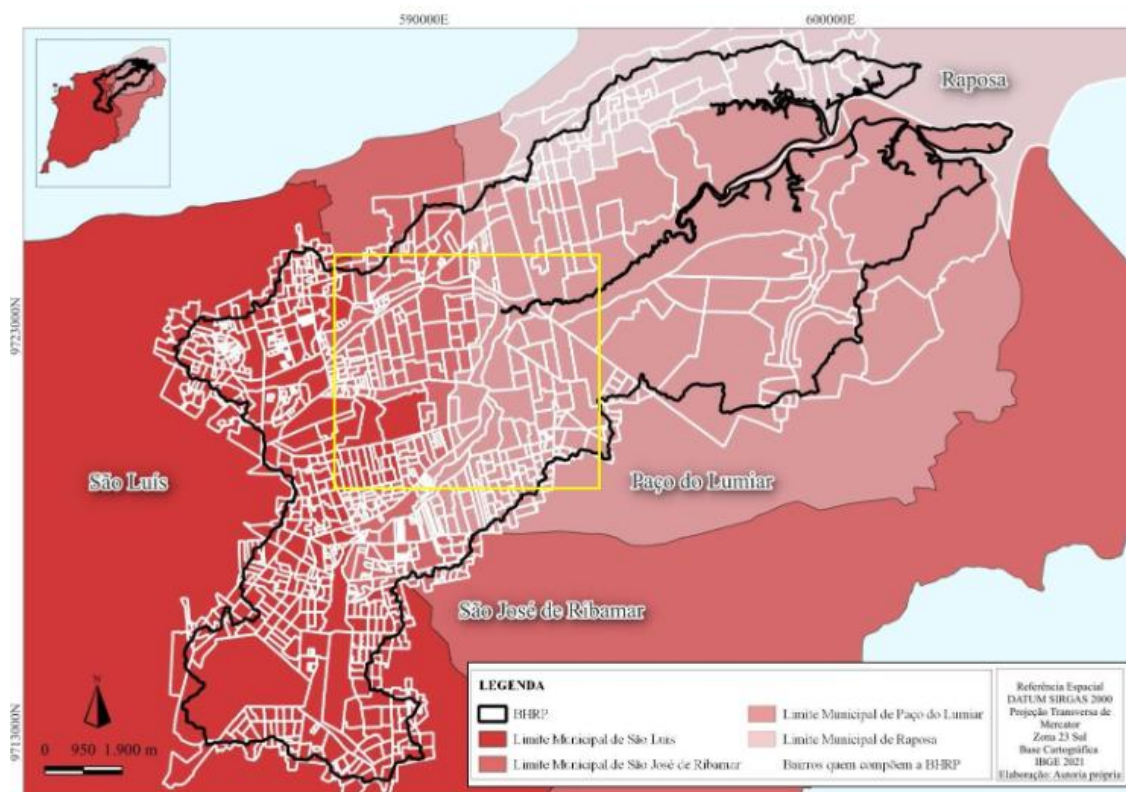


Figura 5 – Ocupação urbana da Área da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência.

Fonte: Autoria própria.

A crescente ocupação leva a reconfiguração da BHRP e dos serviços ecossistêmicos a ela associada, principalmente pela redução de vegetação nativa que leva a perdas significativas da biota da região.

Santos *et al.* (2020), afirma que “um ambiente onde o homem desenvolve todas as suas atividades e onde se encontra a maioria dos recursos naturais necessários para sua sobrevivência”, demonstrando a importância de gerenciar a bacia hidrográfica por ser essencial para diversos ecossistemas

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise sistêmica ficou evidente a influência das mudanças de uso e cobertura do solo levando a reconfiguração estrutural e funcional da BHRP que é uma área sensível ecologicamente, haja vista que associado ao fatores antrópicos, esse ambiente está sendo impactado negativamente com contaminação do seu rio principal e diminuição do fluxo e volume devido a quantidade de sedimentos que recebe, portanto, é preciso o estabelecimento de um planejamento que estabeleça soluções de adaptação ecossistêmica para mitigar os danos já sofridos, mas com o objetivo de promover a recuperação dessas áreas com o interesse de realizar o uso dos seus recursos de forma sustentável valorizando os serviços ecossistêmicos que a Bacia Hidrográfica gera.

Assim, as mudanças no uso e cobertura do solo podem impactar a distribuição espacial do estoque de carbono, enchentes, alagamentos e o microclima na bacia. Portanto, é imperativo desenvolver políticas de gestão e planejamento do solo que desencorajem a conversão de florestas e áreas úmidas em terras agrícolas e áreas urbanas, promovendo, ao mesmo tempo, programas de florestamento e reflorestamento.

5 AGRADECIMENTOS

Ao PRODEMA – Programa de Pós-Graduação de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão.aCAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação, ao DEOLI - Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão-

UFMA, ao Laboratório de Ciência e Planejamento Ambiental (LACPLAN) da UFMA e ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (LAGEOS) do curso de Engenharia de Pesca de Pinheiro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-lanca-estudo-sobre-impactos-da-mudanca-climatica-nos-recursos-hidricos-das-diferentes-regioes-do-brasil>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ALVES, Reginaldo. Projeto a vulnerabilidade à mudança do clima. **Estudo inédito mapeia mudança de clima no Maranhão**. Fio Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, 2016 Disponível: <https://portal.fiocruz.br/print/29178>. Acesso em: 26 abr. 2025.

ARAÚJO, Elienê Pontes; TELES, Mércia Gabriely Linhares; LAGO, Willinielsen Jackeline Santos. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE**, 2009.

BALVANERA, Patricia; CALDERÓN-CONTRERAS, Rafael; CASTRO, Antonio J.; et al. Interconnected place-based social–ecological research can inform global sustainability. **ScienceDirect**, 2017.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, Presidente da República, [2016]. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=318230#:~:text=22%5C,as%20presentes%20e%20futuras%20gera%C3%A7%C3%B5es. Acesso em 14 abr.

2024.

CASTRO, Renata Maria Sousa; PEREIRA, Ediléa Dutra. ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA PORÇÃO SUPERIOR DA BACIA DO RIO PACIÊNCIA: SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL. **XVII Encontro Nacional de Geógrafos: A construção do Brasil: geografia, ação política e democracia**. 24 a 30 de julho de 2016 São Luís/MA. ISBN: 9788599907078.

CARNEOSSO, Poliana Batista; BATISTA, Angeliza Quatrin da Silva; VAZ, Ricardo Zambarda. IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA FAMILIAR: DESAFIOS, ADAPTAÇÕES E IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS. **VI Coloquio II Coloquio Internacional de Pesquisas em Agronegócios**, Rio Grande do Sul, 2024.

CAVALCANTI, Lisana F. et al. Patterns of phytoplankton structure in response to environmental gradients in a macrotidal estuary of the Equatorial Margin (Atlantic coast, Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 245, p. 106969, 2020.

CORREIA, Elna Lucília Santos; PINHEIRO, Karina Suzana F.; SOUSA, Cláudio José da Silva de; DIAS, Luíz Jorge Bezerra da Silva. QUALIDADE DAS ÁGUAS E NÍVEL TRÓFICO DA BACIA DO RIO PACIÊNCIA NA ILHA DO MARANHÃO, BRASIL.

Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 437-453, Set. 2019, <http://uvanet.br/rcgs>.ISSN 2316-8056© 1999, Universidade Estadual Vale do Acaraú.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

G1MA. **Chuvas causam transtornos e deixam avenidas alagadas na Grande Ilha de São Luís**. 2024. Disponível em: Chuvas causam transtornos e deixam avenidas alagadas na Grande Ilha de São Luís | Maranhão | G1. Acesso em: 24 abr. 2025.

GOMES, A. S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, V. F.. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.4, p.12-23, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.004.0002>.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Vulnerabilidade ambiental a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Paciência: Ilha do Maranhão**. São Luís: IMESC, 2021. ISBN 978-65-87226-15-6.

MILLER, V. C. **A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee**. Technical Report 3. Department of Geology, Columbia University, 1953.

MOCHEL, F. R.; RIBEIRO, S. P.; LIMA, A. M. S.; TORRES, C. T. M.; MENDES, J. C.

Serviços ecossistêmicos de provisão de manguezais em um estuário modificado por barragem. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 12, p. e10576, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n12-118. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/10576>. Acesso em: 24 abr. 2025.

O IMPARCIAL. **Região Metropolitana de São Luís tem 45 áreas sinalizadas por risco de alagamento**. 2025. Disponível em: Região Metropolitana de São Luís tem 45 áreas sinalizadas por risco de alagamento | O Imparcial. Acesso em: 23 abr. 2025.

ROCHA, Manuela Costa da; PINHEIRO, Karina Suzana Feitosa; SOUSA, Cláudio José da Silva de; BEZERRA, José Fernando Rodrigues. SANEAMENTO E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA, ILHA DO MARANHÃO, BRASIL. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 11, p. e02103, 2021. DOI: 10.33237/2236- 255X.2021.3082. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/3082>. Acesso em: 4 abr. 2025.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Manual Básico para a Elaboração e Uso da Carta Geotécnica**. São Paulo: Editora Rudder, 2023.

SANTOS; Gabriel Irvine Ferreira Alves; *et al.*, Levantamento das características hidrogeológicas do Aquífero Barreiras e Itapecuru na bacia hidrográfica do Rio Paciência-MA. **Águas Subterrâneas** - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2020.

SARTOELLO, R.; ALVES FILHO, E.; SMALL, C. Explorando a dinâmica espaço-temporal das paisagens no Brasil (2002- 2020): uma perspectiva para conservação. **Geosp**, v. 28, n. 3, e230696.

SCHRANK, A. B. S.; DE ROS, L. F. Diagenetic processes in cretaceous sandstones from occidental Brazilian Equatorial Margin. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 63, p. 1-19, 2015.

VIDAL, Maria Rita; MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, Brasil, v. 24, n. 3, p. 600–615, 2021. DOI: 10.11606/issn.2179

92 0892.geousp.2020.121030. Disponível

<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/121030>. Acesso em: 18 abr. 2025.

DIAGNÓSTICO DOS AUTOS DE INFRAÇÃO AMBIENTAIS CONTRA A FLORA, APLICADOS PELA SEMACE E A MITIGAÇÃO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Eliê Regina Fedel Marques

Doutoranda no Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará e Fiscal Ambiental da Superintendência Estadual do Meio Ambiente

Fortaleza, Ceará, Brasil

elieregina@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9957-8926>

Shirly Emanuelle Esteves de Lima

Mestre em Climatologia pela Universidade Estadual do Ceará e Gestora Ambiental da Superintendência Estadual do Meio Ambiente

Fortaleza, Ceará, Brasil

shirlyestevess@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2241-7718>

Mônica Carvalho Freitas

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará e Gestora Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Fortaleza, Ceará, Brasil

monica.pmf@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7115-6414>

Doriana Costa Rodrigues

Especialista em Gestão Ambiental - Áreas Verdes Urbanas

pela Universidade Estadual do Piauí e Fiscal Ambiental da Superintendência Estadual do Meio Ambiente

Fortaleza, Ceará, Brasil

dorianarodrigues@hotmail.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5585-1740>

RESUMO

Este estudo tem como objetivo diagnosticar os impactos à flora cearense através das infrações ambientais registradas pela SEMACE, e correlacioná-las aos impactos das mudanças climáticas em escala regional. Foram analisados 1.719 autos de infração registrados entre 2012 e 2022, a partir de dados oficiais da SEMACE, considerando a tipologia das infrações, o perfil dos infratores, a distribuição espacial por macrorregiões e a correlação com variáveis climáticas, como umidade do ar e regime pluviométrico. Observou-se que as principais infrações se referem ao transporte e comércio ilegal de madeira (Art. 47 do Decreto Federal nº 6.514/2008), com 66% dos registros, seguidas por desmatamento sem autorização e queimadas. As regiões metropolitanas de Fortaleza e Sobral concentraram 71% das autuações, indicando uma possível relação com o adensamento urbano. O estudo identificou ainda que a maior parte dos infratores são pessoas jurídicas (68%). A análise da série histórica sugere que, embora haja redução nas autuações, esta pode estar ligada à limitação operacional da fiscalização. Os dados evidenciam a necessidade de aprimoramento das ações de controle ambiental como estratégia fundamental para a mitigação das mudanças climáticas no semiárido cearense.

Palavras-Chave:

Diagnóstico;

Mudanças climáticas;

Infrações ambientais

DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL INFRACTION NOTICES AGAINST FLORA ISSUED BY SEMACE AND CLIMATE CHANGE MITIGATION

ABSTRACT

Keywords:

Diagnosis;
Climate change;
Environmental violations.

This study aims to diagnose the impacts on Ceará's native flora based on environmental infractions recorded by SEMACE and to correlate them with the effects of climate change at the regional scale. A total of 1,719 infraction notices issued between 2012 and 2022 were analyzed, using official SEMACE data. The analysis considered the types of infractions, the profile of offenders, the spatial distribution across macro-regions, and correlations with climate variables such as air humidity and rainfall patterns. The main infractions involved the illegal transportation and trade of timber (Article 47 of Federal Decree No. 6.514/2008), accounting for 66% of the records, followed by unauthorized deforestation and the use of fire. The metropolitan regions of Fortaleza and Sobral accounted for 71% of the infractions, suggesting a possible relationship with urban expansion. The study also found that most offenders were legal entities (68%). Although the data show a reduction in the number of infractions over time, this trend may be associated with operational limitations in enforcement. The findings highlight the need to strengthen environmental control measures as a key strategy for mitigating climate change in the semi-arid region of Ceará.

1 INTRODUÇÃO

A preservação ambiental e o enfrentamento das mudanças climáticas tornaram-se preocupações globais cada vez mais urgentes. Diante da escassez de informações adequadas sobre o meio ambiente, destaca-se a importância da produção de novos dados e do fortalecimento das estatísticas ambientais, que emergem como instrumento essencial para subsidiar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável (IBGE, 2024).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs aos seus 193 Estados-membros, incluindo o Brasil, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entre eles, destaca-se o ODS 15, que visa conter o desmatamento — uma das principais preocupações ambientais das últimas décadas, agravada pelo crescimento contínuo das práticas ilegais de supressão vegetal. No âmbito nacional, a Constituição Federal de 1988 estabelece a obrigação de proteger a flora, prevendo sanções penais e administrativas para condutas lesivas ao meio ambiente, independentemente da obrigação de reparação dos danos causados. Nesse sentido, a fiscalização ambiental configura-se como instrumento fundamental da Política Nacional do Meio Ambiente, expressão do poder de polícia ambiental frente aos ilícitos administrativos (BRASIL, 1988).

As elevadas temperaturas resultantes das mudanças climáticas têm causado impactos significativos sobre a saúde humana, os quais tendem a se intensificar com o avanço do desmatamento em escala global. Diante desse cenário, os órgãos ambientais têm buscado estratégias para combater a supressão ilegal da vegetação nativa, como o uso da plataforma MapBiomias, que oferece alertas e relatórios sobre o desmatamento em todo o território nacional. Apesar da adoção de diversos instrumentos de controle, prevalece, nas políticas públicas, a abordagem baseada na fiscalização ambiental, com ações de repressão e controle, inerentes à gestão ambiental. Instituído pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) atribui responsabilidades à União, aos Estados e aos Municípios quanto à proteção e melhoria da qualidade ambiental. No Ceará, essa função é exercida prioritariamente pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), ainda que a competência para a fiscalização seja compartilhada entre todos os entes federativos.

O presente trabalho se faz relevante por se constituir em uma ferramenta de apoio ao planejamento e à avaliação da execução de políticas públicas na área ambiental, ao apresentar e analisar dados da atuação do órgão ambiental do estado do Ceará, com foco nas infrações cometidas contra a flora e na efetividade das sanções aplicadas pela SEMACE. Ademais, o tema abordado também possui importância no âmbito acadêmico, uma vez que a complexidade das questões ambientais exige uma abordagem interdisciplinar e múltiplas perspectivas para uma compreensão mais abrangente da problemática (NAVAL, 2015).

Diante da justificativa e das problemáticas apresentadas, este estudo tem como objetivo diagnosticar as infrações ambientais contra a flora registradas pela SEMACE, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas no âmbito estadual. Especificamente, busca-se quantificar e classificar os autos de infração lavrados entre 2012 e 2022, identificar os perfis dos infratores (pessoas físicas ou jurídicas) e analisar os processos de julgamento e execução das multas aplicadas, visando compreender sua efetividade no combate ao desmatamento

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo e origem dos dados

De acordo com a metodologia adotada, foram selecionadas 19 (dezenove) tipologias de infrações ambientais relacionadas à flora, conforme descritas no Decreto nº 6.514/2008. Os dados utilizados na pesquisa referem-se a infrações ocorridas durante os

períodos secos no estado do Ceará, no intervalo de 2012 a 2022, e foram extraídos dos sistemas informatizados da SEMACE, disponíveis em seu site institucional (<<https://www.semace.ce.gov.br/>>). As informações foram inseridas pelos fiscais lotados na Diretoria de Fiscalização da SEMACE no momento da autuação e lavratura dos autos de infração. A análise abrange as cinco macrorregiões do estado: Fortaleza, Sobral, Cariri, Sertão Central e Leste (Figura 1).

Os dados climatológicos referentes ao histórico de chuvas no Ceará, às concentrações médias de O₃, NO₂ e NO em Fortaleza, às temperaturas máximas e mínimas do ar, índices de umidade e qualidade do ar no estado foram obtidos em sistemas informatizados de acesso público. As fontes incluem o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://portal.inmet.gov.br/>), a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e a SEMACE.

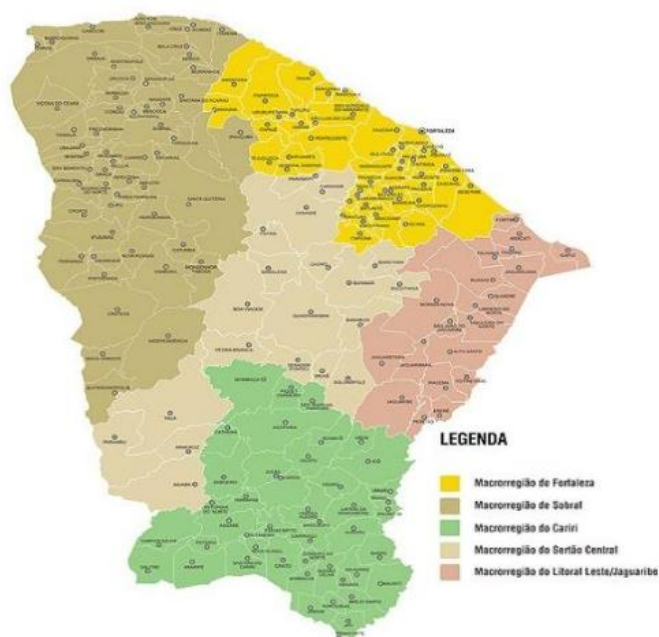


Figura 1: Macrorregiões do Ceará.

Fonte: IPECE, (2023).

2.2 Método de análise

A pesquisa foi conduzida em duas etapas. Na primeira, realizou-se uma busca bibliográfica e documental preliminar em bases como a Scientific Electronic Library Online (SciELO), repositórios de universidades federais e estaduais e o portal de Periódicos da

CAPES. Essa etapa teve como objetivo reunir publicações que fundamentassem a construção da introdução e do referencial teórico.

Na segunda etapa, foram analisados documentos e registros oficiais da SEMACE, com foco na efetividade das sanções administrativas aplicadas em infrações contra a flora. O recorte temporal adotado compreendeu o período de janeiro de 2012 a dezembro de 2022, visando avaliar o papel dessas sanções no controle do desmatamento no estado do Ceará.

Posteriormente, realizou-se a correlação entre a lavratura dos autos de infração ambiental contra a flora e os índices climatológicos referentes às temperaturas mínima e máxima do ar, bem como ao índice de umidade relativa, com o objetivo de aferir possíveis impactos na mitigação das mudanças climáticas nessas regiões. Ainda nesta etapa, foram realizadas as atividades de interpretação, quantificação, catalogação, cruzamento e inferência dos dados. Essas ações visaram levantar informações qualitativas relacionadas ao problema de pesquisa e permitir comparações que possibilitem uma compreensão mais aprofundada da temática abordada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a metodologia adotada, foi realizado o levantamento de todos os autos de infração ambiental emitidos pela SEMACE no período de 1º de janeiro de 2012 a 31 de dezembro de 2022. Nesse intervalo, foram registrados 10.115 autos de infração, dos quais 1.719 (17%) referem-se especificamente a infrações contra a flora, conforme tipificação prevista no Decreto Federal nº 6.514/2008. Esses dados estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 2.

Cabe destacar que o referido decreto dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente, as quais se classificam em diferentes categorias: infrações contra a fauna, contra a flora, relativas à poluição, contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, contra a administração ambiental, bem como aquelas cometidas exclusivamente em unidades de conservação.

Tabela 1: Autos de infração ambiental no Estado do Ceará aplicados pela Semace (2012 a 2022).

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Geral	1321	922	801	880	963	795	573	770	1014	1213	863	10115
Contra flora	285	206	209	186	171	121	83	83	101	131	143	1719

Fonte: Autoria própria.

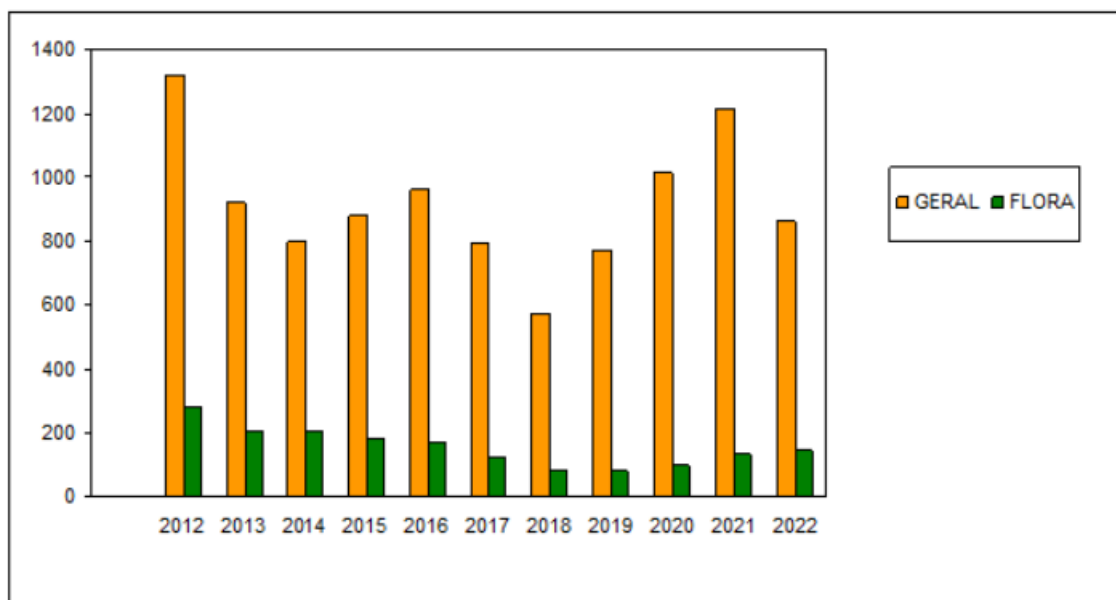


Figura 2: Autos de infração ambiental contra a flora (2012 a 2022).

Fonte: Autoria própria.

A partir da análise da Tabela 1 e da Figura 2, observa-se uma redução significativa no número total de autos de infração ambiental emitidos pela SEMACE ao longo do período analisado. Em 2012, foram registradas 1.321 autuações, número que caiu para 863 em 2022, o que representa uma redução de 458 autos, correspondendo a aproximadamente 35%.

Especificamente em relação às infrações contra a flora, também se verificou uma tendência de queda. O número de autuações passou de 285, em 2012, para 143, em 2022, evidenciando uma diminuição de 142 autos, o que equivale a uma redução aproximada de 50% entre os extremos do período estudado.

Ainda com base na Tabela 1, nota-se que o pico das autuações por infrações contra a flora ocorreu em 2014, com 209 autos, representando cerca de 27% do total de infrações naquele ano. Apesar dessa oscilação, o percentual relativo às infrações contra a flora manteve-se relativamente estável ao longo do período, com exceção dos anos de 2020 e 2021, quando houve uma queda acentuada. Esse decréscimo está associado às limitações impostas

pela pandemia da COVID-19, que comprometeram a realização de vistorias em campo, restringindo a atuação presencial dos fiscais e concentrando as autuações em processos conduzidos de forma remota.

A análise dos dados evidenciou que o maior número de autos de infração ambiental lavrados pela SEMACE no período estudado ocorreu em 2012, com um total de 1.321 autuações. Por outro lado, o menor quantitativo foi registrado em 2018, com apenas 573 autos, representando uma redução expressiva ao longo do tempo. Essa oscilação pode ser explicada por diversos fatores institucionais e operacionais, conforme apontado no Relatório de Desempenho da Gestão da SEMACE.

Em primeiro lugar, destaca-se que a Diretoria de Fiscalização (DIFIS) foi criada em 2010, com a nomeação de 62 fiscais ambientais aprovados no primeiro concurso público da SEMACE. Em 2012, ano de maior produtividade, a força de trabalho estava em seu nível máximo. No entanto, ao longo dos anos, a quantidade de fiscais autuantes sofreu uma redução gradual por diferentes motivos, chegando a apenas 21 servidores em 2018 — o que corresponde a cerca de 34% do efetivo inicial.

Além disso, em 2018, observou-se um aperfeiçoamento na gestão das denúncias ambientais, impulsionado pela descentralização das competências estabelecida pela Lei Complementar nº 140/2011. Essa norma definiu a distribuição de responsabilidades entre os entes federativos, incluindo a fiscalização ambiental. No contexto cearense, a Resolução COEMA nº 01/2016 regulamentou a municipalização da fiscalização, transferindo aos municípios a apuração de denúncias de impacto local, o que também contribuiu para a diminuição das autuações realizadas pela SEMACE.

Em 2019, houve um leve aumento no número de fiscais, com o retorno de três servidores anteriormente licenciados, totalizando 24 fiscais atuando nas atividades de fiscalização. Nesse mesmo ano, foram implantados novos canais para o recebimento de denúncias ambientais, como o aplicativo móvel e o site institucional, facilitando o acesso da população aos serviços da autarquia.

No ano de 2020, apesar da publicação de decreto estadual reconhecendo a situação de emergência em saúde pública devido à pandemia da COVID-19, registrou-se um aumento no número de autos lavrados. Esse incremento não foi decorrente de denúncias externas, mas sim de demandas internas, como o uso de tecnologias de monitoramento remoto para

detecção de desmatamentos e o processamento de licenças e autorizações ambientais sem o devido relatório de automonitoramento.

Já em 2021, observou-se novo crescimento nas autuações, atribuído à implantação do sistema de lavratura automática de autos de infração, o qual passou a ser utilizado quando os requisitos ambientais não eram devidamente cumpridos. Essa automação permitiu a emissão de autos a partir da análise remota dos processos, sem necessidade de vistoria presencial.

Por fim, em 2022, apesar de contar com o mesmo efetivo de 24 fiscais ambientais, verificou-se uma redução no número de autuações, justificada por falhas técnicas no sistema da SEMACE, que comprometeram a continuidade da emissão dos autos automáticos. Como resultado, esses autos foram temporariamente suspensos, o que impactou diretamente os indicadores de fiscalização no referido ano.

Ressalta-se que o estado do Ceará abriga aproximadamente 55% de toda a extensão do bioma Caatinga no território brasileiro, configurando-se como uma das regiões de maior representatividade ecológica desse ecossistema singular (IBGE, 2024). Além disso, o estado está inserido no chamado "polígono das secas", área caracterizada por baixos índices pluviométricos e prolongados períodos de estiagem, o que impõe desafios significativos à conservação ambiental e à gestão dos recursos naturais.

Nesse contexto, conforme descrito por Soares (2015), a dinâmica climática do Ceará apresenta um regime pluviométrico concentrado no primeiro semestre do ano, com o período chuvoso ocorrendo entre os meses de fevereiro e maio (Figura 3). Por outro lado, o período seco predomina no segundo semestre, estendendo-se de julho a dezembro, o que acentua a vulnerabilidade dos ecossistemas locais, sobretudo no que tange à pressão antrópica sobre a vegetação nativa.

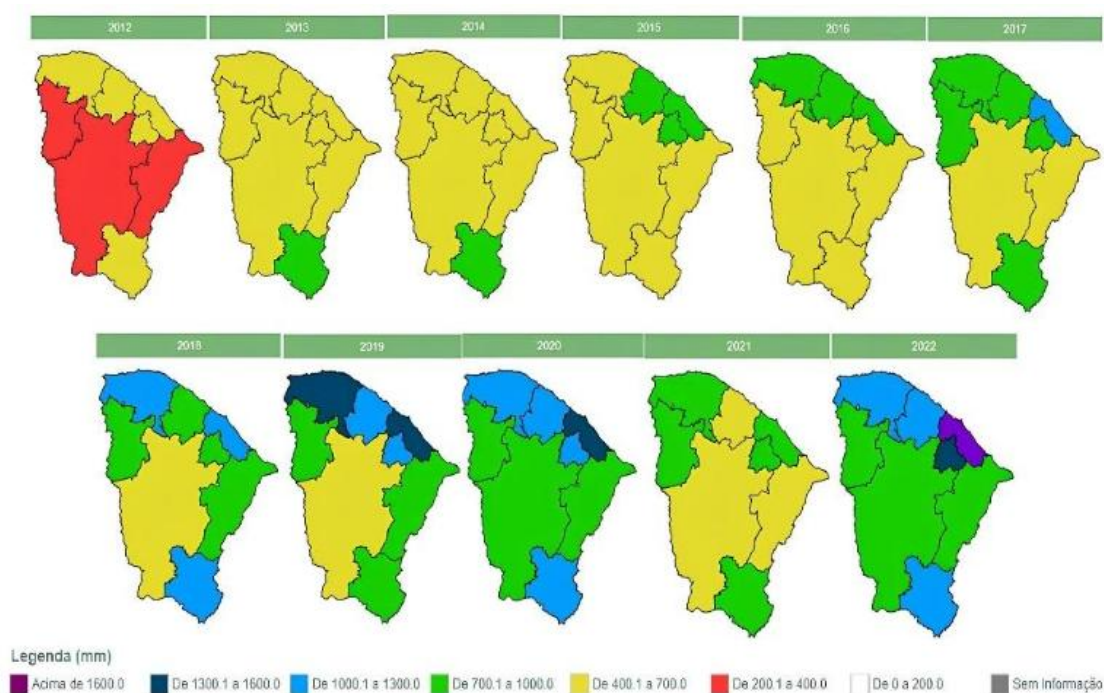


Figura 3: Chuva média anual por macrorregiões do Ceará (2012 a 2022).

Fonte: Autoria própria.

Ao correlacionar os dados sobre os autos de infração com os índices pluviométricos, observa-se que, à medida que as infrações ambientais contra a flora vêm diminuindo ao longo dos anos, as chuvas médias anuais no estado do Ceará mantiveram-se, em sua maioria, acima da média histórica no período de 2012 a 2022.

Esse comportamento sugere que, embora o semiárido nordestino, onde o Ceará se insere, seja caracterizado por elevados índices de insolação, fotoperíodo prolongado e precipitações escassas e concentradas em poucos meses do ano, a dinâmica climática da região é influenciada por uma série de fatores físicos e químicos que interagem de forma complexa. Entre esses fatores destacam-se fenômenos como El Niño, La Niña, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), processos de evapotranspiração, além de aspectos antrópicos como a redução do desmatamento, diminuição das queimadas e o replantio de áreas degradadas (DE QUEIRÓS; DA ROCHA, 2021; MONTEIRO, 2022).

Adicionalmente, é relevante considerar que a redução das infrações contra a flora coincide com uma tendência global de ocorrência de eventos extremos de precipitação, fenômeno amplamente associado ao aquecimento global. Segundo o IPCC (2022), o aumento da temperatura média global pode intensificar o ciclo hidrológico, elevando os

níveis de umidade atmosférica e contribuindo para a ocorrência de chuvas mais intensas e concentradas em curtos períodos.

A análise da série histórica de 2012 a 2022 indica uma crescente efetividade das ações fiscalizatórias da SEMACE, especialmente no que se refere à redução das infrações ambientais contra a flora (Tabela 2). Os dados demonstram que as infrações mais frequentes e reincidentes no período analisado foram relacionadas a queimadas e desmatamentos, práticas com forte impacto sobre os ecossistemas nativos.

Autores como Rodrigues et al. (2021) apontam que tais ações de controle e repressão por parte da SEMACE podem ter contribuído para alterações em indicadores climáticos, especialmente em relação aos índices de precipitação observados em grande parte dos municípios cearenses no período em análise (Figura 3). Isso se deve, em parte, à influência que a cobertura vegetal exerce sobre processos climáticos como a evapotranspiração, um dos mecanismos determinantes na dinâmica do regime de chuvas em regiões semiáridas.

Tabela 2: Autos de infrações ambientais contra a flora cearense no Estado do Ceará de 2012 a 2022.

Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2012	26	32	39	26	21	32	43	24	14	04	14	10	285
2013	18	15	18	24	13	13	19	14	19	12	28	13	206
2014	06	16	11	16	16	14	20	12	26	31	18	23	209
2015	16	11	22	05	15	09	20	19	12	13	24	20	186
2016	14	11	20	15	10	31	17	16	14	11	06	06	171
2017	19	13	11	08	13	08	10	07	08	10	09	05	121
2018	02	09	16	08	05	08	06	08	09	05	04	03	83
2019	0	05	02	03	04	06	02	10	10	17	12	12	83
2020	08	05	04	03	03	10	26	09	13	06	06	08	101
2021	17	09	04	0	05	11	07	02	24	20	23	19	131
2022	11	08	17	18	10	11	08	15	22	05	13	05	143
Total	127	134	164	126	115	153	178	136	171	134	157	124	1719

Fonte: Autoria própria.

Outra variável que aparenta ter correlação com a redução das infrações contra a flora no território cearense é o histórico da umidade relativa do ar média mensal ao longo da série histórica de 10 anos (Figura 4).

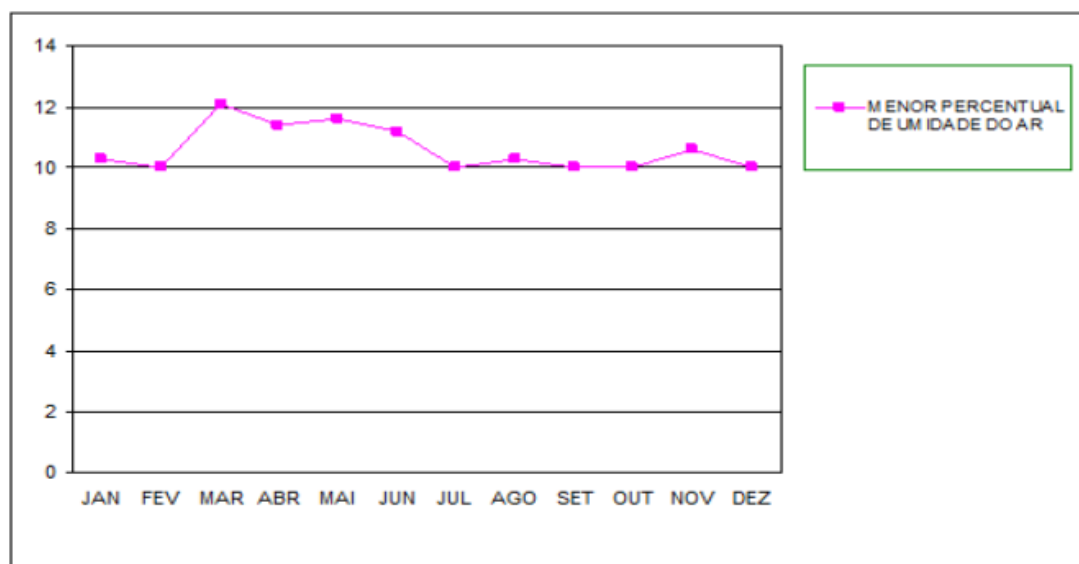


Figura 4: Menor índice de umidade do ar mensal média no Estado do Ceará.

Fonte: Autoria própria.

A correlação entre as infrações ambientais contra a flora registradas no período do estudo, e os dados de umidade do ar, que evidencia os menores índices médios mensais de umidade relativa do ar no mesmo intervalo, revela que os picos de autuação ocorreram, predominantemente, nos meses de julho e setembro. Nos demais meses, observa-se certa estabilidade no número de infrações registradas.

No contexto das infrações ambientais contra a flora, o sujeito ativo — isto é, o responsável pela prática da infração — pode ser tanto pessoa física quanto jurídica. A análise dos dados referentes ao período de 2012 a 2022 revela que, das 1.720 autuações registradas, 558 (32%) foram cometidas por pessoas físicas e 1.162 (68%) por pessoas jurídicas. A expressiva participação de pessoas jurídicas entre os infratores pode indicar que determinadas atividades empresariais vêm sendo conduzidas com foco prioritário na obtenção de lucros, muitas vezes em detrimento da legislação ambiental vigente. Essa conduta sugere a prática de ações potencialmente degradadoras ao meio ambiente sem a devida autorização do órgão ambiental competente, o que reforça a necessidade de um controle mais rigoroso e de políticas preventivas voltadas ao setor produtivo.

Dentre as principais análises realizadas com base na série histórica, constatou-se que a maior parte das infrações ambientais referente a redução da cobertura vegetal, registradas nas macrorregiões do Ceará, estão associadas a três tipos recorrentes de ocorrência: (i) desmatamento de áreas especialmente protegidas, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Unidades de Conservação (UCs); (ii) corte raso de vegetação fora dos limites da reserva legal; e (iii) queimadas.

Esses dados evidenciam uma crescente pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos do estado, o que ressalta a necessidade de fortalecimento da fiscalização ambiental e da aplicação efetiva de sanções administrativas. Tais medidas são fundamentais para coibir práticas ilegais, mitigar os impactos ambientais e promover a conservação dos recursos naturais do bioma Caatinga.

No que se refere ao enquadramento legal das infrações ambientais contra a flora, verificou-se que a tipificação mais recorrente foi a do Art. 47 do Decreto Federal nº 6.514/2008, que trata do comércio e transporte de produtos e subprodutos florestais sem a devida licença ou em desacordo com a autorização do órgão competente. Essa infração representou 66% do total de autos lavrados pela SEMACE no período analisado, correspondendo a 1.140 registros.

Em seguida, destaca-se o Art. 52 do mesmo decreto, que dispõe sobre o desmatamento sem autorização, com 11% das ocorrências, e o Art. 53, que trata da exploração ou dano a qualquer tipo de vegetação nativa, com 6% dos autos. As demais infrações, enquadradas nos Arts. 43, 44, 48, 50, 51, 57 e outros, somaram conjuntamente 12,8% do total de autos de infração emitidos pela autarquia no tocante às condutas lesivas à flora.

Esses dados evidenciam a prevalência de práticas ilegais relacionadas ao comércio e transporte de madeira como principal infração ambiental no estado, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo das cadeias produtivas de recursos florestais e da intensificação das ações de controle e fiscalização ambiental.

Observa-se que as infrações ambientais contra a flora no estado do Ceará ocorreram de forma relativamente linear ao longo dos meses. No somatório dos primeiros semestres, foram registradas 819 autuações, representando 48% do total, enquanto no somatório dos segundos semestres foram contabilizadas 900 infrações, correspondendo a 52% das ocorrências.

No que se refere às queimadas, verifica-se que apenas 6% dos focos ocorreram no primeiro semestre, enquanto o maior número de registros foi concentrado entre os meses de julho a dezembro, totalizando 37.957 focos de calor, o que equivale a 94% das ocorrências.

Estudos indicam que o emprego do fogo para o desmatamento é responsável por mais de 80% dos casos de incêndio, sendo que a emissão de gases associada a esses eventos resulta não apenas da parte da biomassa que efetivamente queima, mas também da fração que permanece não queimada (FEARNSIDE, 2002; OLIVEIRA; TEIXEIRA; SOARES ET AL., 2019).

Além disso, conforme destaca Schmitt (2015), o desmatamento pode ocorrer sob diferentes modalidades, cada uma com enquadramentos legais específicos, a exemplo da supressão de vegetação em áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente e áreas passíveis de autorização. Outras infrações estão associadas à cadeia produtiva do ilícito ambiental, como o transporte e o comércio ilegal de madeira, geralmente relacionado à exploração florestal decorrente de desmatamento sem autorização.

A partir das análises realizadas, verificou-se ainda uma relação direta entre desmatamento e queimadas, sendo identificado que, em muitos casos, o desmatamento foi executado mediante o uso do fogo. Conforme informações da SEMACE (2024), o fogo tem sido empregado como estratégia para limpeza de áreas recém-desmatadas, com vistas à sua posterior utilização para atividades de pecuária ou plantio agrícola.

As queimadas resultam na emissão de diversos gases de efeito estufa, sendo o dióxido de carbono (CO₂) o mais abundante, além de gases-traço como metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N₂O). Parte da biomassa que não é consumida na queima inicial, de alta temperatura e com chamas, continua sendo oxidada posteriormente por processos de suspensão e pelas chamadas requeimadas. Estas, de menor intensidade térmica, ocorrem em pastagens e capoeiras e tendem a liberar quantidades ainda maiores de gases-traço, afetando significativamente a qualidade do ar (FEARNSIDE, 2002; OLIVEIRA; TEIXEIRA; SOARES et al., 2019).



Figura 5: Dados do desmatamento no estado do Ceará.

Fonte: MapBiomas, 2023.

Ao correlacionar os dados referentes ao enquadramento legal das infrações ambientais à taxa anual de desmatamento, observa-se que o desmatamento no território cearense desempenha um papel relevante na intensificação dos períodos de seca. De modo geral, conforme os percentuais apresentados na Tabela 1, as infrações contra a flora vêm diminuindo ao longo da série histórica analisada, com exceção do ano de 2022. Nesse ano, o aumento pontual pode ser atribuído à adesão do estado à operação “Mata Atlântica em Pé”, coordenada pelo Ministério Público, que intensificou as ações de fiscalização e responsabilização.

Em conclusão, Rajão (2021) destaca que as ações de fiscalização ambiental precisam ser mais efetivas, uma vez que a atual estratégia compromete a capacidade do Estado em aplicar sanções e, consequentemente, contribui para o aumento da impunidade entre os infratores.

Adicionalmente, a análise da série histórica revelou que as queimadas constituem um aspecto relevante, estando diretamente associadas a focos de incêndio e de calor, o que reforça a necessidade de atenção sobre essa variável nos estudos sobre infrações ambientais.

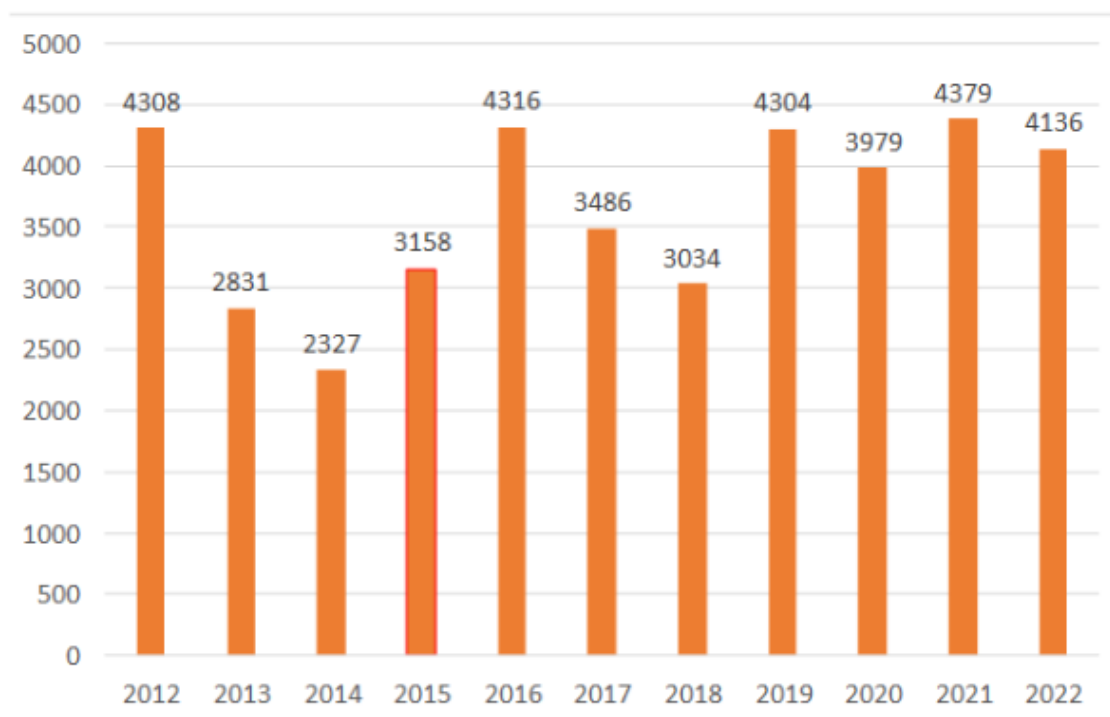


Figura 6: Focos de calor no estado do Ceará.

Fonte: Funceme, 2024.

As queimadas resultam na emissão de diversos gases de efeito estufa, sendo o dióxido de carbono (CO_2) o principal, além de gases-traço como metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N_2O). Parte da biomassa não é totalmente consumida na queima inicial, que ocorre em altas temperaturas e com presença de chamas, sendo posteriormente oxidada por outros processos. Essa oxidação pode ocorrer por suspensão de partículas, incluindo emissões de CH_4 resultantes da ação de cupins sobre a madeira, ou por meio das chamadas requeimadas. Estas são queimadas de menor intensidade térmica, geralmente ocorridas em pastagens e capoeiras, que consomem os remanescentes da vegetação nativa. Por produzirem brasas em vez de chamas intensas, tais requeimadas tendem a liberar maiores quantidades de gases-traço, comprometendo significativamente a qualidade do ar (FEARNSIDE, 2002; OLIVEIRA; TEIXEIRA; SOARES et al., 2019).

Nesse sentido, Silva (2021) afirma que infrações ambientais praticadas em uma determinada região podem contribuir para o aumento da temperatura média do ar, por meio de práticas como o desmatamento e as queimadas, impactando diretamente as mudanças climáticas em escala global. Essa observação está em consonância com os dados apresentados neste estudo.

As análises indicam ainda que, no estado do Ceará, as queimadas ocorrem com maior frequência durante o segundo semestre do ano. Segundo Silva (2021), esse padrão é intensificado por condições climáticas típicas da estação, como a estiagem prolongada, a baixa umidade do ar, a intensificação dos ventos e a maior secura da vegetação. O autor ressalta, ainda, que o fortalecimento das ações fiscalizatórias por parte dos órgãos ambientais pode contribuir para a redução de queimadas e desmatamentos, além de promover melhorias nas condições microclimáticas dos territórios afetados.

O último aspecto analisado refere-se à distribuição das infrações ambientais contra a flora por macrorregião no estado do Ceará. Conforme mencionado anteriormente, os 184 municípios cearenses estão organizados em cinco macrorregiões. Os dados obtidos indicam que a macrorregião de Fortaleza apresentou o maior número de autuações, com 811 autos de infração, o que representa 47% do total registrado. Em seguida, a macrorregião de Sobral contabilizou 418 autos, correspondendo a 24% das ocorrências.

Dessa forma, observa-se que, ao longo da série histórica analisada, 71% das infrações ambientais contra a flora concentram-se nas macrorregiões de Fortaleza e Sobral (Tabela 3). Tal distribuição sugere uma possível relação entre a dinâmica da expansão urbana e a maior incidência de infrações ambientais, incluindo impactos associados à poluição do ar nessas regiões.

Os municípios que abrangem essas macrorregiões são:

- Macrorregião de Fortaleza (44 municípios): Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Paraipaba, São Luís do Curu, Pentecostes, Apuiarés, General Sampaio, Tejuçuoca, Itapagé, Maracanaú, Pacatuba, Maranguape, Palmácia, Guaiúba, Acarape, Redenção, Barreira, Baturité, Pacoti, Guaramiranga, Mulungu, Aracoiaba, Aratuba, Capistrano, Itapiúna, Itapipoca, Trairi, Tururu, Umirim, Uruburetama, Amontada, Miraíma, Beberibe, Cascavel, Pindoretama, Horizonte, Pacajus, Chorozinho e Ocara;

- Macrorregião de Sobral (55 municípios): Sobral, Senador Sá, Uruoca, Santana do Acaraú, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Coreaú, Frecheirinha, Alcântaras, Forquilha, Irauçuba, Santa Quitéria, Catunda, Hidrolândia, Ipu, Pires Ferreira, Reriutaba, Graça, Varjota, Pacujá, Cariré, Groaíras, Acaraú, Bela Cruz, Cruz, Itarema, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Morrinhos, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará, São Benedito, Ibiapina, Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte, Crateús, Ipueiras, Poranga, Quiterianópolis, Nova

Russas, Novo Oriente, Independência, Ipaporanga, Tamboril, Monsenhor Tabosa, Ararendá, Camocim, Barroquinha, Chaval, Martinópolis e Granja.

Tabela 3: Autos de infração ambiental contra a flora nas macrorregiões no Estado do Ceará (2012 a 2022).

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Fortaleza	110	125	09	87	96	59	45	46	48	45	60	811
Sobral	85	35	57	39	34	35	20	15	18	37	43	418
Cariri	26	18	21	23	17	08	05	11	03	10	13	155
Sertão Central	31	13	22	14	08	10	05	02	12	31	12	160
Litoral leste Jaguarib e	33	15	19	23	16	09	08	09	20	08	15	175
Total	285	206	209	186	171	121	83	83	101	131	143	1.719

Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da série histórica de infrações ambientais contra a flora no estado do Ceará, no período de 2012 a 2022, revela uma correlação significativa entre essas práticas ilegais e os fatores que contribuem para a intensificação das mudanças climáticas em escala regional. O desmatamento, as queimadas e o uso inadequado do solo configuram-se como as principais tipologias de infrações registradas, afetando diretamente os ecossistemas da Caatinga, bioma que cobre a maior parte do território cearense e desempenha papel relevante na regulação climática local.

Os dados evidenciam que, embora tenha havido uma redução no número de autuações ao longo do período analisado, tal diminuição pode estar mais relacionada a fatores operacionais como a redução do efetivo de fiscais ambientais e a limitação do monitoramento em tempo real do que à efetiva redução das práticas infracionais. O fato de que 66% dos autos de infração se referem ao Art. 47 do Decreto Federal nº 6.514/2008, que trata do transporte e comércio de madeira sem autorização, sugere que o desmatamento ilegal muitas

vezes só é detectado tardiamente, durante a circulação do produto florestal, e não no momento da supressão vegetal.

Além disso, as queimadas, frequentemente associadas ao desmatamento, foram mais intensas no segundo semestre do ano, coincidindo com o período seco no semiárido cearense. Essa prática contribui para a emissão de gases de efeito estufa, como CO₂, CH₄ e N₂O, intensificando o aquecimento local e afetando a qualidade do ar, especialmente nas regiões urbanas. As macrorregiões de Fortaleza e Sobral, que concentram 71% das infrações registradas, apresentam também elevados índices de poluição atmosférica, resultado do adensamento urbano e da frota veicular, ampliando os efeitos das mudanças climáticas sobre a população.

A correlação entre as infrações ambientais contra a flora e os impactos climáticos é reforçada pela literatura, que aponta o desmatamento como um dos principais vetores de desequilíbrio no ciclo hidrológico e na estabilidade térmica das regiões semiáridas. A ineficiência na repressão a essas práticas, decorrente da limitação estrutural dos órgãos de fiscalização, compromete os esforços de mitigação das mudanças climáticas no estado.

Ademais, conforme Schmitt (2015), é fundamental investir em instrumentos de educação ambiental e em estratégias de conscientização social que estimulem a adoção voluntária de práticas sustentáveis, complementando a função coercitiva da fiscalização.

Em síntese, este estudo reforça a necessidade de aprimoramento das políticas públicas de fiscalização ambiental no Ceará, de modo a fortalecer sua contribuição para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em nível local, considerando que o controle efetivo do desmatamento e das queimadas constitui elemento central para a adaptação climática no semiárido brasileiro.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à SEMACE pela colaboração e pela disponibilização dos dados utilizados nesta pesquisa. A cooperação da instituição foi essencial para a realização deste estudo e contribuiu de forma significativa para o aprofundamento da análise proposta.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília. [1988].
- BRASIL. **Medida Provisória nº 2.230, de 8 de setembro de 2001**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/Antigas_2001/2230.htm Acesso em: 04 de setembro de 2008.
- FEARNSIDE, Philip M. **Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira**. Estudos avançados, v. 16, p. 99-123, 2002.
- FREYRE, G. **Casa grande & senzala: formação da família brasileira sob regime de economia patriarcal**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1943. 2 v.
- Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME - **Total de focos de calor no estado do Ceará - 2012 a 2022**. 2024.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. 2014. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas> Acesso em: 28 de março de 2014.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Dados Gerais sobre o Estado do Ceará – 2024 – 2024**.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 24 de abril de 2025.
- MINAYO, M. C. S.; GOMES, S. F. D. R. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 30 ed. Petrópolis: Vozes, 2011. (Coleção Temas Sociais).
- MONTEIRO, J. et al. **A influência de teleconexões e sistemas meteorológicos produtores de precipitação no semiárido nordestino**. Revista brasileira de Geografia Física, v. 15, p. 312-332, 2022.
- NAVAL, Liliana Pena. **Cidades e Meio Ambiente II**. Palmas: Eduft, 2015. 168 p.
- OLIVEIRA, U. C.; TEIXEIRA, L. F. C.; SOARES, Francisco Frank. **Análise comparativa da ocorrência de focos de calor entre as mesorregiões do estado do Ceará, nos anos de 2010 a 2018**. In: Anais Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2019.
- QUEIRÓS, Geisonaldo Roberto Sampaio; DA ROCHA, Mailton Nogueira. **Influência da vegetação e corpos hídricos no clima urbano na sede municipal de Quixeramobim–CE**. Revista GeoUECE, v. 10, n. 19, p. e202104-e202104, 2021.
- RAJÃO, Raoni et al. **Dicotomia da impunidade do desmatamento ilegal**. Policy brief, p. 1-12, 2021.
- RODRIGUES, Bruno Dias et al. **Uma análise sobre as chuvas no Ceará baseada nos eventos de El Niño, La Niña e no Dipolo do Servain durante a estação chuvosa**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 28, p. 507-519, 2021.
- SANTOS, M. A metrópole: modernização, involução e segmentação. In: VALLADARES, L.; PETRECEILLE, E. (Coord.) **Reestruturação urbana: tendências e desafios**. São Paulo: Nobel, 1990. p. 183-191.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a política ambiental do Estado de**

SCHMITT, Jair. **CRIME SEM CASTIGO: A efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia.** Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília, 2015.

SEMACE. **Autos de infração e outras sanções.** IN: fiscalização ambiental. internet, 2024. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/fiscalizacao-ambiental/autos-de-infracao-e-outras-sancoes/>. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVA, Emerson Mariano da et al. **Registros de Queimadas em Vegetação (Incêndios) e a Climatologia da Chuvas no Estado do Ceará: Estudo de Caso no Período de 2015 a 2019.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 36, p. 571-577, 2021.

SOARES, Lucas Pereira. **Caracterização climática do estado do Ceará com base nos agentes da circulação regional produtores dos tipos de tempo.** 2015. 240 f. Dissertação (Mestrado em geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2015.

SOUZA, E. B. C. **Estado: produção da região do Lago de Itaipu - turismo e crise energética.** Tese (Doutorado em Geografia) – Presidente Prudente: UNESP. 2002.

MEIO AMBIENTE E A MOBILIDADE URBANA: OS DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO TRANSPORTE PÚBLICO NAS METRÓPOLES REGIONAIS DO NORDESTE

William Matheus da Silva Barros

Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará

Fortaleza, Ceará, Brasil

williammatheus.ufc@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0013-6337>

Maria Clelia Lustosa Costa

Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará

cleli Lustosa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5066-4209>

RESUMO

Este artigo analisa os desafios e as perspectivas do transporte público coletivo nas metrópoles regionais do Nordeste brasileiro, com ênfase na sua relação com o meio ambiente, a justiça territorial e a crise climática. A pesquisa tem caráter qualitativo e exploratório, estruturada a partir de revisão bibliográfica e análise documental de dados secundários de fontes acadêmicas, institucionais e jornalísticas. O estudo destaca como a precarização do transporte coletivo afeta desproporcionalmente as populações periféricas, compromete o direito à mobilidade e contribui para a intensificação dos impactos ambientais nas cidades. Discute-se também como a crise do setor pode se tornar uma oportunidade estratégica para a construção de uma mobilidade urbana sustentável, por meio do fortalecimento de políticas públicas integradas, do financiamento público e da participação cidadã. Ao final, reforça-se a importância do planejamento urbano adaptável como instrumento de reorganização territorial e promoção da justiça socioambiental nas cidades nordestinas. O transporte coletivo é abordado não somente como meio de deslocamento, mas como elemento central da luta por cidades mais justas e sustentáveis.

Palavras-chave:

Transporte coletivo;

Planejamento urbano;

Sustentabilidade;

Metrópoles nordestinas.

MEDIO AMBIENTE Y MOVILIDAD URBANA: DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LAS METRÓPOLIS REGIONALES DEL NORDESTE.

RESUMEN

Palabras clave:

Transporte colectivo;
Planificación urbana;
Sostenibilidad;
Metrópolis del Nordeste.

Este artículo analiza los desafíos y perspectivas del transporte público colectivo en las metrópolis regionales del Nordeste de Brasil, con énfasis en su relación con el medio ambiente, la justicia territorial y la crisis climática. La investigación es de carácter cualitativo y exploratorio, estructurada a partir de revisión bibliográfica y análisis documental de datos secundarios provenientes de fuentes académicas, institucionales y periodísticas. El estudio destaca cómo la precarización del transporte colectivo afecta de manera desproporcionada a las poblaciones periféricas, compromete el derecho a la movilidad y contribuye a la intensificación de los impactos ambientales en las ciudades. También se discute cómo la crisis del sector puede convertirse en una oportunidad estratégica para construir una movilidad urbana sostenible, mediante el fortalecimiento de políticas públicas integradas, el financiamiento estatal y la participación ciudadana. Al final, se refuerza la importancia de la planificación urbana adaptable como instrumento para la reorganización territorial y la promoción de la justicia socioambiental en las ciudades del Nordeste brasileño. El transporte colectivo es abordado no solo como medio de desplazamiento, sino como elemento central en la lucha por ciudades más justas y sostenibles.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da mobilidade urbana conectado ao meio ambiente é essencial para compreender os desafios e propor soluções que garantam um transporte público mais eficiente e sustentável, especialmente na região Nordeste, onde as desigualdades socioeconômicas, aliado ao contexto ambiental e a precarização dos serviços de transporte coletivo são mais evidentes. A crise atual do transporte público nesta região não é apenas um problema de infraestrutura ou de gestão, mas um reflexo de fatores estruturais históricos, da falta de investimentos sustentáveis e da crescente dependência do transporte individual.

Além os impactos sociais e econômicos, crise da mobilidade urbana gera profundas consequências ambientais. O crescimento do transporte individual motorizado eleva os níveis de poluição atmosférica, contribuindo para o aumento das emissões de gases de efeito estufa e agravando os efeitos das mudanças climáticas. Além disso, as cidades nordestinas enfrentam desafios ambientais específicos nesse sentido, aqui cabe destacar algumas destas especificidades. Fortaleza, com seu crescimento acelerado e clima semiárido, sofre com a expansão das ilhas de calor, reduzindo seu conforto térmico e a qualidade de vida de sua população. Salvador, devido à sua geografia acidentada, enfrenta dificuldades para a implementação de modais sustentáveis, como ciclovias e corredores exclusivos para transporte coletivo, aumentando a dependência dos automóveis. Recife sofre com impactos

ambientais diretos, agravados pelo crescimento desordenado da malha urbana, sua localização e pela falta de infraestrutura sustentável no setor de transportes.

Outro ponto crucial na justificativa deste estudo é a necessidade de repensar o modelo de financiamento do transporte público. A concessão de subsídios governamentais, conforme praticado em cidades como Fortaleza e Salvador, é uma solução emergencial, mas não resolve o problema estrutural do setor. A criação de novas formas de financiamento, como fundos municipais de mobilidade, uma política nacional de financiamento e subsídios diretos ao transporte coletivo, pode garantir um sistema mais eficiente e acessível a longo prazo.

O objetivo deste artigo é compreender os desafios e as perspectivas da mobilidade urbana nas metrópoles regionais do Nordeste (Fortaleza, Salvador e Recife), a partir de uma abordagem socioambiental e sustentável. A partir da análise dos impactos estruturais, sociais e ambientais da crise do transporte público coletivo, busca-se avaliar estratégias que contribuam para um sistema mais eficiente, acessível e menos poluente — capaz de reduzir engarrafamentos, o estresse urbano e melhorar a qualidade de vida. A adoção de medidas inovadoras e o fortalecimento do planejamento urbano, com ênfase no transporte coletivo, revelam-se fundamentais para a construção de cidades mais justas, resilientes e sustentáveis.

O estudo combina uma análise documental acadêmica, análise dos cenários da mobilidade das cidades e das leis, diretrizes nacionais e levantamento de dados estatísticos. Essa estratégia permite uma compreensão ampla dos desafios da mobilidade urbana nas metrópoles regionais do Nordeste, integrando aspectos históricos, socioeconômicos, ambientais e políticos à análise da crise do transporte público.

2 METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e analítico-descritivo, estruturada a partir de revisão bibliográfica e análise documental. A escolha das cidades de Fortaleza, Salvador e Recife justifica-se por se tratarem das principais metrópoles regionais do Nordeste, que concentram expressivos fluxos populacionais e apresentam desafios específicos no campo da mobilidade urbana e da sustentabilidade ambiental.

O levantamento bibliográfico foi realizado entre novembro de 2024 a maio de 2025, contemplando publicações acadêmicas, relatórios institucionais, legislações e matérias jornalísticas especializadas. Para tanto, recorreu-se a bases de dados como SciELO, Google Scholar, Portal de Periódicos da CAPES, Observatório das Metrópoles, além de documentos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano (NTU) e portais oficiais das prefeituras e câmaras municipais das cidades estudadas.

As palavras-chave empregadas na busca incluíram “transporte coletivo”, “mobilidade urbana”, “meio ambiente”, “crise climática”, “Nordeste”, “planejamento urbano”, “Fortaleza”, “Salvador” e “Recife”. Foram estabelecidos critérios de inclusão que privilegiaram publicações entre 2010 e 2025, com ênfase em estudos mais recentes e diretamente relacionados ao transporte público coletivo e suas interfaces com o meio ambiente. Como critérios de exclusão, descartaram-se textos opinativos sem embasamento técnico ou científico, publicações duplicadas e trabalhos que não apresentassem conexão explícita com a temática da pesquisa.

A análise dos materiais selecionados seguiu o método comparativo, possibilitando identificar semelhanças, padrões e especificidades entre as três metrópoles estudadas. Além disso, adotou-se uma perspectiva analítico-descritiva, buscando interpretar as causas e consequências da crise do transporte coletivo, bem como suas implicações para a justiça socioambiental no contexto da crise climática. Essa opção metodológica reforça o caráter interdisciplinar da pesquisa, ao integrar discussões de mobilidade, planejamento urbano e meio ambiente

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Mobilidade Urbana E Transporte Público

A mobilidade urbana no Brasil enfrenta desafios significativos influenciados pelo crescimento desordenado das cidades, falta de investimentos estruturais e de planejamento urbano, intensificando as desigualdades sociais e intensificando problemas ambientais. O serviço, considerado de caráter essencial, é transversal e impacta a vida das pessoas, da cidade e do planeta de diferentes formas e perspectivas. Os problemas no setor prejudicam a

acessibilidade e a qualidade do serviço, comprometendo-a, especialmente para populações em situação de vulnerabilidade econômica, que dependem do transporte coletivo para acessar serviços básicos como educação, saúde e trabalho, como ressaltou Lorenzetti em 2015, p. 5:

Importa frisar o caráter essencial atribuído unicamente ao serviço de transporte coletivo, no art. 30, V, da Carta Magna. Esse dispositivo mostra a importância do serviço de transporte público, indispensável para garantir o acesso do cidadão a vários direitos sociais a ele assegurados, por exemplo, saúde, educação e trabalho. Tanto assim que, recentemente, o direito ao transporte foi inserido no rol desses direitos sociais, nos termos do art. 6º da Carta Magna.

Paralelamente, o aumento da frota de veículos particulares e a popularização dos aplicativos de transporte modificam os padrões do transporte coletivo, contribuindo para o cenário de concorrência desigual e sucateamento progressivo do setor público. A Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano (NTU) alerta para uma crise nacional, com uma demanda reduzida a aproximadamente 60% da capacidade operacional e prejuízos acumulados de bilhões de reais durante e após a pandemia da Covid-19.

Por outro lado, a ausência recorrente de diretrizes, políticas públicas e planejamento de mobilidade urbana, entre outros aspectos, permitiu que o automóvel e, mais recentemente, a motocicleta, como veículos individuais motorizados, sobrepujassem o transporte público coletivo, que, por deficiências na regulação e, sobretudo, na fiscalização, vem sendo marcado pela baixa qualidade. Veículos velhos, sem manutenção adequada e quase sempre lotados, além de horários irregulares e tarifas elevadas, fizeram prosperar, em meados dos anos 1990, o transporte pirata em vans e motos, aumentando ainda mais a saturação das vias públicas e a situação de imobilidade das grandes cidades.

A mobilidade urbana nas metrópoles do Nordeste brasileiro não está descolada desse cenário, mas enfrenta problemas específicos que tornam esse cenário mais danoso para a sua população, intensificando desigualdades socioespaciais e gerando e agravando problemas

ambientais e econômicos. Cidades como Fortaleza, Salvador e Recife, sendo as maiores economias da região nordestina, apresentam desafios específicos, influenciados por fatores históricos e políticos que refletem no transporte e na mobilidade da sua população.

Nacionalmente o sistema de transporte coletivo sofre um processo de deterioração acelerada. Esse colapso se reflete na redução da oferta de ônibus, no aumento das tarifas, na precarização da infraestrutura e na migração crescente da população para alternativas individuais de deslocamento, como motocicletas, carros e transporte por aplicativo, consequentemente aumentando o transporte individual, aumentando a quantidade de veículos que emitem gases poluentes. Esse cenário, diante do contexto de Crise Climática apresentado por pesquisadores de instituições ligadas a pesquisa desse tema, pode gerar impactos irreversíveis e dramáticos para as cidades e a sociabilidade nas metrópoles. No contexto nordestino, isso pode apresentar consequências críticas, dada sua localização litorânea e desafios socioeconômicos locais, como é o caso de Recife, cujo Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) da Organização das Nações Unidas (ONU) a coloca como a capital brasileira mais ameaçada pelo nível do mar.

Atualmente o transporte público urbano enfrenta um ciclo vicioso de perda de passageiros e de encarecimento da tarifa. A partir de dados levantados pela Confederação Nacional de Transporte (CNT) e pesquisa divulgada e usada por este trabalho, é possível perceber uma dinâmica como consequência: a baixa qualidade do serviço leva à redução da demanda, o que, por sua vez, diminui a arrecadação e obriga empresas concessionárias a reduzir a oferta ou tornar o serviço mais caro, piorando ainda mais a qualidade do transporte. Essa redução é particularmente grave no Nordeste, onde a capacidade de financiamento por parte dos governos locais é mais limitada em comparação a outras regiões mais ricas do país e onde se localiza o centro do poder político, inclusive em esfera nacional. Na cidade de Fortaleza, além de ser pago um subsídio do poder público para as empresas prestadoras do serviço de transporte público, percebe-se também o aumento desse subsídio ano após ano. Em 2023, por exemplo, ele foi de R\$ 90 milhões (DIÁRIO DO NORDESTE, 2023), já em 2024 foi de R\$ 158.200.000,00 (PL 0030/2024) e, em 2025, R\$ 248.487.822,04 (DIÁRIO DO TRANSPORTE, 2024), em uma tentativa de conter os prejuízos financeiros do setor, o aumento da tarifa para a população e o colapso do serviço. Salvador, por sua vez, enfrenta uma redução de 60% no número de usuários desde os anos 1990, levando a um fenômeno de crescente imobilidade urbana. Em Recife, dados obtidos pelo G1 por meio da Lei de Acesso à

Informação (LAI) mostram que, entre 2022 e 2023, 183 veículos foram retirados das ruas, impactando diretamente a mobilidade da população e contribuindo para problemas ambientais decorrentes da migração para o transporte individual. Nesse ciclo, o planeta é

mais um dos impactados. O aumento da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) no país, resultantes do crescente número de veículos individuais, torna o problema da mobilidade urbana no Brasil um assunto que requer atenção internacional diante da crise climática que o planeta enfrenta.

Esse cenário de crise, apresentado pela NTU, tem impactos profundos na vida da população, afetando a acessibilidade a serviços essenciais, como educação, saúde e trabalho, direitos do cidadão. Nas cidades analisadas, destacam-se os problemas enfrentados pela população, como o desemprego, e a insegurança econômica e um dos seus reflexos é a necessidade do uso de transporte coletivo e opções mais custo-benefício de locomoção. Os usuários mais prejudicados são aqueles de menor renda, que residem nas periferias e dependem exclusivamente do transporte coletivo para se deslocar. Estes também são os primeiros impactos por eventos climáticos extremos, se tornando vítimas do fenômeno histórico e geográfico do Racismo Ambiental.

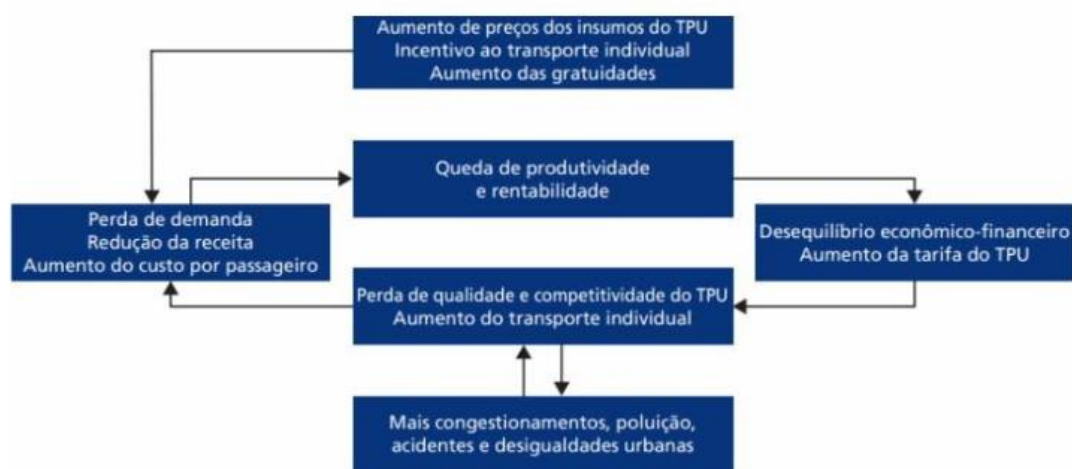
Está crise da mobilidade urbana, para além de problemas operacionais e sociais, tem efeitos diretos no meio ambiente e nas mudanças climáticas. O aumento da dependência do transporte individual contribui para a elevação dos níveis de emissão de GEE, intensificando o aquecimento global e a degradação da qualidade do ar. O Nordeste é uma região vulnerável às mudanças climáticas, e as capitais analisadas enfrentam desafios intensos nesse sentido. Diante disso, é destacado a participação delas em iniciativas internacionais, onde se comprometem a se inserir nas ações de combate, mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Um aspecto importante para se analisar o contexto atual do setor de transporte é o desafio para a transição para um modelo mais sustentável e o seu financiamento. No Brasil, o sistema depende predominantemente da tarifa paga pelos passageiros, o que gera dificuldades financeiras em períodos de baixa demanda. Para mitigar essa crise, cidades como Fortaleza e Salvador têm adotado subsídios governamentais (via suas prefeituras) para evitar a falência do setor. No entanto, essas medidas têm se mostrado insuficientes para reverter a queda no número de usuários e a deterioração do serviço. Além disso, a falta de investimentos em tecnologia e inovação impede avanços na modernização da frota, na digitalização dos serviços e na implementação de políticas de integração modal e de sustentabilidade.

3.2 Desafios do transporte coletivo nas Metrôpoles Nordestinas (Fortaleza, Salvador e Recife)

Nas metrôpoles regionais do Nordeste brasileiro, como Fortaleza, Salvador e Recife, o transporte coletivo urbano enfrenta uma crise estrutural que se manifesta na sobrecarga do sistema, na precarização das frotas, na descontinuidade das linhas e na alta rotatividade dos trabalhadores do setor. Essa situação é agravada por uma queda significativa no número de passageiros, impulsionada por anos de sucateamento do serviço, crescimento das opções individuais de transporte motorizado e falhas na regulação do poder público.

Conforme a NTU (2022), entre 1994 e 2022, o setor de transporte coletivo perdeu cerca de 47% da sua demanda em todo o país. Esse declínio compromete a viabilidade econômica das empresas operadoras, provocando uma reação em cadeia: redução de frota, aumento das tarifas e piora na qualidade do serviço — o que, por sua vez, afasta ainda mais os usuários. A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2023) alerta que essa lógica de autofinanciamento do sistema compromete a sustentabilidade financeira e social da mobilidade urbana, especialmente em regiões periféricas.



Quadro 1 - Ciclo vicioso do aumento do nível da tarifa de ônibus urbano.

Fonte: IPEA (2016).

A crise é ainda mais perceptível nas metrôpoles nordestinas, onde a desigualdade socioespacial se expressa fortemente no cotidiano dos deslocamentos. Em Salvador, por exemplo, a prefeitura teve de aprovar um orçamento emergencial de R\$205 milhões para evitar o colapso total do sistema de ônibus (ARATUON, 2024). Já em Recife, a redução de quase metade das linhas em um único ano evidencia a gravidade da situação (G1, 2023), afetando principalmente trabalhadores e estudantes da periferia.

Além disso, o modelo atual de concessão, centrado na lógica mercadológica da rentabilidade, mostra-se incompatível com os princípios de universalidade e continuidade do serviço público. Como destaca Lorenzetti (2015), o transporte coletivo urbano, reconhecido como um direito social, exige financiamento público estável e planejamento integrado entre os entes federados, o que ainda está longe de ser realidade nas regiões metropolitanas do Nordeste, inclusive por não estarem nas regiões que ainda hoje detêm o centro do poder político nacional.

Portanto, os desafios do transporte coletivo nas cidades analisadas são multifacetados: envolvem desde a gestão e o financiamento até a articulação intermunicipal, metropolitana e nacional. Reconhecer essas fragilidades é o primeiro passo para avançar na construção de soluções que considerem o transporte público como eixo estruturador de justiça social, direito à cidade e sustentabilidade urbana.

Fortaleza tem registrado aumento da temperatura média e expansão das ilhas de calor, fenômeno diretamente ligado ao crescimento da frota de veículos particulares e à redução de áreas verdes, junto a seu crescimento e seu processo de verticalização desorganizado; Salvador, com sua topografia irregular e a ausência de políticas eficazes de mobilidade sustentável, sofre com congestionamentos frequentes, agravando a poluição do ar e os impactos ambientais urbanos. Recife, uma das cidades brasileiras mais vulneráveis à elevação do nível do mar, precisa urgentemente de estratégias para reduzir sua pegada de carbono e mitigar os efeitos das mudanças climáticas. O aumento do número de carros e motos nas ruas, combinado com a falta de eficiência do transporte coletivo, agrava a situação ambiental e ameaça a resiliência da cidade diante dos desafios climáticos. A falta de planejamento integrado e de políticas públicas eficazes agrava os desafios enfrentados por essas cidades, tornando o sistema de transporte coletivo menos atrativo e funcional. Essa situação contribui para o aumento da dependência do transporte individual, com efeitos negativos sobre a mobilidade, o meio ambiente e a qualidade de vida urbana.

3.3 Impactos socioambientais da crise do transporte coletivo no cenário de crise climática

A precarização do transporte coletivo também aprofunda os efeitos das mudanças climáticas, revelando uma íntima relação entre exclusão territorial, vulnerabilidade ambiental e fragilidade das políticas públicas. A crise da mobilidade urbana, longe de ser apenas um

problema técnico, reproduz desigualdades históricas e amplifica os riscos socioambientais para as populações periféricas, ou de regiões como das cidades analisadas, de baixa renda.

As consequências dessa crise vão além do campo da acessibilidade. O aumento da motorização individual — estimulado pela deterioração dos serviços coletivos — intensifica a emissão de gases de efeito estufa (GEE), a poluição do ar e o uso ineficiente do solo urbano. Segundo Barczak e Duarte (2012), cerca de 80% da energia utilizada no setor de transportes urbanos vem de fontes fósseis, tornando-o um dos principais vetores de agravamento da crise climática. Além disso, o crescimento das ilhas de calor urbanas e a redução de áreas verdes aumentam a vulnerabilidade ambiental, especialmente em regiões periféricas e falta de integração entre modais, a redução da frequência dos ônibus e a superlotação tornam o deslocamento diário exaustivo e ineficiente.

O caso de Recife ilustra com clareza esse quadro. A capital pernambucana foi apontada pelo IPCC como uma das cidades mais ameaçadas do mundo pelo avanço do nível do mar, ocupando a 16ª posição no ranking global de vulnerabilidade climática (G1, 2021). Ao mesmo tempo, a cidade enfrenta sérios problemas no sistema de transporte público, como a redução drástica de linhas, o que obriga muitos cidadãos a recorrerem a transportes mais caros, poluentes e excludentes.

Como destacam Espíndola e Ribeiro (2020), a adaptação climática depende de uma articulação entre planejamento urbano e políticas de mobilidade. No entanto, nas cidades nordestinas, a ausência de políticas integradas e a instabilidade institucional dificultam a implementação de soluções sustentáveis. A gestão fragmentada impede que o transporte coletivo seja pensado como vetor de mitigação dos efeitos climáticos e de justiça socioambiental.

Nesse contexto, o transporte público deixa de ser apenas um meio de locomoção e passa a ser um direito que, quando negado ou precarizado, compromete o acesso a outros direitos fundamentais, como saúde, educação, cultura e trabalho. A crise climática evidencia, assim, a urgência de se reestruturar o sistema de mobilidade urbana com foco na equidade territorial e na resiliência ambiental.

3.4 A crise como oportunidade para uma transição sustentável

O colapso dos sistemas de transporte coletivo nas metrópoles nordestinas, como parte desse mesmo processo ao nível nacional, longe de representar apenas um impasse técnico-operacional, deve ser compreendido como um ponto de reflexão que impõe à sociedade e ao poder público a necessidade de repensar os paradigmas que sustentam a

mobilidade urbana. A crise, nesse sentido, não é apenas um fim, mas pode se constituir como uma oportunidade para se construir uma nova lógica de deslocamentos que incorpore a justiça socioambiental e a sustentabilidade como eixos estruturantes.

As políticas de mobilidade urbana no Brasil foram, historicamente, marcadas por uma lógica excludente, voltada para o incentivo ao transporte individual motorizado, com concentração de investimentos em infraestrutura viária e concessão de subsídios fiscais à indústria automotiva. Isso gerou um padrão de mobilidade ambientalmente insustentável e socialmente desigual (LORENZETTI, 2015). Como aponta o estudo da Câmara dos Deputados (LORENZETTI, 2015), com base no censo do IBGE de 2010, cerca de 160 milhões de pessoas, ou 85% da população do País, viviam em cidades:

Em junho de 2015, do total de 204 milhões de brasileiros, mais de 50% de indivíduos residem nas 71 regiões metropolitanas. Paralelamente, o Poder Público apresentava um modelo de planejamento urbano inadequado, o qual, na prática, fomentava o transporte motorizado individual em detrimento do transporte coletivo e do não motorizado. Historicamente, o setor automotivo sempre ocupou posição de destaque na política industrial brasileira, por meio de favorecimento de crédito, concessão de incentivos fiscais e proteção alfandegária. Outro fator de impacto nas condições de mobilidade urbana deriva da opção preferencial, no âmbito das políticas governamentais para o setor de transporte público coletivo, pelo modal rodoviário. A partir da instalação da indústria automotora no País, a concepção de modernidade associada ao veículo sobre pneus criou condições propícias ao predomínio do rodoviarismo no Brasil, levando ao desmonte do transporte de passageiros sobre trilhos realizado em bondes elétricos em nossas maiores cidades, entre 1930 e 1960.

No entanto, a intensificação dos impactos da crise climática e o agravamento da exclusão territorial colocam em evidência a urgência de se romper com esse modelo. Nesse contexto, a transição para um sistema de mobilidade sustentável passa pela valorização do transporte coletivo, na perspectiva pública, como política de justiça social e climática. Como destaca Seabra et al. (2013), a sustentabilidade em transportes demanda a compatibilização das dimensões ambiental, social e econômica, com ações que considerem os contextos urbanos locais e promovam a inclusão. Essa abordagem exige também o fortalecimento institucional e a redefinição dos critérios de financiamento, incorporando subsídios públicos e instrumentos de controle social.

A transição sustentável, no entanto, não se limita à substituição tecnológica da frota por veículos menos poluentes. Ela exige uma reconfiguração profunda da lógica de mobilidade nas cidades, com ênfase na intermodalidade, na integração entre transporte e uso do solo, na participação cidadã e no fortalecimento do planejamento urbano. Como destaca Lorentezetti (2025), a ausência de uma política nacional de financiamento permanente para o transporte público tem sido um entrave histórico. É preciso superá-lo com a criação de fundos públicos estáveis, taxaço do transporte poluente e políticas de incentivo ao transporte ativo.

A experiência de cidades internacionais que conseguiram reverter crises semelhantes mostra que a modernização do transporte público passa pela priorização do transporte coletivo em relação ao individual. Estratégias como a criação de Zonas de Baixa Emissão (LEZ, na sigla em inglês), investimentos em transporte de alta capacidade (como VLTs e BRTs), e políticas de incentivo à mobilidade ativa (bicicletas e deslocamentos a pé) são adotadas em diversos países como soluções para equilibrar a mobilidade urbana e reduzir os impactos ambientais. O Brasil ainda enfrenta desafios na implementação dessas políticas, mas a adaptação desses modelos à realidade nordestina pode trazer benefícios significativos.

Portanto, a crise da mobilidade, ao desvelar as fragilidades estruturais do sistema, também escancara a possibilidade de uma reconstrução orientada por princípios sustentáveis. Trata-se de resgatar o papel do Estado como garantidor de direitos e promotor da justiça socioambiental, e de transformar o transporte coletivo em vetor de inclusão, resiliência urbana e enfrentamento das mudanças climáticas.

3.5 Planejamento urbano e a adaptabilidade

A crescente complexidade dos problemas urbanos e ambientais impõe a necessidade de uma abordagem adaptativa no planejamento urbano. Essa adaptabilidade, mais do que mera resposta a crises, constitui um princípio organizador das políticas públicas voltadas à mobilidade urbana sustentável, sobretudo diante dos desafios socioambientais contemporâneos. Como afirmam Seabra, Taco e Dominguez (2013), a gestão da mobilidade precisa se basear em uma visão sistêmica e integrada que articule as dimensões social, econômica, ambiental e institucional.

A construção de cidades resilientes às mudanças climáticas e às desigualdades territoriais exige um modelo de gestão que seja participativo, coordenado e de multiescalas. Nesse sentido, destaca-se o papel do planejamento estratégico de cidades (PEC), proposto por Güell (2006), que associa a boa gestão à articulação entre equidade, integridade

ambiental, competitividade e governabilidade. Essa abordagem compreende o planejamento como uma prática política, coletiva e situada, capaz de articular interesses diversos em torno de objetivos comuns e sustentáveis.

A análise de Seabra (2013) reforça que o fracasso das políticas públicas de mobilidade urbana não decorre apenas da falta de diretrizes, mas da ausência de um elemento articulador entre os níveis de gestão federal, estadual e municipal. Isso compromete a efetivação dos planos e dificulta a integração entre o uso do solo e o transporte, essencial para o enfrentamento das desigualdades espaciais. Além disso, a autora destaca que a baixa capacidade institucional e a carência de instrumentos de monitoramento e avaliação representam entraves significativos à adaptabilidade do planejamento urbano.

No Brasil, a obrigatoriedade dos Planos de Mobilidade Urbana para municípios com mais de 20 mil habitantes, conforme a Lei nº 12.587/2012, representa um avanço normativo importante. Contudo, como aponta Seabra (2013), esses planos muitas vezes se limitam à elaboração de diretrizes genéricas, sem a implementação efetiva de políticas integradas e sem a devida participação da sociedade civil. A ausência de indicadores claros e de uma estrutura padrão de avaliação dificulta a mensuração do progresso rumo à sustentabilidade. A criação de fundos municipais de mobilidade e uma política nacional de financiamento e subsídios diretos ao transporte coletivo podem garantir um sistema mais eficiente e acessível a longo prazo.

A adaptabilidade no planejamento urbano, portanto, depende do fortalecimento institucional, da qualificação técnica dos gestores e da ampliação dos canais de participação democrática. Isso inclui a valorização do saber técnico-científico, mas também o reconhecimento dos saberes locais e da experiência cotidiana dos usuários do transporte coletivo. Somente a partir dessa escuta ampliada e da articulação entre os entes federativos será possível construir cidades mais resilientes, equitativas e ambientalmente sustentáveis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises desenvolvidas ao longo deste artigo evidenciam que a crise do transporte coletivo nas Metrópoles Regionais do Nordeste (Fortaleza, Salvador e Recife) brasileiro é, ao mesmo tempo, um sintoma e um agravante das desigualdades socioespaciais e ambientais que marcam o território urbano e regional, mas também um reflexo das contradições

históricas do modelo de mobilidade urbana adotado no país. O desmonte progressivo do sistema público de mobilidade, ancorado em uma lógica mercadológica e pouco integrada ao planejamento urbano, tem comprometido não apenas o direito à mobilidade, mas também o direito à cidade e à sustentabilidade urbana.

Frente ao cenário de mudanças climáticas e de intensificação das vulnerabilidades sociais, o transporte coletivo desponta como um campo estratégico para a promoção de justiça ambiental, inclusão social e reconfiguração territorial. É preciso integrá-lo a um modelo de planejamento urbano que seja adaptável, participativo e comprometido com os princípios da sustentabilidade. A análise demonstrou que os marcos legais existentes — como a Política Nacional de Mobilidade Urbana — oferecem caminhos, mas sua efetivação depende de vontade política, fortalecimento institucional e de um pacto federativo que assegure o financiamento e a gestão articulada do setor. A superação da crise, no entanto, exige mais do que soluções técnicas: requer um novo pacto político e institucional que reconheça o transporte público como um bem comum, articulado às políticas de habitação, uso do solo, meio ambiente e saúde.

Para que essas soluções sejam viáveis, é necessário superar desafios políticos e institucionais. A ausência de planejamento estratégico de longo prazo, a dificuldade em atrair investimentos federais e a falta de incentivos concretos à mobilidade sustentável são entraves ainda presentes. A experiência de cidades internacionais mostra que a recuperação do transporte público depende de uma abordagem integrada, com financiamento estável, subsídios bem direcionados e políticas de incentivo ao transporte coletivo.

Diante disso, é exigido soluções urgentes e integradas, mas também conectadas ao cenário de Crise Climática, pensando soluções conectadas à sustentabilidade. É fundamental que políticas públicas sejam implementadas diante desse quadro, priorizando o transporte coletivo como um eixo central para o planejamento urbano e a construção de cidades sustentáveis. Estratégias como a modernização da frota, a expansão de corredores exclusivos, a integração entre modais e o incentivo ao uso de tecnologias limpas são essenciais para garantir um sistema de transporte eficiente, acessível e ambientalmente responsável, incentivando o uso de transporte coletivo no lugar de veículos particulares poluentes. A participação do Poder Público nesse contexto se faz imprescindível para incentivar e garantir uma transição para um sistema de transporte coletivo mais sustentável.

O debate desenvolvido neste trabalho reforça que o fortalecimento dos Planos de Mobilidade Urbana, o financiamento público estável, a participação popular e a incorporação

dos princípios da sustentabilidade ambiental devem constituir a base de uma nova agenda de mobilidade para as cidades nordestinas. Essa agenda deve ser guiada por critérios de equidade, integridade ecológica, eficiência econômica e governabilidade democrática, como apontam os estudos de Seabra et al. (2013).

A crise, longe de ser um obstáculo intransponível, pode ser uma oportunidade para reorientar o planejamento urbano em direção a um modelo adaptativo, resiliente e ambientalmente responsável. Nas metrópoles do Nordeste, onde as pressões territoriais, sociais e climáticas se sobrepõem, esse desafio é ainda mais urgente e exige uma atuação articulada entre os diferentes níveis de governo, a academia, os movimentos sociais e os gestores públicos.

Contribuir para essa transformação implica não apenas em apontar as deficiências do modelo atual, mas em reivindicar uma outra cidade possível: mais justa, mais acessível, mais humana e mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- BARCZAK, Rafael; DUARTE, Fábio. **Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 4, n. 1, p. 13–32, jan./jun. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/ZXSBgx6QxMwtB7rhHDtLkC/>>. Acesso em: 04 maio 2025.
- CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro; PEREIRA, Rafael Henrique Moraes. **Efeitos da variação da tarifa e da renda da população sobre a demanda de transporte público coletivo urbano no Brasil**. Brasília: Ipea, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- CASTRO, Alessandra. **Após anúncio de aumento, vereadores aprovam subsídio para empresas de ônibus em R\$ 90 milhões anual**. Diário do Nordeste, Fortaleza, 8 mar. 2023. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/pontopoder/apos-anuncio-de-aumento-veredores-aprovam-subsidio-para-empresas-de-onibus-em-r-90-milhoes-anual-1.3343904>>. Acesso em: 10 maio 2025.
- COSTA, Tais Barreto. **Integração bicicleta – transporte público: barreiras e oportunidades para a acessibilidade da população de baixa renda em Fortaleza**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- DIÁRIO DO NORDESTE. **Desafios e soluções para a mobilidade urbana em Fortaleza**. 2025. Disponível em:

<<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opiniaio/colaboradores/desafios-e-solucoes-para-a-mobilidade-urbana-em-fortaleza-1.3609874>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FORTALEZA (Município). **Projeto de Lei nº 30/2024: autoriza o Chefe do Poder Executivo a conceder subsídio ao serviço de transporte público coletivo regular e complementar de passageiros executado sob regime de concessão no Município de Fortaleza.** Fortaleza: Câmara Municipal, 2024. Disponível em:

<<https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2024/91645/pl00302024.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2025.

G1. Em um ano, quase metade das linhas de ônibus no Grande Recife tem frota reduzida. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/pe/peernambuco/noticia/2023/11/28/em-um-ano-quase-metade-das-linhas-de-onibus-no-grande-recife-tem-frota-reduzida.ghml>>. Acesso em: 28 jan. 2025.

G1. Mar vai “engolir” Recife? Entenda por que cidade é a capital brasileira mais ameaçada pelas mudanças climáticas. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/pe/peernambuco/noticia/2021/10/13/entenda-por-que-recife-e-a-capital-brasileira-mais-amecada-pelas-mudancas-climaticas.ghml>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (Ipea). **Mobilidade urbana no Brasil.** In: Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. Brasília: Ipea, 2010. p. 549-592. Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

LORENZETTI, Maria Sílvia Barros. **Mobilidade urbana.** Brasília: Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2015. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/fiquePorDentro/temas/mobilidade-urbana-fev-2016/texto-base-da-conle>>. Acesso em: 01 maio 2025.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS.

Passe Livre Estudantil aumenta em 18% estudantes no transporte público de Fortaleza.

2024. Disponível em:

<<https://www.ntu.org.br/novo/NoticiaCompleta.aspx?idArea=10&idNoticia=1773>>. Acesso em: 10 maio 2025.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS.

Transporte público precisa de socorro financeiro e reestruturação. 2021. Disponível em:

<<https://www.ntu.org.br/novo/NoticiaCompleta.aspx?idArea=10&idNoticia=1506>>. Acesso em: 10 maio 2025.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Metrópoles regionais do Nordeste Salvador, Recife e Fortaleza.** Disponível em:

<<https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/metropoles-regionais-do-nordeste-salvador-recife-e-fortaleza/>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ORÇAMENTO de **R\$205 milhões para conter crise no transporte é aprovado pela Câmara de Salvador.** Disponível em: <<https://aratuon.com.br/cidade/transporte-camara-subsidio>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

PAINEL CNT de **Mobilidade da População Urbana**. Disponível em:

<<https://www.cnt.org.br/painel-cnt-mobilidade-populacao-urbana>>. Acesso em: 14 fev. 2025.

PELEGI, Alexandre. **Fortaleza (CE) aprova subsídio de R\$ 250 milhões para transporte público em 2025**. Diário do Transporte, São Paulo, 20 nov. 2024. Disponível em:

<<https://diariodotransporte.com.br/2024/11/20/fortaleza-ce-aprova-subsidio-de-r-250-milhoes-para-transporte-publico-em-2025/>>. Acesso em: 10 maio 2025.

PEREIRA, Rafael H. M.; VIEIRA, João Pedro Bazzo. **Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil III: o uso da mobilidade ativa**. Brasília, DF: Ipea, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14341/1/TD_3024_web.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PINTO, Layla Danielle Araújo. **A relação entre o planejamento urbano e a ética ambiental: o Estatuto da Cidade e a Política Nacional de Mobilidade Urbana sob a ótica do meio ambiente**. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em:

<<https://ri.ufs.br/handle/riufs/10940>>. Acesso em: 03 maio 2025.

RODRIGUES, Luciano. **Passe livre estudantil em Fortaleza reduz em pelo menos 5% despesas de famílias de baixa renda**. Diário do Nordeste, Fortaleza, 18 nov. 2023. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/passe-livre-estudantil-em-fortaleza-reduz-em-pelo-menos-5-despesas-de-familias-de-baixa-renda>>.

Acesso em: 08 maio 2025.

UNICEF. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Brasília: Fundo das Nações Unidas para a Infância, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>>. Acesso em: 04 maio 2025.



EDITORIA IN VIVO



Instagram



Juntos Somos +