

CIÊNCIA

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

Geográfica

ANO XXVIII - VOL. XXVIII, Nº 2 - ENSINO - PESQUISA - MÉTODO - JANEIRO/DEZEMBRO - 2024

RECORTES DE GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL



 **Editora
Saraiva**


Programa de
Pós-graduação
em Geografia, Estatística e Planejamento do Território
UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

associação
dos geógrafos
brasileiros

Seção Bauru

CIÊNCIA Geográfica

Expediente

Revista **Ciência Geográfica**

Ensino - Pesquisa - Método

Ano XXVIII - Vol. XXVIII - N.º 2 - Janeiro/Dezembro de 2024

ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461

Publicação anual voltada ao ensino, à pesquisa e método em Geografia e áreas afins.

Órgão oficial de divulgação da

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS:

Presidente Nacional: Prof. Dr. **Charles da França Antunes**

Diretor Seção Local Bauru: Prof. Dr. **José Aparecido dos Santos**

Editores:

Álvaro José de Souza (*In Memoriam*), Cláudio Eduardo de Castro, Elian Alabi Lucci, José Misael Ferreira do Vale (*In Memoriam*), Lourenço Magnoni Júnior, Nilton de Araújo Júnior, Ruy Moreira e Wellington dos Santos Figueiredo.

Comitê Editorial:

Álvaro José de Souza (*In Memoriam*), Adnilson de Almeida Silva, André Luiz Nascentes Coelho, Andréa Aparecida Zacharias, Antônio Francisco Magnoni, Cláudio Eduardo de Castro, Cristiano Nunes Alves, Edson Belo Clemente de Souza, Elian Alabi Lucci, Elvis Christian Madureira Ramos, Flavio Gatti, Jorge Luis Paes de Oliveira Costa, José Mauro Palhares, José Misael Ferreira do Vale (*In Memoriam*), Lourenço Magnoni Júnior, Lucivânio Jatobá, Maria da Graça Mello Magnoni, Patrícia Helena Mirandola Garcia, Ruy Moreira e Wellington dos Santos Figueiredo.

Revisores:

José Mauro Palhares, Lourenço Magnoni Júnior, Maria da Graça Mello Magnoni e Wellington dos Santos Figueiredo.

Jornalista Responsável:

Antônio Francisco Magnoni - MTB - 19280

Conselho Editorial/Editorial Board:

Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói - RJ) - Editor-chefe

Membros/Members:

Prof.ª. Dr.ª. Adriana Dorfman (UFRGS/Porto Alegres - RS - Brasil)
Dr.ª. Alineaurea Florentino Silva (Embrapa Semiárido/Petrolina - PE - Brasil)
Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho (UFES/Vitória - ES - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Andréa Aparecida Zacharias (UNESP/Ourinhos - SP - Brasil)
Prof. Dr. Antônio Francisco Magnoni (UNESP/Bauru - SP - Brasil)
Prof. Dr. Cláudio Eduardo de Castro (UEMA/São Luís - MA - Brasil)
Prof. Dr. Cláudio Artur Mungói (Universidade Eduardo Mondlane/Maputo - Moçambique)
Prof. Dr. Cristiano Nunes Alves (UEMA/São Luís - MA - Brasil)
Prof. Dr. Edson Belo Clemente de Souza (UEPG/Ponta Grossa - PR - Brasil)
Prof. Dr. Elvis Christian Madureira Ramos (UFMS/Corumbá - MS - Brasil)
Prof. Dr. Genylton Odilon Rego da Rocha (UFPA/Belém - PA - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Juí - RS - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Izabel Castanha Gil (Centro Universitário de Adamantina/Adamantina - SP - Brasil)
Prof. Dr. Jorge Olcina Cantos (Associação Espanhola de Geografía - AGE/Universidade de Alicante - UA/Alicante - Espanha)
Prof. Dr. José Mauro Palhares (UNIFAP/Oiapoque - AP - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Lana de Souza Cavalcanti (UFGO/Goiânia - GO - Brasil)
Prof. Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza/Lins - SP - Brasil)
Prof. Dr. Luciano Fernandes Lourenço (Universidade de Coimbra - Portugal)
Prof. Dr. Lucivânio Jatobá (UFPE/Recife - PE - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru - SP - Brasil)
Prof. Dr. Nelson Rego (UFRGS/Porto Alegre - RS - Brasil)
Prof.ª. Dr.ª. Patrícia Helena Mirandola Garcia (UFMS/Três Lagoas - MS - Brasil)
Prof. Dr. Roberto Serrano-Notivolí (Associação Espanhola de Geografía - AGE/Universidade Autónoma de Madrid - UAM/Madrid - Espanha)
Prof.ª. Dr.ª. Sílvia Aparecida de Sousa Fernandes (UNESP/Marília - SP - Brasil)
Prof. Dr. Túlio Barbosa (UFU/Uberlândia - MG - Brasil)
Prof. Dr. Zeno Soares Crocetti (UNILA/Foz do Iguaçu - PR - Brasil)

POLÍTICA E OBJETIVOS DA REVISTA CIÊNCIA GEOGRÁFICA

A Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA - Ensino, Pesquisa e Método é uma publicação eletrônica editada pela Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), Seção Bauru - SP com a finalidade de divulgar a atuação profissional e intelectual de geógrafos, professores de Geografia da Educação Básica e Superior, estudantes de Pós-Graduação em Geografia e de Ciências afins. Dentre seus objetivos estão:

- 1 - Estimular a produção técnico-científica e didático-pedagógica dos sócios da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru - SP e de pesquisadores da Geografia Brasileira ou de ciências afins;
- 2 - Divulgar as ciências brasileiras no plano internacional e evidenciar as ciências mundiais ao conhecimento nacional;
- 3 - Promover a difusão e a popularização da Ciência e Tecnologia no âmbito da Geografia ou de Ciências afins;
- 4 - Estabelecer, em caráter permanente, articulações orgânicas entre a pesquisa universitária de Geografia e Ciências afins com as salas de aula dos Sistemas de Ensino Fundamental, Médio, Técnico e Superior.

As edições online da Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA estão abertas para publicar todas as tendências acadêmicas e científicas críticas que estão em pauta na Geografia e nas diversas Áreas de Conhecimento da Educação Escolar Brasileira contemporânea. O objetivo central da Revista Eletrônica da AGB/Seção Bauru - SP é ampliar o alcance das Pesquisas e do Ensino de Geografia e suas Ciências conexas. As páginas online estão disponíveis para divulgar todas as ações que aproximem a Ciência Geográfica brasileira dos cidadãos que desejam a construção de um mundo mais justo, solidário, democrático e participativo.

Indexada em / Indexed in / Abstract in:

IBICIT (ISSN Online: 2675-5122 • ISSN-L: 1413-7461), Latindex, Diadorim, Gloogle Acadêmico, LivRe e DOI (*Digital Object Identifier*).

ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP

CNPJ N.º 00.407.524/0001-00

Rua Pedro Oliveira Tavares, 2-148 - Jardim Colonial - Bauru - SP - CEP 17047-595

Fone: (14) 99711-1450

E-mail: agb@agbbauru.org.br

Site: <https://www.agbbauru.org.br>

Normatização bibliográfica: Nilton de Araújo Júnior

Edição: Nilton de Araújo Júnior (CNPJ 49.135.556/0001-84)

Imagem da Capa: CIGEPAM (Congresso Internacional de Geologia da Paisagem e Planejamento Ambiental-UFC-2023)

Editora Saraiva

Av. Antártica, 92 - Barra Funda

São Paulo - SP - 01141-061

Fone: (11) 4003-3061

E-mail: centralderelacionamento@somoseducao.com.br

www.edocente.com.br

*** As opiniões expressadas pelos autores são de sua inteira responsabilidade.**



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR. Direitos para esta edição foram cedidos pelos autores e organizador. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida ou compartilhada, desde que se lhe atribua o devido crédito pela criação original. Obra sem fins lucrativos e com distribuição gratuita. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial da Revista Ciência Geográfica.

Ficha catalográfica elaborada por:

DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - Botucatu

Ciência Geográfica - Ensino - Pesquisa - Método

(Seção Bauru / Associação dos Geógrafos Brasileiros / Editora Saraiva) - Bauru / São Paulo - SP

Ano I - n.º 1 (1995)

Ano XXVIII. Vol. XXVIII - N.º 2 - Janeiro-Dezembro/2024

Anual

ISSN Online: 2675-5122 - ISSN-L: 1413-7461

1. Geografia - Periódicos - Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Bauru / Editora Saraiva

CIÊNCIA

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

Geográfica

ANO XXVIII - VOL. XXVIII, Nº 2 - ENSINO - PESQUISA - MÉTODO - JANEIRO/DEZEMBRO - 2024

Geographic Science Journal

YEAR XXVIII - VOL. XXVIII, # 2 - TEACHING - RESEARCH - METHOD - JANUARY/DECEMBER - 2024

Revista Ciencia Geografica

AÑO XXVIII - VOL. XXVIII, # 2 - DOCENCIA - INVESTIGACIÓN - MÉTODO - ENERO/DICIEMBRE - 2024

Sumário - Index - Índice

Carta ao Leitor / Letter to the Reader / Carta al Lector	282
--	-----

Artigos - Articles - Artículos

Artigos com o tema relacionado ao I CIGEPAM

Análise da suscetibilidade à desertificação do município de Pentecoste-CE	288
Analysis of susceptibility to desertification in the municipality of Pentecoste-CE Análisis de susceptibilidad a la desertificación en el municipio de Pentecoste-CE <i>Nagila Fernanda Furtado Teixeira • Pedro Edson Face Moura • Iana Bárbara Oliveira Viana Lima</i>	
Índices de vegetação como instrumento de análise da distribuição vegetal na paisagem do Parque Natural Municipal do Gericoí, Nilópolis - RJ	303
Vegetation indices as an instrument for analyzing plant distribution in the landscape of the Gericoí Municipal Natural Park, Nilópolis – RJ Índices de vegetación como instrumento de análisis de la distribución vegetal en el paisaje del Parque Natural Municipal do Gericoí, Nilópolis - RJ <i>Ayrton Durães Manso • Marco Aurélio Passos Louzada</i>	
Planos e programas de prevenção e mitigação de impactos socioambientais: uma análise dos empreendimentos de energia eólica do Rio Grande do Norte – Brasil, entre 2010 e 2023	314
Plans and programs for the prevention and mitigation of socio environmental impacts: an analysis of two wind energy projects in Rio Grande do Norte – Brazil, between 2010 and 2023 Planes y programas de prevención y mitigación de impactos socioambientales: un análisis de los proyectos de energía eólica en Rio Grande do Norte – Brasil, entre 2010 y 2023 <i>Talles Rodrigo Barbosa de Aquino • Francisco das Chagas Silveira Souza • Ana Paula Perlin</i>	
Análise espacial dos sinistros de trânsito na área urbana da cidade de Porto Velho-RO, no período de 2018 a 2021, com uso do Sistema de Informação Geográfica-SIG	325
Spatial analysis of traffic accidents in the urban area of the city of Porto Velho-RO, in the period from 2018 to 2021, using the Geographic Information System-GIS Análisis espacial de accidentes de tráfico en el área urbana de la ciudad de Porto Velho-RO, de 2018 a 2021, utilizando el Sistema de Información Geográfica-SIG <i>Alcione Gomes Botelho • Siane Cristhina Pedrosa Guimarães</i>	
A suscetibilidade à erosão como foco de análise: o caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paraíso, Caiapônia-GO	334
Erosion susceptibility as a focus of analysis: the case of the Ribeirão Paraíso Watershed, Caiapônia-GO La susceptibilidad a la erosión como foco de análisis: el caso de la Cuenca de Ribeirão Paraíso, Caiapônia-GO <i>Kássio Samay Ribeiro Tavares • Isabelle Salazar Vieira Alves • Samuel de Oliveira Mendes</i>	
Caracterização geossistêmica dos distritos de Mocambo e Caburi, Parintins-AM com uso de sensoriamento remoto	349
Geosystemic characterization of the Mocambo and Caburi districts, Parintins-AM using remote sensing Caracterización geosistémica de los distritos de Mocambo y Caburi, Parintins-AM mediante teledetección <i>João D’Anuzio Menezes de Azevedo Filho • Deysson Moutinho da Gama</i>	
Capacidade de produção de água da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, sul da Bahia	361
Water production capacity of the Salgado River Basin, southern Bahia Capacidad de producción de agua de la Cuenca del Río Salgado, sur de Bahia <i>Danusa Oliveira Campos • Katrine Conceição dos Santos</i>	
Espaço, território e paisagem na análise da gestão dos resíduos sólidos urbanos	371
Space, territory and landscape in the analysis of urban solid waste management Espacio, territorio y paisaje en el análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos <i>Altamar Amaral Rocha • Sídney Rocha Matos • Meirilane Rodrigues Maia</i>	
Avaliação do estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju/SE, Brasil	382
Assessment of the environmental state of the coastal landscape of Aracaju/SE, Brazil Evaluación del estado ambiental del paisaje costero de Aracaju/SE, Brasil <i>Luana Santos Oliveira Mota • Geisedrielly Castro dos Santos</i>	
O papel do licenciamento ambiental na concretização das políticas ambientais no estado do Ceará	396
The role of environmental licensing in the achievement of environmental policies in the state of Ceará El papel de la licencia ambiental en la implementación de políticas ambientales en el estado de Ceará <i>Antônia Conceição Cavalcante Oliveira • Beatriz Carvalho Lima Silva • Josafá Melo Nogueira • Victor Barreto Cavalcante</i>	
Diagnóstico da fragmentação florestal da bacia do rio Buranhém – extremo-sul da Bahia: métricas e conectividade da paisagem	407
Diagnosis of forest fragmentation in the Buranhém river basin – far-south Bahia: metrics and landscape connectivity Diagnóstico de la fragmentación forestal en la cuenca del río Buranhém – extremo sur de Bahía: métricas y conectividad del paisaje <i>Caroline de Morais Pinheiro • João Gabriel de Moraes Pinheiro</i>	
Fragmentação de habitat em remanescentes de Mata Atlântica no sul do Brasil: análise espacial baseada em métricas da paisagem	417
Habitat fragmentation in Atlantic Forest remnants in southern Brazil: spatial analysis based on landscape metrics. Fragmentación del hábitat en restos de Bosque Atlántico en el sur de Brasil: análisis espacial basado en métricas paisajeras <i>Juliana Gisele Gottschalk Petzinger • Márcia dos Santos Ramos Berreta</i>	
Os impactos socioambientais na região da Serra do Piriá, Viseu-PA sob o enfoque da geocologia das paisagens	432
Socio-environmental impacts of the Serra do Piriá region, Viseu-PA under the focus of landscape geocology Impactos socioambientales en la región Serra do Piriá, Viseu-PA bajo el foco de la geocología del paisaje <i>Wellington Pereira de Souza • Maria Rita Vidal</i>	

Levantamento e representatividade das unidades de conservação do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO	446
Survey and representation of conservation units of Araripe UNESCO Global Geopark	
Levantamiento y representatividad de las unidades de conservación del Araripe Geoparque Mundial UNESCO	
<i>Maria de Lourdes Carvalho Neta - Alessandro Ruan Silva de Souza</i>	
Uso e ocupação do solo sob à luz da geoeologia das paisagens: uma análise a partir do enfoque histórico antropogênico na Sub-bacia do rio Acará-mirim microrregião de Tomé - Açú/PA	462
Land use and occupation in the light of landscape geoeology: an analysis from a historical anthropogenic approach in the sub-basin of the Acará-mirim river Tomé-Açu microregion/PA	
Uso y ocupación del suelo a la luz de la geoeología del paisaje: un análisis basado en el enfoque antropogénico histórico en la subcuenca del río Acará-mirim - microrregión Tomé-Açu/PA	
<i>Amanda dos Santos Pastana - Henrique Gabriel Marques Moura - João Santos Nahum - Eder Mileno Silva de Paula</i>	

Artigos não relacionados ao I CIGEPAM

Recuperação de áreas degradadas por voçorocas: identificação das técnicas utilizadas no ano de 2023, a partir do Google Acadêmico	472
Recovery of areas degraded by gullies: identification of the techniques used in 2023, from Google Scholar	
Recuperación de áreas degradadas por voçorocas: identificación de las técnicas utilizadas en el año 2023, de Google Scholar	
<i>Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva - Antônio José Teixeira Guerra</i>	
A unidade de paisagem floresta amapaense: e a incidência de desmatamento de corte raso entre os anos de 2001 e 2020	487
The amapaense forest landscape unit: and the incident of clear-cut deforestation between the years of 2001 and 2020	
La unidad de paisaje forestal amapaense: y la incidencia de la deforestación claro entre los años 2001 y 2020	
<i>Tatiane Costa da Silva - Alexandre Luiz Rauber</i>	
Análise SWOT para ordenamento territorial no município de Prata do Piauí (PI), Brasil	501
SWOT analysis for territorial planning in the municipality of Prata do Piauí (PI), Brazil	
Análisis foda para la planificación territorial en el municipio de Prata do Piauí (PI), Brasil	
<i>Juliana Oliveira Araújo - Francisco Wellington de Araujo Sousa - José Germano Moura Ramos - Iracilde Maria de Moura Fé Lima</i>	
Dinâmica espacial e temporal dos focos de calor em Tartarugalzinho/AP no período de 2001 a 2022	518
Spatiotemporal dynamics of heat sources in Tartarugalzinho/AP from 2001 to 2022	
Dinámica espacial y temporal de puntos calientes en Tartarugalzinho/AP de 2001 a 2022	
<i>Jaqueline Homobono - José Mauro Palhares</i>	
As ações de políticas públicas de conservação ambiental na Zona Costeira Paraense: a aplicabilidade do ICMS verde	527
The actions of public policies for environmental conservation in the Paraense Coastal Zone: the applicability of the green ICMS	
Las acciones de políticas públicas para la conservación ambiental en la Zona Costera Paraense: la aplicabilidad del ICMS verde	
<i>Ellen Cristina do Monte Silva - Gilberto de Miranda Rocha</i>	

CARTA AO LEITOR

Os estudos ambientais têm contribuído cada vez mais para o avanço do conhecimento técnico-científico diante de uma sociedade em constante transformação. Pensar o meio ambiente significa entender as esferas social, político, econômica e ecológica com o objetivo de elucidar direcionadores que tragam a harmonia entre essas esferas.

As transformações humanas sobre a superfície da Terra têm mudado de forma significativa sistemas naturais inteiros, seja através do desmatamento que abre caminho para agricultura intensiva, ou degradando os solos e trazendo conseqüente erosão impactando as bacias hidrográficas; perda da biodiversidade em razão de diversos impactos seja pela caça, sobrepesca, ou introdução de espécies exóticas; a poluição ambiental tem causado profundas alterações sobre os recursos naturais afetando negativamente a vida do próprio ser humano.

Estamos diante de uma era em que as materialidades humanas, frutos dessas transformações, desafiam os objetivos do desenvolvimento sustentável. Os sistemas urbanos também se apresentam como cenários de diferentes impactos sociais e econômicos expressos, por desigualdades, injustiças sociais, na ineficácia das políticas públicas que deveriam garantir o acesso democrático aos serviços, destacando-se a ausência de infraestrutura de saneamento básico, comprometendo assim, a saúde pública. Face às questões supracitadas, cabe a Ciência Geográfica contribuir para os estudos em planejamento ambiental que discutem questões ambientais.

Atualmente, a Ciência Geográfica conta com diversos enfoques teórico-metodológicos, dentre elas a Geoecologia da Paisagem, que tem como objetivo investigar problemáticas ambientais em diferentes escalas, considerando a interação de diferentes geossistemas, e com o propósito de desenhar modelos de planejamento e gestão ambiental.

Esforços conjuntos entre professores, pesquisadores e alunos nas esferas multi e interdisciplinar convergiram para a realização do I Congresso de Geoecologia das Paisagens

e Planejamento Ambiental (CIGEPPAM). Tais ações são resultados de profissionais e alunos em divulgar pesquisas relacionadas à abordagem metodológica da Geoecologia das Paisagens, planejamento e gestão ambiental, contribuindo assim, para a estudos aplicados em Geografia. O evento ocorreu no mês de maio de 2024, com sede em Fortaleza e no formato on-line.

A edição nº 2/2024 da Revista Ciência Geográfica contempla trabalhos que foram submetidos ao I CIGEPPAM. As pesquisas versam sobre diagnósticos, análises ambientais e aspectos geoecológicos. Os trabalhos destacam a contribuição aos estudos em Geografia aplicada aprimorando cada vez a difusão da ciência para a sociedade e foi organizada pelos seguintes profissionais: Edson Vicente da Silva, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Maria Rita Vidal e Camila Esmeraldo Bezerra.

A Comissão Científica do I CIGEPPAM foi composta pelos seguintes profissionais: Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Antonio Cezar Leal, Antônio Jeovah de Andrade Meireles, Arkley Marques Bandeira, Arturo Rúa de Cabo, Camila Esmeraldo Bezerra, Edson Vicente da Sila, Fábio de Oliveira Matos, Felipe Benjamín Carrera Villacrés, Jesica Wendy Beltrán Chasqui, Juliana Felipe Farias, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Karla Maria Silva de Faria, Leonardo Silva Soares, Maria Rita Vidal, Mario Burgui Burgui, Raimundo Lenilde de Araujo, Raúl Sanches Vicens, Regina Célia de Oliveira, Rodrigo Guimarães de Carvalho, Vicentina Socorro da Anunciação e Wallason Farias de Souza.

Os Editores



LETTER TO THE READER

Environmental studies have increasingly contributed to the advancement of technical and scientific knowledge in the face of a society in constant transformation. Thinking about the environment means understanding the social, political, economic and ecological spheres with the aim of elucidating guidelines that bring harmony between these spheres.

Human transformations on the Earth's surface have significantly changed entire natural systems, whether through deforestation that paves the way for intensive agriculture, or by degrading soils and causing consequent erosion impacting watersheds; loss of biodiversity due to various impacts, whether through hunting, overfishing, or the introduction of exotic species; environmental pollution has caused profound changes to natural resources, negatively affecting the lives of human beings themselves.

We are facing an era in which human materialities, the fruits of these transformations, challenge the objectives of sustainable development. Urban systems also present themselves as scenarios of different social and economic impacts expressed by inequalities, social injustices, and the ineffectiveness of public policies that should guarantee democratic access to services, especially the lack of basic sanitation infrastructure, thus compromising public health. In view of the aforementioned issues, Geographical Science must contribute to studies in environmental planning that discuss environmental issues.

Currently, Geographical Science has several theoretical and methodological approaches, among them Landscape Geoecology, which aims to investigate environmental problems at different scales, considering the interaction of different geosystems, and with the purpose of designing models for environmental planning and management.

Joint efforts between professors, researchers, and students in the multi and interdisciplinary spheres converged to hold the 1st Congress of Landscape Geoecology

and Environmental Planning (CIGEPPAM). These actions are the result of professionals and students disseminating research related to the methodological approach of Landscape Geoecology, planning, and environmental management, thus contributing to applied studies in Geography. The event took place in May 2024, with headquarters in Fortaleza and in an online format.

Issue No. 2/2024 of the Geographical Science Journal includes works that were submitted to the I CIGEPPAM. The research deals with diagnostics, environmental analyses and geoecological aspects. The works highlight the contribution to studies in applied Geography, increasingly improving the dissemination of science to society and was organized by the following professionals: Edson Vicente da Silva, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Maria Rita Vidal and Camila Esmeraldo Bezerra.

The Scientific Committee of the I CIGEPPAM was composed of the following professionals: Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Antonio Cezar Leal, Antônio Jeovah de Andrade Meireles, Arkley Marques Bandeira, Arturo Rúa de Cabo, Camila Esmeraldo Bezerra, Edson Vicente da Sila, Fábio de Oliveira Matos, Felipe Benjamín Carrera Villacrés, Jesica Wendy Beltrán Chasqui, Juliana Felipe Farias, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Karla Maria Silva de Faria, Leonardo Silva Soares, Maria Rita Vidal, Mario Burgui Burgui, Raimundo Lenilde de Araujo, Raúl Sanches Vicens, Regina Célia de Oliveira, Rodrigo Guimarães de Carvalho, Vicentina Socorro da Anunciação e Wallason Farias de Souza.

The Editors

CARTA AL LECTOR

Los estudios ambientales han contribuido cada vez más al avance del conocimiento técnico-científico frente a una sociedad en constante transformación. Pensar el medio ambiente significa comprender las esferas social, política, económica y ecológica con el objetivo de dilucidar pautas que armonicen entre sí.

Las transformaciones humanas en la superficie de la Tierra han cambiado significativamente sistemas naturales enteros, ya sea a través de la deforestación que allana el camino para la agricultura intensiva, o de la degradación de los suelos y la consiguiente erosión que afecta a las cuencas fluviales; pérdida de biodiversidad por diversos impactos, ya sea por caza, sobrepesca o introducción de especies exóticas; La contaminación ambiental ha provocado profundos cambios en los recursos naturales, afectando negativamente la vida humana.

Estamos ante una era en la que las materialidades humanas, frutos de estas transformaciones, desafían los objetivos del desarrollo sostenible. Los sistemas urbanos también se presentan como escenarios de diferentes impactos sociales y económicos expresados, a través de desigualdades, injusticias sociales, en la ineficacia de políticas públicas que deberían garantizar el acceso democrático a los servicios, evidenciando la ausencia de infraestructura básica de saneamiento, comprometiendo así la salud pública. En vista de las cuestiones antes mencionadas, corresponde a la Ciencia Geográfica contribuir a los estudios de planificación ambiental que aborden cuestiones ambientales.

Actualmente, la Ciencia Geográfica cuenta con varios enfoques teórico-metodológicos, entre ellos la Geoecología del Paisaje, que tiene como objetivo investigar problemas ambientales a diferentes escalas, considerando la interacción de diferentes geosistemas, y con el propósito de diseñar modelos de planificación y gestión ambiental.

Esfuerzos conjuntos entre docentes, investigadores y estudiantes en ámbitos multi e interdisciplinarios convergieron para realizar el I Congreso de Geoecología del Paisaje

y Ordenamiento Ambiental (CIGEPPAM). Tales acciones son resultado de profesionales y estudiantes que difunden investigaciones relacionadas con el enfoque metodológico de la Geoecología de Paisajes, la planificación y la gestión ambiental, contribuyendo así a los estudios aplicados en Geografía. El evento tuvo lugar en mayo de 2024, con sede en Fortaleza y en formato online.

La Revista Ciencia Geografica n° 2/2024 incluye trabajos presentados al I CIGEPPAM. La investigación aborda diagnósticos, análisis ambientales y aspectos geoecológicos. Los trabajos destacan el aporte a los estudios de Geografía aplicada, mejorando cada vez más la divulgación de la ciencia a la sociedad y fueron organizados por los siguientes profesionales: Edson Vicente da Silva, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Maria Rita Vidal and Camila Esmeraldo Bezerra.

El Comité Científico del I CIGEPPAM estuvo integrado por los siguientes profesionales: Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Antonio Cezar Leal, Antônio Jeovah de Andrade Meireles, Arkley Marques Bandeira, Arturo Rúa de Cabo, Camila Esmeraldo Bezerra, Edson Vicente da Sila, Fábio de Oliveira Matos, Felipe Benjamín Carrera Villacrés, Jesica Wendy Beltrán Chasqui, Juliana Felipe Farias, Jurandir Rodrigues de Mendonça Júnior, Karla Maria Silva de Faria, Leonardo Silva Soares, Maria Rita Vidal, Mario Burgui Burgui, Raimundo Lenilde de Araujo, Raúl Sanches Vicens, Regina Célia de Oliveira, Rodrigo Guimarães de Carvalho, Vicentina Socorro da Anunciação y Wallason Farias de Souza.

Los editores

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE-CE

ANALYSIS OF SUSCEPTIBILITY TO DESERTIFICATION IN THE MUNICIPALITY OF PENTECOSTE-CE

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A LA DESERTIFICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE PENTECOSTE-CE

Nagila Fernanda Furtado Teixeira¹

 0000-0003-2413-5543
fernandaf92@gmail.com

Pedro Edson Face Moura²

 0000-0003-3693-1280
pedroedson18@gmail.com

Iana Bárbara Oliveira Viana Lima³

 0000-0002-0351-7190
iana.barbara0@gmail.com

1 Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2413-5543>. E-mail: fernandaf92@gmail.com.

2 Doutor em Geografia, Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3693-1280>. E-mail: pedroedson18@gmail.com.

3 Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0351-7190>. E-mail: iana.barbara0@gmail.com.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro para a realização da presente pesquisa e pelo projeto CAPES/FUNCAP 88887.123947/2016-00-Sistemas Ambientais Costeiros e ocupação econômica do Nordeste, CAPES PRINT Proc 88887.3212019/2018-00-Integrated socio-environmental technologies and methods for territorial sustainability alternatives for local comities in thecontext of climatechange.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O presente trabalho objetiva realizar uma análise da suscetibilidade à desertificação do município de Pentecoste, a partir da aplicação de cinco indicadores geobiofísicos de desertificação: permoporosidade dos litotipos; declividade; espessura do solo; erosão do solo e cobertura da vegetação, baseados na metodologia de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) e Oliveira (2011). A pesquisa se dividiu em três etapas: levantamentos dos dados, diagnóstico e trabalhos de campo. Os resultados demonstram que o predomínio de relevos com topografia pouco acidentada, como no caso das unidades das planícies e depressão sertaneja, permite o desenvolvimento de práticas de uso e ocupação, como a expansão urbana, atividades agropecuárias e extrativistas. A associação de Luvisolos, Planossolos e Argissolos se enquadram como moderadamente rasos, apresentam limitações moderada a forte ao uso agrícola e estão relacionadas a ocorrência de processos erosivos na área de estudo. A degradação do solo é mais perceptível nas áreas de solo pouco espesso que tem seus horizontes removidos pela influência direta das ações antrópicas e exibem áreas de solo desnudo com presença de pedregosidade e pavimento detrítico. Destaca-se que o chão pedregoso comumente encontrado na Depressão Sertaneja de Pentecoste evidencia a remoção do material fino pela erosão expondo a perda de horizontes e as marcas nítidas de forte degradação e desertificação. A área também demonstra impactos ambientais, principalmente voltados ao desmatamento, queimadas e descaracterização da paisagem, ocasionados pela pressão antrópica sobre a vegetação de Pentecoste.

Palavras-chave: Diagnóstico. Semiárido. Degradação.

ABSTRACT: The present work aims to carry out an analysis of the susceptibility to desertification in the municipality of Pentecoste, based on the application of five geobiophysical indicators of desertification: permoporosity of lithotypes; slope; soil thickness; soil erosion and vegetation cover, based on the methodology of Oliveira, Semedo and Oliveira (2014) and Oliveira (2011). The research was divided into three stages: data collection, diagnosis and fieldwork. The results demonstrate that the predominance of reliefs with less rugged topography, as in the case of the plains and sertaneja depression units, allows the development of use and occupation practices, such as urban expansion, agricultural and extractive activities. The association of Luvisols, Planosols and Argisols are classified as moderately shallow, present moderate to strong limitations to agricultural use and are related to the occurrence of erosion processes in the study area. Soil degradation is most noticeable in areas with thin soil that have had their horizons removed by the direct influence of anthropogenic actions and exhibit areas of bare soil with the presence of rockiness and detrital pavement. It is noteworthy that the stony floor commonly found in the Pentecoste Sertaneja Depression shows the removal of fine material by erosion, exposing the loss of horizons and clear marks of strong degradation and desertification. The area also demonstrates environmental impacts, mainly related to deforestation, fires and disfigurement of the landscape, caused by human pressure on the vegetation of Pentecoste.

Keywords: Diagnosis. Semi-arid. Degradation.

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis de la susceptibilidad a la desertificación en el municipio de Pentecoste, basado en la aplicación de cinco indicadores geobiofísicos de desertificación: permoporosidad de litotipos; pendiente; espesor del suelo; erosión del suelo y cobertura vegetal, con base en la metodología de Oliveira, Semedo y Oliveira (2014) y Oliveira (2011). La investigación se dividió en tres etapas: recolección de datos, diagnóstico y trabajo de campo. Los resultados demuestran que el predominio de relieves con topografía menos accidentada, como es el caso de las unidades de llanura y depresión sertaneja, permite el desarrollo de prácticas de uso y ocupación, como la expansión urbana, actividades agrícolas y extractivas. La asociación de Luvisoles, Planosoles y Argisoles se clasifican como moderadamente someros, presentan limitaciones de moderadas a fuertes para el uso agrícola y están relacionados con la ocurrencia de procesos erosivos en el área de estudio. La degradación del suelo es más notoria en áreas con suelos delgados a los que se les han removido los horizontes por la influencia directa de la acción humana y exhiben áreas de suelo desnudo con presencia de rocosidad y pavimento detrítico. Es de destacar que el piso pedregoso comúnmente encontrado en la Depresión Pentecostés Sertaneja muestra la remoción de material fino por erosión, exponiendo la pérdida de horizontes y claras marcas de fuerte degradación y desertificación. El área también presenta impactos ambientales, principalmente relacionados con deforestación, incendios y desfiguración del paisaje, provocados por la presión humana sobre la vegetación de Pentecostés.

Palabras clave: Diagnóstico. Semi árido. Degradación.

INTRODUÇÃO

A região semiárida apresenta vocação agropastoril que aliada as características climáticas desfavoráveis e uso e ocupação inadequados aceleram e agravam a degradação ambiental, provocando descaracterização nas paisagens e graves consequências socioambientais. Segundo Nascimento (2013), os problemas ambientais como a redução da biodiversidade, a erosão dos solos, a diminuição espaço-temporal e quali-quantitativa das águas, bem como dos recursos do solo e da cobertura vegetal em uma determinada área demonstram sinais de profunda degradação ambiental que podem culminar com a desertificação.

Nessa perspectiva, a desertificação é um problema ambiental que se agrava através de fatores socioeconômicos nas áreas semiáridas, como o sistema de propriedade da terra, a racionalidades dos atores e agentes sociais envolvidos, a intensa pressão sobre os recursos naturais, a tecnologia inadequada, a carência de infraestrutura ambiental e social e a insuficiente integração regional (Nascimento, 2011).

O quadro socioeconômico do semiárido se caracteriza pelo desenvolvimento tardio, que não se adaptou as condições ambientais locais e promove mais as limitações do que as potencialidades, ocasionando graves desequilíbrios e problemas ambientais (Farias; Silva; Nascimento, 2015). Segundo Santos, Silva e Srinivasan (2007) a ocupação do semiárido brasileiro sempre se fundamentou na exploração excessiva, levando inclusive a exaustão de parte dos recursos naturais, bem como estando associada a uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação dos baixos índices socioeconômicos presentes na região.

No Brasil, o problema da desertificação atinge 1.482 municípios, onde vivem 31.663.671 pessoas, em uma superfície de 1.338.076 km². Os estados da Paraíba, Bahia e Ceará são os mais afetados pela problemática da desertificação. O Ceará concentra 136.328 km² de áreas suscetíveis à desertificação, estando delimitada mais expressivamente em três núcleos: Irauçuba com 9.706,42 km², no Sertão Norte; Jaguaribe, no Sertão do Médio Jaguaribe, com 8.422,77 km² e Tauá, no Sertão dos Inhamuns, com 8.303,46 km² (Brasil, 2004; Ceará, 2010).

Segundo a FUNCEME (2016) que cartografou as áreas susceptíveis à desertificação e as áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará, o município de Pentecoste, área de estudo do presente artigo, situa-se na área de entorno do Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte, é um município susceptível a desertificação e apresenta, na porção sul, áreas fortemente degradadas em processo de desertificação.

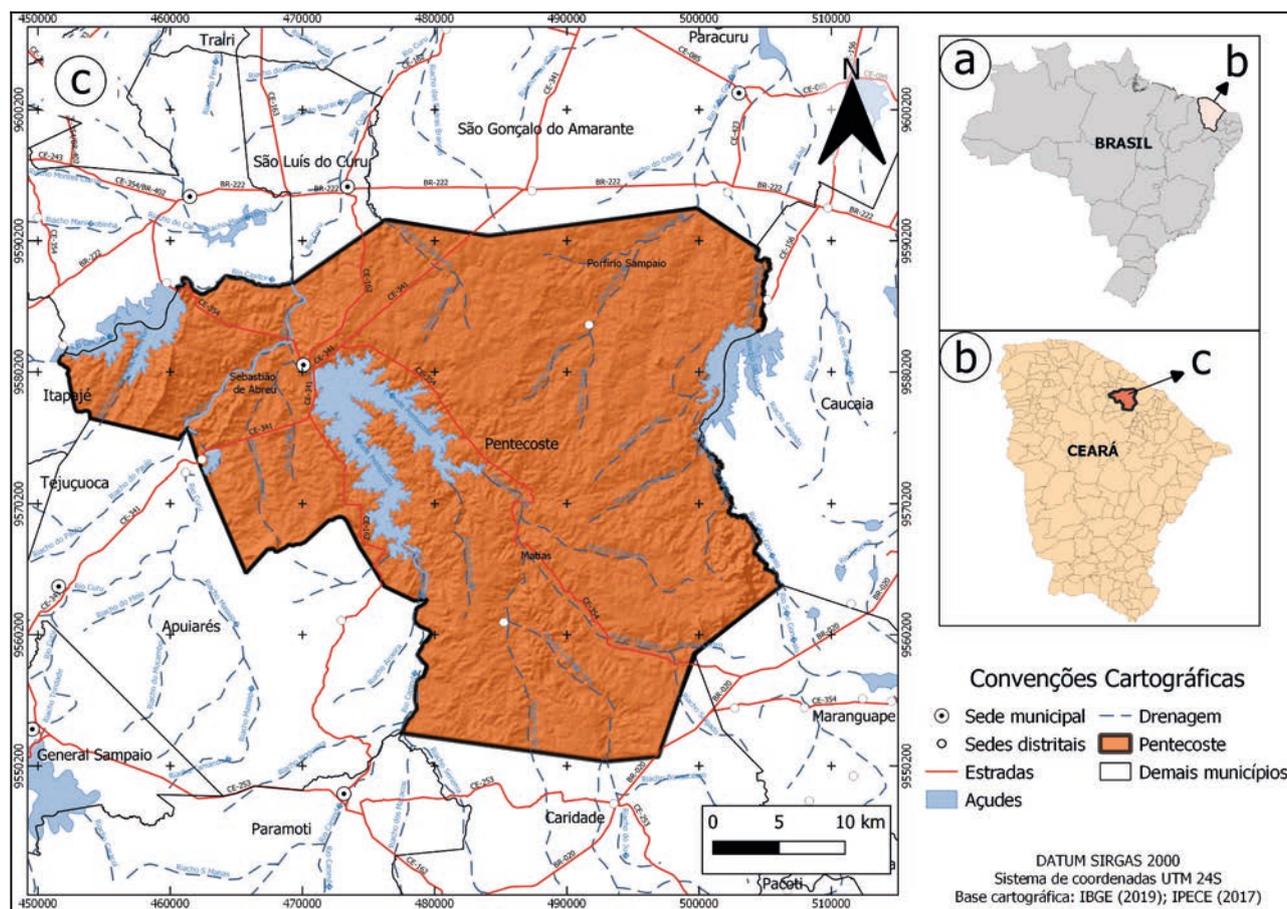
Nesse ínterim, destaca-se a necessidade de se conhecer adequadamente o meio ambiente e a dinâmica ambiental do semiárido a partir de um prisma mais próximo, o lócus investigativo, a fim de determinar os problemas e propor soluções compatíveis com a realidade e resiliência de cada ambiente, voltadas à convivência com o semiárido e o desenvolvimento sustentável.

O presente artigo objetiva realizar uma análise da suscetibilidade à desertificação do município de Pentecoste, a partir da aplicação de cinco indicadores geobiofísicos de desertificação: permoporosidade dos litotipos; declividade; espessura do solo; erosão do solo e cobertura da vegetação. Ademais, realizou-se também uma discussão sobre a degradação ambiental diagnosticada na área.

METODOLOGIA

Área de estudo

O município de Pentecoste se localiza no setor centro-norte do estado do Ceará e apresenta uma população de 37.813 habitantes, sendo 60,44% na zona urbana e 39,56% na zona rural. A economia, baseia-se predominantemente no setor primário e secundário, com empregos formais na indústria de transformação, comércio e serviços na zona urbana, bem como na zona rural destaca-se a agricultura de subsistência, de baixa produtividade, a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal, animal e mineral (Ceará, 2009; IBGE, 2022).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).
Figura 1. Localização do município de Pentecoste.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa se dividiu em três etapas: levantamentos dos dados, diagnóstico e trabalhos de campo. O levantamento das informações foi realizado por meio da consulta às bibliográficas e dos trabalhos de campo através de observação direta e conversas com os moradores das localidades, detalhados com o registro fotográfico e marcação de pontos no GPS.

Na fase de diagnóstico, inicialmente, realizou-se a divisão das unidades geológicas de Pentecoste a partir de critérios geomorfológico, pois sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais, individualizando os aspectos próprios de drenagem superficial, associações de solos e vegetação de cada unidade, assim como as formas de uso e ocupação dos solos. Cada unidades geológicas foi descrita quanto às características geoambientais; as formas de uso do solo, através das atividades econômicas e pluriatividades não agrícolas desenvolvidas; as limitações ambientais e potencialidades naturais.

Para o diagnóstico da degradação ambiental e avaliação da suscetibilidade à desertificação utilizou-se os Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) baseados na metodologia de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) e Oliveira (2011). A aplicação dos indicadores geobiofísicos objetiva analisar o processo de desertificação em uma perspectiva ambiental, ou seja, a inter-relação entre componentes naturais da paisagem, podendo auxiliar na identificação dos processos de perdas de capacidade produtiva da terra (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014).

Para esta pesquisa foram realizadas adaptações levando em consideração as características das unidades geológicas do município de Pentecoste e a disponibilidade de dados primários e secundários, assim foi selecionado os seguintes indicadores: permoporosidade dos litotipos; declividade; espessura do solo; erosão e cobertura da vegetação.

A avaliação de cada indicador foi executada segundo parâmetro qualitativo, subdividido em cinco classes, escalonadas em valores de referência de 1 a 5. Os valores mais próximos a 5 correspondem às melhores condições de conservação ambiental, enquanto os valores próximos a 1 apresentam condições de degradação dos recursos naturais (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014; Oliveira, 2011).

O indicador permoporosidade dos litotipos analisará a composição geológica presente na área de estudo e a capacidade de permeabilidade que favorece o armazenamento de água (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014). Esse indicador será investigado a partir dos dados bibliográficos com consulta detalhada das obras de Sousa (2000), CPRM

(2003), Vasconcelos e Gomes (2003), Hasui *et al.* (2012) e Brandão e Freitas (2014) e o mapa de geologia de Pentecoste, com a investigação das características das unidades geológicas presentes na área de estudo.

O indicador declividade do terreno impõe limitações a algumas atividades humanas, assim como pode interferir também nos processos de formação dos solos e no escoamento superficial. A declividade será avaliada pelos atributos das diferentes classes de declividade do município, aspecto de topografia disponíveis na EMBRAPA (2013), mapa de declividade e características do modelado do relevo presente em Pentecoste.

Os indicadores espessura e erosão analisam as características dos solos do município e determinaram os fatores limitantes dos diferentes usos desse recurso, principalmente quanto à suscetibilidade a erosão e o estado atual de uso do solo (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014). Esses indicadores foram investigados a partir dos dados bibliográficos acerca das classes de solo predominantes no município, com a consulta detalhada das obras de Jacomine, Almeida e Medeiros (1973), IBGE (2007), Pereira e Silva (2007) e EMBRAPA (2013), bem como o mapa de solo da área de estudo e os dados coletados nas pesquisas de campo em Pentecoste.

O indicador cobertura da vegetação investiga os aspectos fisionômicos das formações vegetacionais presentes na área de estudo e o seu recobrimento natural ou introduzido que demonstrará o atual estado de conservação da vegetação e o panorama da pressão das atividades antrópicas sobre esse recurso (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014; Oliveira, 2011). A avaliação da cobertura da vegetação foi realizada através da verificação dos dados bibliográficos, mapa de vegetação e observação nos trabalhos de campo.

A descrição dos indicadores, parâmetros e valores utilizados na pesquisa estão presentes no Quadro 1.

Quadro 1. Indicadores Geobiofísicos de Desertificação utilizados na pesquisa.

IGBD 1 - PERMOPOROSIDADE DOS LITOTIPOS		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Cobertura não coesas	-	5
Depósitos sedimentares aluviais/colúviais	-	4
Rochas sedimentares	-	3
Rochas metamórficas (Níveis distintos)	-	2
Rochas ígneas, granitos e granitos migmatizados	-	1
IGBD 2 - DECLIVIDADE		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Plano	0 – 3%	5
Suave ondulado	3 – 8%	4
Ondulado	8 – 15%	3
Forte ondulado	15 – 20%	2
Escarpado/montanhoso	>20%	1
IGBD 3 – ESPESSURA DO SOLO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Muito profundo	>200 cm	5
Profundo	100 – 200 cm	4
Moderadamente raso	50 – 100 cm	3
Raso	25 – 50 cm	2
Muito raso e com afloramentos	Sem solo < 25 cm	1
IGBD 4 – EROSÃO DO SOLO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Susceptibilidade baixa	-	5
Sulcos	Profundidade > 60 cm	4
Ravinas	Profundidade 60 - 100 cm	3
Ravinas profundas	Profundidade entre 100 - 200 cm	2
Voçorocas	> 200 cm	1
IGBD 5 – COBERTURA DA VEGETAÇÃO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Alta	> 75%	5
Média-Alta	54 – 75%	4
Média	32 – 53%	3
Média-Baixa	10 – 31%	2
Baixa	< 10%	1

Fonte: Adaptado de Oliveira; Semedo; Oliveira (2014); Oliveira (2011).

Para tabulação dos dados, cálculos da média e desvio padrão para cada uma das 6 unidades geológicas do município, utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 21. O grau de suscetibilidade à desertificação será verificado pela comparação dos índices de cada unidade geológica aos intervalos de suscetibilidade à desertificação elaborados por Oliveira (2011) classificados em 4 graus (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de suscetibilidade à desertificação.

SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO	INTERVALO
Muito Baixo	> 3,50
Baixo	3,01 – 3,50
Moderado	2,64 – 3,00
Alto	2,39 – 2,63

Fonte: Adaptado de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

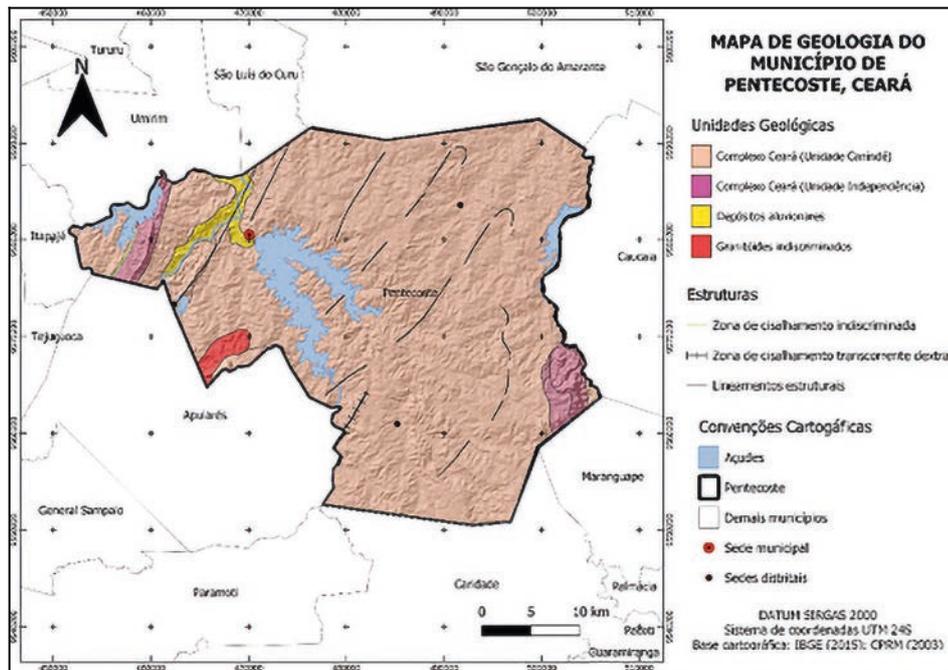
A suscetibilidade à desertificação do município de Pentecoste foi avaliado com a aplicação dos indicadores: permoporosidade dos litotipos (IGBD 1); declividade (IBGD 2); espessura do solo (IGBD 3); erosão do solo (IGBD 4) e cobertura da vegetação (IGBD 5) para cada uma das seis unidades geológicas: Depressão Sertaneja de Pentecoste; Planície Fluvial do Rio Curu; Planície Fluvial do Canindé; Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá; Conjunto de Pequenos Maciços da Serra Santa Luzia e Conjunto de Pequenos Maciços da Serrinha (Tabela 2).

Tabela 2. Indicadores Geobiofísicos de Desertificação do município de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	INDICADORES					ÍNDICE
	IGBD 1	IGBD 2	IGBD 3	IGBD 4	IGBD 5	
Depressão Sertaneja de Pentecoste	2	4	3	3	2	2,8
Planície Fluvial do Rio Curu	4	5	4	5	3	4,2
Planície Fluvial do Rio Canindé	4	5	4	5	3	4,2
Conjunto de Cristas da Serra Maracajá	2	2	1	4	3	2,4
Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia	2	2	2	4	4	2,8
Pequeno Maciço da Serrinha	2	2	2	4	4	2,8
Média (M)	2,66	3,33	2,66	4,16	3,16	–
Desvio Padrão (DP)	1,03	1,50	1,21	0,75	0,75	–

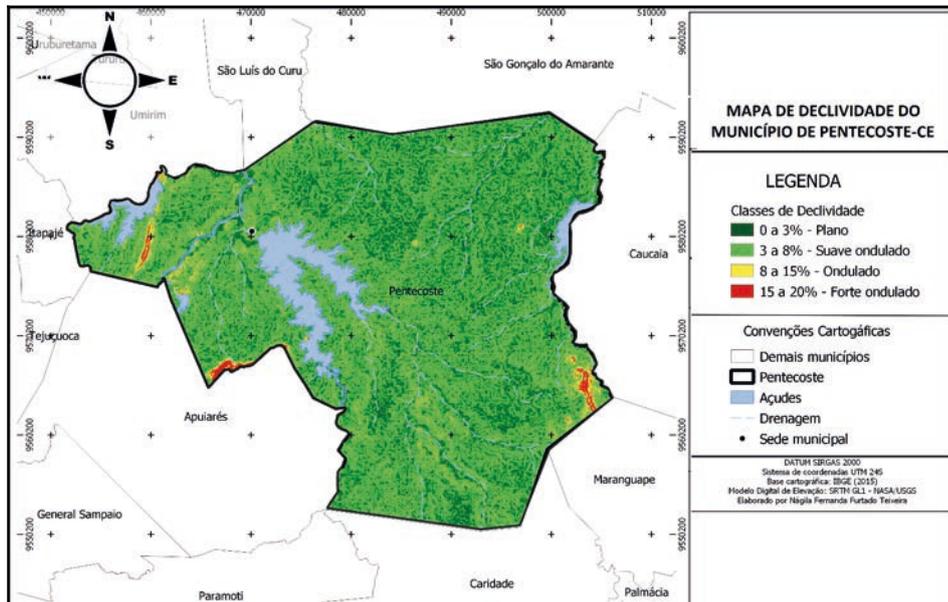
Fonte: Adaptado de Oliveira; Semedo; Oliveira (2014); Oliveira (2011).

O IGBD 1 que se refere a permeabilidade e porosidade dos litotipos, obteve média 2,66. O maior valor, 4, corresponde as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé, pois são depósitos aluviais formados por sedimentos que permitem o armazenamento da água. As demais 4 unidades geológicas de Pentecoste obtiveram o valor 2 por serem formadas por rochas metamórficas (Figura 2), com pouca tendência a permitir o acúmulo de água o que influencia diretamente na pouca disponibilidade de água subterrânea, no aumento do escoamento superficial e consequentemente os processos erosivos em áreas de declive acentuado.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).
Figura 2. Mapa geológico de Pentecoste.

O IGBD 2 que se refere a declividade obteve média 3,33. As classes de declividade (Figura 3) determinam as condições, comprimento de encostas e configuração superficial do terreno, fatores que configuram o modelado do relevo. O maior valor, 5, foi atribuído as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé por apresentarem declividade plana, 0 a 3%, onde os desnivelamentos são muito pequenos correspondendo as áreas mais estáveis, pois não sofrem com deslizamentos e apresentam de baixa a média susceptibilidade à erosão.



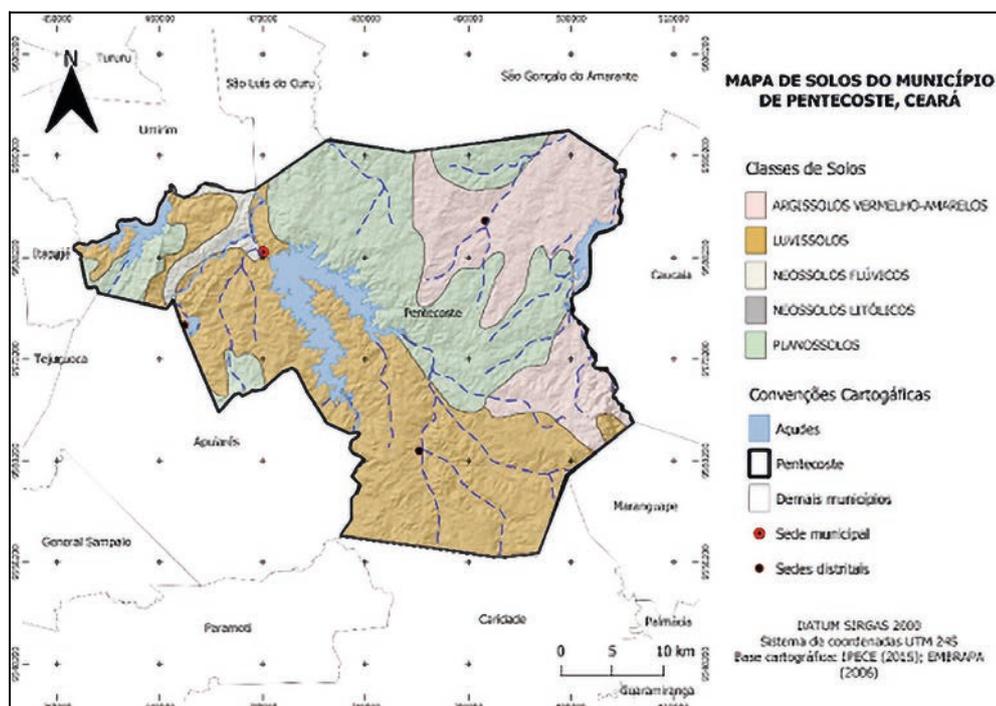
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).
Figura 3. Mapa de declividade de Pentecoste.

A Depressão Sertaneja de Pentecoste obteve valor 4, pois se enquadra como suave ondulada com declividade de 3 a 8%, correspondendo a superfície de topografia pouco movimentada e declives suaves por apresentar altitudes modesta, geralmente 90 metros e não ultrapassando os 200 metros. A topografia pouco acidentada, como no caso das unidades das planícies e depressão sertaneja, permite o desenvolvimento de práticas de uso e ocupação, como a expansão urbana, atividades agropecuárias e extrativistas.

O Conjunto de Cristas da Serra Maracajá, o Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e o Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 2, por se enquadrarem como forte ondulados, 15 a 20% de declividade. Essas unidades apresentam superfície de topografia movimentada, formada por morros com elevações de altitudes relativas acima de

255 metros e declives fortes se configurando em ambientes frágeis que somada a práticas inadequadas, como o desmatamento para o cultivo agrícola, acabam potencializando alterações no escoamento superficial e consequentemente nos processos erosivos.

O IGBD 3 refere-se a espessura dos solos presentes nas unidades geocológicas de Pentecoste e obteve média 2,66. O maior valor, 4, foi atribuído as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé por apresentarem os solos mais profundos (Figura 4), de 100 a 200 cm, representando as áreas mais propícias para a agricultura de subsistência e irrigada, pois são mais férteis e sujeitas a inundações frequentes no período das chuvas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 4. Mapa de classes de solos do município de Pentecoste.

O Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e o Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 2 por se enquadrarem como áreas de solo raso, entre 25 e 50 cm, composta por associações de Luvisolos e Planossolos com fortes limitações ao desenvolvimento de práticas agrícolas. O Conjunto de Cristas da Serra Maracajá recebeu o menor valor, 1, pois enquadra-se como área de solo muito raso com presença de afloramentos sendo formadas por rochas migmatíticas e quartzíticas e tendo fortes limitações ao uso agrícola.

A Depressão Sertaneja de Pentecoste, superfície aplainada e moderadamente dissecada, apresenta uma associação de Luvisolos, Planossolos e Argissolos que apresentam características próprias, mas se enquadram como moderadamente rasos, obtendo o valor 3. As áreas de Luvisolos e Planossolos apresentam limitações moderada a forte ao uso agrícola e comumente são encontradas associadas a pedregosidade, rochosidade e pavimento detrítico a nível de superfície.

Destaca-se que na Depressão Sertaneja de Pentecoste também são encontradas áreas de solos rasos e muito rasos que sofreram ação antrópica relacionada a exploração dos recursos naturais, principalmente solo e vegetação para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e extrativistas. A pouca profundidade dos solos não permite a formação de estratos arbóreos. Esses estratos, em contrapartida, não protegem o solo da ação do clima e da precipitação, o que ocasiona a potencialização da ação do intemperismo físico com alto potencial de erosividade sobre o solo.

O IGBD 4 que mede a erosão dos solos de Pentecoste obteve média 4,16. A erosão dos solos identificada no município de Pentecoste relaciona-se ao processo de erosão hídrica. Segundo Sá e Angelotti (2009), os processos erosivos são os indícios mais marcantes da desertificação no semiárido nordestino, produto da interferência antrópica nos solos desse ambiente, o que promove, também, uma série de processos negativos sobre a flora e a fauna silvestre.

O principal agente da erosão hídrica é a água que ao atingir o solo através das chuvas na superfície desagrega e permite o transporte de substâncias menores ou na subsuperfície afetando a massa de material inconsolidado. No primeiro caso, relaciona-se ao escoamento superficial gerando formas erosivas relacionadas aos fluxos de escoamento difuso e concentrado, principalmente a erosão em lençol (*sheet erosion*), ravinas (*rill erosion*) e voçorocas (*gully erosion*) (IBGE, 2007).

O escoamento superficial difuso é o processo erosivo mais atuante no semiárido, pois em episódios de chuva intensa e em curto período, promove o transporte de material de granulometria grosseira, como seixos e cascalho, gerando pavimentos detríticos. Esse processo pode ser agravado pelas características da geologia e do tipo de solo, bem como da ausência de cobertura vegetal e topografia (Corrêa, 2006).

De acordo com a FUNCEME (2015) o escoamento superficial difuso arrasta os detritos derivados da desagregação mecânica deixando o material grosseiro na periferia e carregando os clásticos finos para áreas mais distantes. Em áreas com declive topográfico mais acentuado a ação desses dois processos morfodinâmicos expõe o chão pedregoso na Depressão Sertaneja, marca nítida de degradação dos solos.

A vegetação é o principal responsável pela diminuição do escoamento superficial e perda de solo decorrente de processos erosivos, pois esta intercepta a chuva e protege o solo desde a sua copa até a serapilheira. A retirada da vegetação altera o equilíbrio natural, deixando a superfície do solo exposta aos agentes erosivos e interrompendo o aporte de restos vegetais ao solo. Assim, inicia-se a diminuição progressiva da matéria orgânica que provoca rápida deterioração da fertilidade e estrutura do solo seguida pela diminuição da infiltração e aumento do escoamento e consequente crescimento da erosão (Boluda; Carrasco; Oliveira, 2005).

O impacto das gotas de água da precipitação ao tocarem o solo desnudo provoca o “desmanche” de partículas do solo que afeta a capacidade de infiltração e consequentemente acumula água que escoar em nível de superfície carregando mais partículas e formando os sulcos de erosão e ravinas. Estes tendem, a evoluir com o agravamento do escoamento superficial gerando as voçorocas.

Em áreas com maior declividade esse processo é intensificado pela ação da gravidade e a camada superficial do solo, primeiros horizontes e mais férteis, podem ser carregados, ocasionando perda de nutrientes, elementos minerais e de fertilidade, tornam-se solos degradados (Souza, 2000; Guerra; Souza; Lustosa, 2012).

O aumento do desmatamento, da queimada, as chuvas concentradas e muitas vezes torrenciais típicas do semiárido bem como a maior declividade de algumas feições geoecológicas e os solos rasos provocam o aumento da erosão, formando ravinas de diferentes dimensões e deixando as rochas expostas, descaracterizando a paisagem sertaneja do município de Pentecoste.

Os Planossolos, Luvisolos e Argissolos são naturalmente susceptíveis à erosão por serem rasos e apresentarem grande concentração de silte e granulometrias facilmente carregadas pelo escoamento superficial em áreas com ausência de cobertura vegetal. É comum encontrar sinais perceptíveis de erosão laminar e em sulcos rasos provocado pelas formas de uso da terra para agricultura e pecuária na zona rural de Pentecoste. As unidades Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá, Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 4 por apresentarem predominância de sulcos de erosão com profundidades que não ultrapassavam os 60cm.

Segundo Guerra, Souza e Lustosa (2012) o processo de formação das ravinas inicia-se na saturação do solo e formação de poças de águas que rompem obstáculos e escoam superficialmente, sendo inicialmente difuso, sob a forma de um lençol (*sheeflow*) que evolui para uma ravina quando o fluxo de água passa a ser linear (*flowline*) e depois torna-se microrravinas (*microrills*) e posteriormente para microrravinas com cabeceiras (*headctus*). Simultaneamente a essa evolução, podem se estabelecer também bifurcações, através dos pontos de ruptura (*knickpoints*) das ravinas, criando uma rede de ravinas (*rill network*) no terreno.

As unidades Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé obtiveram o valor 5, por serem áreas planas, apresentarem os solos mais profundos e menos susceptíveis à erosão. A unidade com áreas mais perceptíveis de degradação, valor 3, através de marcas nítidas de erosão e ravinas de profundidades variadas, até 100 cm, é a Depressão Sertaneja de Pentecoste. As ravinas profundas são menos frequentes, mas são encontradas nas porções sul e sudeste do município.

A degradação do solo (Figura 5) é mais perceptível nas áreas de solo pouco espesso que tem seus horizontes removidos pela influência direta das ações antrópicas e exibem áreas de solo desnudo com presença de pedregosidade e pavimento detrítico. Destaca-se que o chão pedregoso comumente encontrado na Depressão Sertaneja de Pentecoste evidencia a remoção do material fino pela erosão expondo a perda de horizontes e as marcas nítidas de forte degradação e desertificação da área.

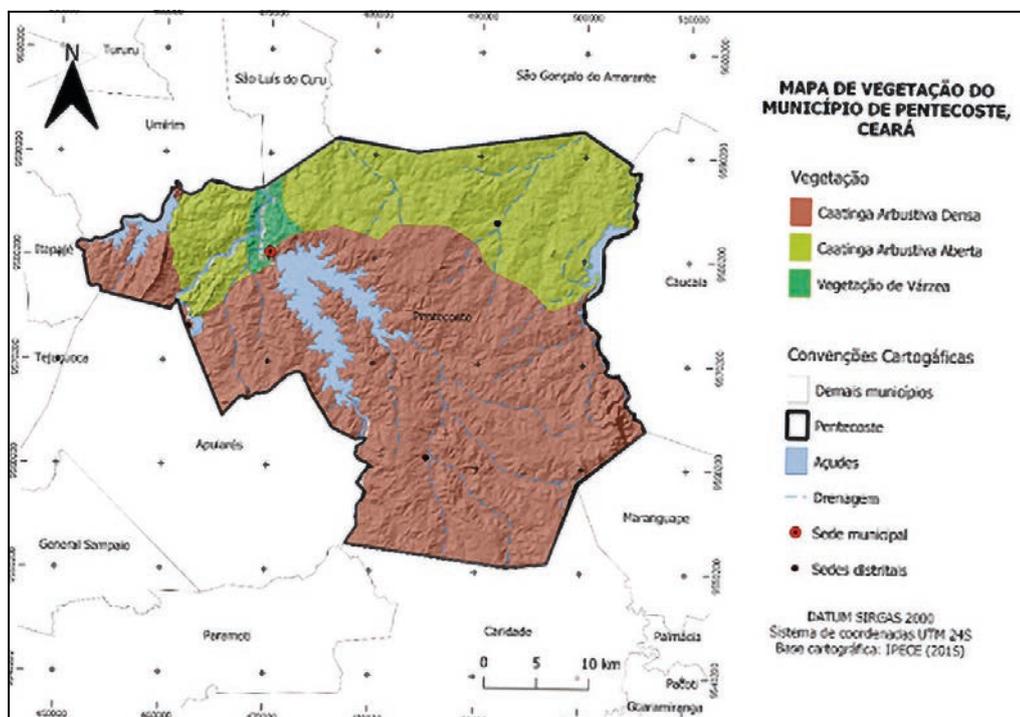


Fonte: Autores (2023).

Figura 5. Área fortemente degradada e compactada pela pecuária.

A pressão por superpastoreio impacta negativamente o solo e a vegetação de Pentecoste, conforme salienta Araújo, Almeida e Guerra (2010, p. 37) “o superpastoreio pode ser o fator principal na degradação ambiental, pois quando grandes rebanhos competem pelas mesmas pastagens eles podem ultrapassar a produtividade natural da área e remover a cobertura vegetal e compactar o solo, acelerando a erosão”.

O IGBD 5 refere-se a cobertura vegetal (Figura 6) presente nas unidades geocológicas de Pentecoste e obteve média 3,16. Esse índice variou de média-alta a média baixa, em que o maior valor, 4, que representa a maior cobertura vegetal no município está presente nas unidades: Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e Pequeno Maciço da Serrinha. Nessas áreas, a vegetação de caatinga arbustiva densa se encontra mais conservada embora também sofra pressão antrópica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Figura 6. Mapa de vegetação de Pentecoste.

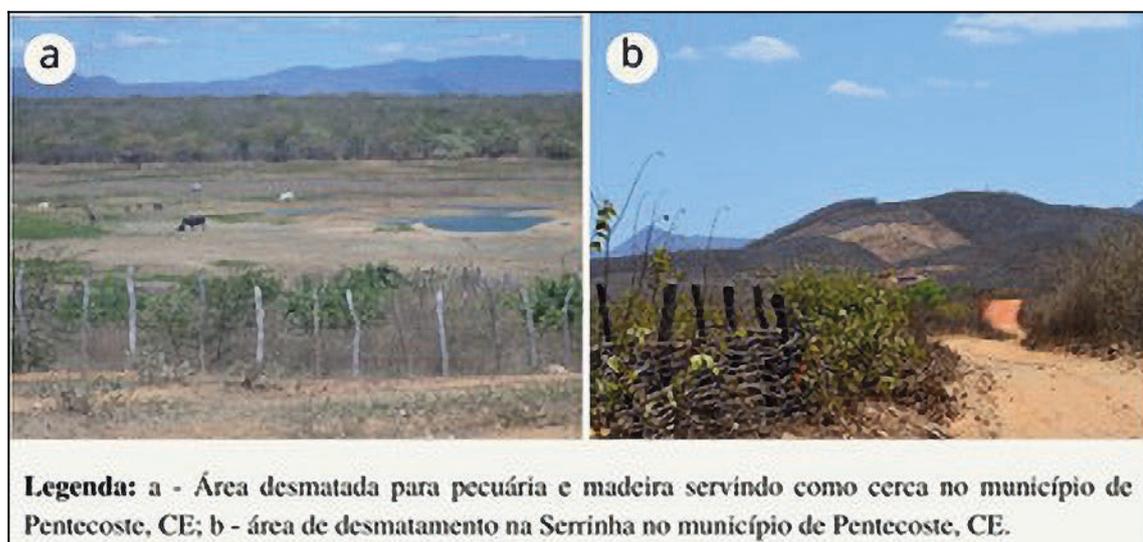
As unidades Planície Fluvial do Rio Curu, Planície Fluvial do Rio Canindé e Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá obtiveram o valor 3 por apresentarem média cobertura vegetal, principalmente devido a retirada da vegetação natural e preparo do solo para os cultivos de subsistências e culturas permanentes em áreas de irrigação.

A unidade Depressão Sertaneja de Pentecoste obteve o menor valor, 2, pois apresenta extensas áreas com pouca cobertura vegetal natural, principalmente na porção sul do município onde se concentram áreas de solo exposto utilizado para a pecuária. Destaca-se também a presença de pequenas áreas, na porção norte, com cobertura vegetal alta, o que indica a presença de caatinga arbustiva densa conservada.

A pressão sobre a vegetação tem provocado impactos ambientais principalmente voltados ao desmatamento, queimadas e descaracterização da paisagem. Silva e Ribeiro (2004) consideram o desmatamento e a queimada como as principais ações antrópicas que iniciam o processo de degradação ambiental. Essas práticas buscam atender as demandas humanas voltadas normalmente as atividades econômicas: agricultura, pecuária e extrativismo.

O que mais tem-se notado nos trabalhos de campo a Pentecoste são a retirada da vegetação de caatinga para a transformação da área em pastagem para o gado. Essa afirmação é confirmada pela FUNCEME (2015, p. 149) ao apresentar que no sertão cearense “ocorre uma contínua e progressiva conversão da vegetação natural por pastagens naturais onde se pratica um sobrepastoreio que tende a suprimir o estrato herbáceo”.

A vegetação é derrubada e removida (Figura 7), resultando em áreas desprotegidas e mais susceptíveis a erosão superficial. Em Pentecoste, essa técnica ocorre na depressão sertaneja, nas serras e nas margens das planícies fluviais, com a retirada da vegetação para o plantio de subsistência, principalmente milho, feijão e mandioca, a pecuária e a produção de carvão vegetal que compõe a matriz energética desse município.



Fonte: Autores (2023).

Figura 7. Desmatamento da vegetação natural em Pentecoste.

As áreas da Depressão Sertaneja, vem sofrendo, ao longo dos anos, sucessivos desmatamentos e queimadas para a introdução de atividades agropecuárias ou de exploração de madeira. O desmatamento generalizado e a retirada de lenha da caatinga acarretam, dentre outros problemas, a supressão da floresta original e na erosão acelerada dos solos (Brandão; Freitas, 2014; Nobrega Filho, 2009).

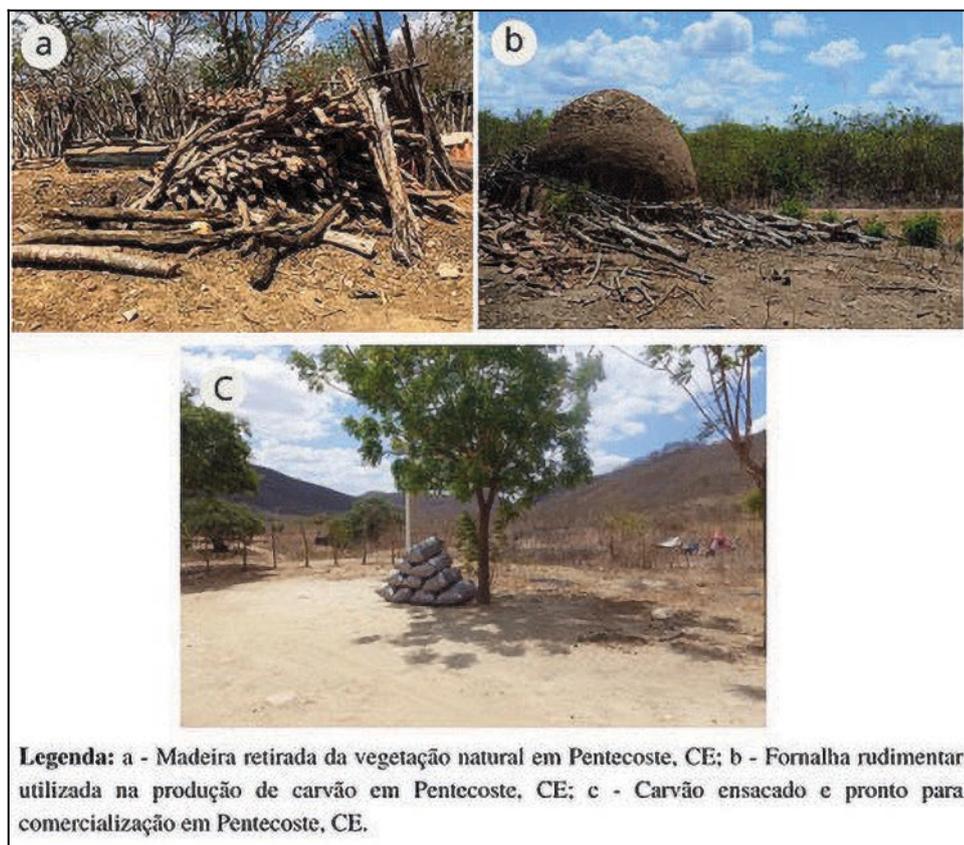
A agricultura de subsistência converte, anualmente, remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto, somado a prática do corte de madeira para a produção de lenha, a caça de animais e o contínuo desmatamento da vegetação para a criação de bovinos e caprinos promovem graves impactos ambientais que podem intensificar processos de desertificação já em cursos (Leal *et al*, 2005).

A ação antrópica influencia diretamente na erosão laminar, através da retirada da cobertura vegetal que agravada pelas irregularidades pluviométricas, cria condições materiais para o estabelecimento dos processos de desertificação. Também é importante lembrar que a remoção da vegetação natural compromete a manutenção dos estoques de sementes do semiárido.

Segundo Souza (2000) a caatinga arbustiva densa quando muito degradada passa a apresentar aspecto de caatinga arbustiva aberta. Esse fenômeno é percebido em algumas áreas de Pentecoste que devido ao processo de degradação da vegetação original modificaram o padrão fisionômico, dando aspecto de caatinga arbustiva aberta onde antes existia caatinga arbustiva densa. Corroborando com essa afirmação, Maia (2004) apresenta que devido a excessiva

ação antrópica, atualmente a vegetação de caatinga se encontra devastada, mais aberta do que era com predominância de árvores baixas de caule fino, muitas vezes de porte arbustivo e com poucas espécies se comparado ao estado original.

Além do desmatamento para o cultivo de subsistência, há a remoção da cobertura vegetal para a coleta de lenha como combustível e outros fins. Segundo Souza (2006), as espécies lenhosas da caatinga, estão sendo devastadas como fonte de madeira para a construção civil, cercas e como fonte energética. Em Pentecoste a lenha retirada, é na sua maioria, utilizada para a produção de carvão, sendo comum encontrar fornalhas rudimentares de fabricação de carvão na zona rural do município (Figura 8).



Fonte: Autores (2023).

Figura 8. Produção de carvão artesanal em Pentecoste.

A lenha produzida a partir da retirada da vegetação de caatinga no município é utilizada para o consumo doméstico e como combustível em olarias e estabelecimentos comerciais: padarias, restaurantes, churrasarias e pizzarias. Segundo Vieira, Magalhães e Silva (2017) a lenha é utilizada nas indústrias são prioritariamente nas olarias, caieiras, gessarias e padarias, que a utilizam como combustível. Outro uso florestal muito presente no sertão cearense é a extração da vegetação para a produção de estacas e mourões.

Nas áreas de várzea junto às planícies fluviais dos rios, a cobertura vegetal original é retirada para o plantio de culturas de subsistências, feijão, milho, mandioca dentre outros, por apresentarem maior disponibilidade hídrica e solos mais férteis. Este desmatamento provoca o aumento dos processos erosivos e a formação de ravinas profundas ampliando o acúmulo de sedimentos nos leitos fluviais.

É perceptível o desmatamento de alguns trechos de vegetação das margens dos rios Curu e Canindé, com a substituição da mata ciliar pela agricultura de subsistência. Essa ação antrópica, descaracteriza a paisagem da planície fluvial e acelera a erosão nas margens dos rios, ao intensificar o carreamento de sedimentos para os seus leitos e promover o assoreamento de rios e reservatórios do município.

A vegetação ciliar nas margens dos rios (intermitentes e perenes) e reservatórios (naturais ou artificiais) é considerada Área de Preservação Permanente-APP. Essa corresponde a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2015, p. 133).

De acordo com a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal, essa vegetação deveria ser preservada ao máximo, mas o que se

encontra é a sua retirada em determinadas áreas dos rios, riachos e açudes de Pentecoste para o cultivo de culturas de subsistência e a retirada de sedimentos para a construção civil.

Destaca-se também o impacto do desmatamento sobre o clima local e regional, perceptíveis a longo prazo, pois essa prática corriqueira contribui para a alteração das condições climáticas, uma vez que a vegetação influencia no controle de temperatura e umidade (Lorandi; Cançado, 2002).

Culturalmente o desmatamento e a queimada são técnicas empregadas na limpeza e preparo do terreno para a plantação, sendo experiências perpetuadas por gerações de agricultores que vislumbram nesse uso, seu modo de vida e de subsistência em Pentecoste. Após a retirada da vegetação, os agricultores praticam a queimada a fim de preparar o solo para o plantio. Depois de anos, a terra é deixada em repouso para em certo período, iniciar um novo ciclo de lavoura. Esse manejo provocará, ao longo do tempo, um esgotamento progressivo dos solos que tendem a degradação irreversível.

Por conta das queimadas só sobrevivem as espécies arbóreas e arbustivas resistentes a essa prática, como as dotadas de mecanismos biológicos adequados, como a casca suberosa ou cortical. O tipo de manejo empregado no semiárido, pautado no corte e queima potencializam os processos erosivos nas áreas desmatadas e a perda de nutrientes dos solos, pois a alta temperatura do fogo destrói os microrganismos responsáveis pela manutenção da fertilidade orgânica, ocasionando a queda da capacidade produtiva da terra (Brasil, 2004).

O desmatamento e a queimada, praticados mais frequentemente na zona rural de Pentecoste, compromete seriamente a capacidade produtiva dos solos e o seu estado de conservação, pois geram o empobrecimento do solo devido à eliminação da microfauna e redução da matéria orgânica dos horizontes superficiais que ficam diretamente expostos às ações erosivas comandadas principalmente pelo escoamento superficial.

Após a aplicação dos cinco Indicadores Geobiofísicos de Desertificação foi possível verificar a suscetibilidade das unidades geoecológicas à desertificação, conforme os intervalos de classificação em quatro níveis: muito baixo, baixo, moderado e alto (Quadro 2).

Quadro 2. Graus de suscetibilidades das unidades geoecológicas de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	ÍNDICE	SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
Depressão Sertaneja de Pentecoste	2,8	Moderado
Planície Fluvial do Rio Curu	4,2	Muito Baixa
Planície Fluvial do Rio Canindé	4,2	Muito Baixa
Conjunto de Cristas da Serra Maracajá	2,4	Alto
Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia	2,8	Moderado
Pequeno Maciço da Serrinha	2,8	Moderado

Fonte: Adaptado de Oliveira, Semedo e Oliveira (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo avaliou o grau de susceptibilidade à desertificação das seis unidades geoecológicas do município, a partir de parâmetros bem definidos e inter-relacionados, discutindo também a degradação ambiental diagnosticada através da análise dos dados e trabalhos de campo. Destaca-se que a maior unidade do município, depressão sertaneja de Pentecoste, apresenta moderado grau de susceptibilidade, sendo necessário monitoramento e mitigação do quadro de degradação já identificado, principalmente quanto à erosão dos solos causada por superpastoreio, práticas agrícolas e atividades antrópicas em geral.

O presente estudo contribui para a produção científica sobre o ambiente semiárido, ao integrar dados qualitativos, secundários e primários, às técnicas de geoprocessamento gerando dados de suporte à análise da desertificação de Pentecoste. A intensão principal é que os dados, as informações e os produtos gerados sejam utilizados pelas instituições e órgãos de gestão do município permitindo o planejamento e a gestão dos recursos naturais voltado ao desenvolvimento sustentável e a promoção da qualidade de vida da população residente.

As metodologias e análises empregadas na presente pesquisa procuraram demonstrar de maneira mais fidedigna possível as condições socioambientais em que se encontram cada unidade de paisagem presente em Pentecoste. Diante da discussão presente no artigo, recomendam-se estudos mais detalhados, principalmente quanto às fragilidades e vulnerabilidades socioambientais da área pesquisada com ampliação do debate sobre desertificação a aplicação de metodologias e geoprocessamento aliada ao estudo de monitoramento de áreas degradadas e projeção de cenários.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BOLUDA, R; CARROSCO, C. G. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. La hidroclimatología e impactos ambientales: degradación y desertificación. **Revista Mercator**. Fortaleza, ano 4, n. 7, p. 111-120, 2005.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2004.
- BRANDÃO, R de; FREITAS, L. C. B. (orgs). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012.
- BRASIL. **Legislação brasileira sobre meio ambiente: biodiversidade**. Brasília: Edições Câmara, 2015.
- CEARÁ. **Caderno regional da bacia do Curu**. Fortaleza: INESP, 2009.
- CEARÁ. Secretária dos Recursos Hídricos. **Programa de ação de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.
- CORRÊA, A. C. B. Morfodinâmica e sensibilidade ambiental dos ambientes semiáridos brasileiros: um enfoque a partir das relações solo x paisagem. **Revista Portal do São Francisco – Ciências Humanas e Sociais**, v. 5, n. 5, p. 51-65, 2006.
- CPRM. **Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000**. CPRM, 2003.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013.
- FARIAS, J. F.; SILVA, E. V. da; NASCIMENTO, F. R. do. Caracterização de sistemas ambientais como base metodológica para o planejamento ambiental em bacias hidrográficas semiáridas. **Revista GeoAmazônia**. V. 3, n. 6, p. 14-27, jul-dez, 2015.
- FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2016. 1 Mapa. Escala 1:1.200.000.
- FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia. **Zoneamento Ecológico Econômico das Áreas Suscetíveis à Desertificação - Núcleo 1 (Irauçuba / Centro Norte)**. 1 ed., Fortaleza: Funceme, 2015.
- GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N. de; LUSTOSA, J. P. G. A pecuária, o algodão e a desertificação nos sertões do médio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Mercator**. Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 103-111, 2012.
- HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022: panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife: DPP/DNPEA/DRN/SUDENE, Volume I, Boletim de Pesquisa n.28. 1973.
- LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade da caatinga do Nordeste brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.
- LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. *In*: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus (BA): Editus, 2002.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.
- NASCIMENTO, F. R. do. Caracterização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. *In*: MEDEIROS, C. M. de. et al. (orgs). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011.
- NASCIMENTO, F. R. do. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: Editora UFG, 2013.
- NÓBREGA FILHO, A. (org). **Desertificação: causas, efeitos e perspectivas de controle**. Fortaleza: INESP, 2009.
- OLIVEIRA, V.P.V. de. Indicadores biofísicos de desertificação, Cabo Verde. **Revista Mercator**. Fortaleza, v. 11, n. 22, p. 147-168, 2011.
- OLIVEIRA, V. P. V. de; SEMEDO, J. M. M; OLIVEIRA, H. P. V. Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). *In*: **Zonas Áridas**, Vol. 15, Nº 1 e 2. Peru, 2014.
- PEREIRA, R. C. M; SILVA, E. V. da. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. *In*: SILVA, J. B. da. *et al*, (orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
- SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido no brasileiro. *In*: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.

- SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista Geografia em Debate**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2007.
- SILVA, R. G. da.; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 91-110, 2004.
- SOUZA, M. J. N. de; Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. *In*: LIMA, L. C.; SOUZA, M. J. N. de; MORAIS, J. O. de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.
- VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P. Mapa Geocrológico. *In*: **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Fortaleza: CPRM. Escala:1.500.000.2003. CD-ROOM.
- VIEIRA, A. T.; MAGALHÃES, M. F. de; SILVA, M. V. C. da. Uso da terra como facilitador da degradação ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 04, p. 1329-1345, 2017.

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO VEGETAL NA PAISAGEM DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO GERICINÓ, NILÓPOLIS - RJ

VEGETATION INDICES AS AN INSTRUMENT FOR ANALYZING PLANT DISTRIBUTION IN THE LANDSCAPE OF THE GERICINÓ MUNICIPAL NATURAL PARK, NILÓPOLIS – RJ

ÍNDICES DE VEGETACIÓN COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN VEGETAL EN EL PAISAJE DEL PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO GERICINÓ, NILÓPOLIS - RJ

Ayrton Durães Manso¹

 0000-0002-2002-3328
ayrtongeo@gmail.com

Marco Aurélio Passos Louzada²

 0000-0002-4221-3325
marco.louzada@ifrj.edu.br

1 Doutorando do curso de Geociências da Universidade do Estado do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2002-3328>. E-mail: ayrtongeo@gmail.com.

2 Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Nilópolis, Rio de Janeiro, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4221-3325>. E-mail: marco.louzada@ifrj.edu.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: No âmbito das geotecnologias, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) são ferramentas cada vez mais utilizadas para o Sensoriamento Remoto de áreas cultivadas e de vegetação nativa por meio de Índices de Vegetação. Com o processamento de imagens digitais RGB através de operações aritméticas aplicadas às suas bandas espectrais, é possível extrair informações referentes a distribuição e saúde das plantas, bem como à exposição do solo aos processos erosivos, auxiliando na tomada de decisão para gestão ambiental e planejamento do território. O presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição da vegetação a partir de diferentes índices de vegetação em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, utilizando ferramentas de classificação automática. O voo para a tomada das imagens e a obtenção dos pontos de controle ocorreu durante a estação chuvosa em diversas áreas do parque. Os resultados obtidos demonstraram que os índices ExG e GLI foram aqueles com melhor resposta visual à distribuição da vegetação e melhor quantificação automática da sua área de cobertura espacial.

Palavras-chave: Índices RGB. Aerofotografia. Gestão Ambiental.

ABSTRACT: Within the scope of geotechnologies, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are tools increasingly used for Remote Sensing of cultivated areas and native vegetation through Vegetation Indices. With the processing of RGB digital images through arithmetic operations applied to their spectral bands, it is possible to extract information regarding the distribution and health of plants, as well as soil exposure to erosive processes, assisting in decision making for environmental management and land planning territory. The present study aimed to evaluate the distribution of vegetation based on different vegetation indices in an Integral Protection Conservation Unit, using automatic classification tools. The flight to take images and obtain control points took place during the rainy season in several areas of the park. The results obtained demonstrated that the ExG and GLI indices were those with the best visual response to the vegetation distribution and the best automatic quantification of their spatial coverage area.

Keywords: RGB Indices. Aerial photography. Environmental management.

RESUMEN: En el ámbito de las geotecnologías, los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs) son herramientas cada vez más utilizadas para para la Teledetección de áreas cultivadas y de vegetación nativa mediante Índices de Vegetación. Con el procesamiento de imágenes digitales RGB a través de operaciones aritméticas aplicadas a sus bandas espectrales, es posible extraer información relacionada con la distribución y salud de las plantas, así como la exposición del suelo a procesos erosivos, lo que ayuda en la toma de decisiones para la gestión ambiental y planificación del territorio. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la distribución de la vegetación utilizando diferentes índices de vegetación en una Unidad de Conservación de Protección Integral, utilizando herramientas de clasificación automática. El vuelo para la toma de imágenes y la obtención de puntos de control se llevó a cabo durante la estación de lluvias en diversas áreas del parque. Los resultados obtenidos demostraron que los índices ExG y GLI fueron los que mejor respondieron visualmente a la distribución de la vegetación y proporcionaron una mejor cuantificación automática de su área de cobertura espacial.

Palabras Clave: Índices RGB. Fotografía aérea. Gestión ambiental.

INTRODUÇÃO

O emprego dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) ou *drones* para aquisição de imagens em trabalhos do segmento agrícola, comercial e industrial, bem como em pesquisas científicas das diferentes áreas do saber tem sido recorrente nos últimos anos (Santos *et al.*, 2020). No entanto, o uso das fotografias aéreas não configura uma inovação recente, desde o século passado se buscou o imageamento da superfície terrestre para interpretação do espaço geográfico, o que foi favorecido devido ao desenvolvimento de aeronaves, câmeras fotográficas, satélites artificiais e sensores (Novo; Ponzoni, 2001).

Parte deste desenvolvimento científico e tecnológico presenciado no século XX, está atrelado ao contexto de conflitos geopolíticos que marcaram esse período, destacando-se as duas Guerras Mundiais e a Guerra Fria (Melo *et al.*, 2021). Com o advento dos satélites e das fotografias orbitais a concepção de Sensoriamento Remoto se aproximou com a atual, na qual de acordo com Novo (2010) se define pela:

Utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações. (Novo, 2010, p. 28).

Os *drones* atuais resultam também dessa evolução tecnológica, os quais hoje em conjunto aos *softwares* de geoprocessamento livre têm corroborado para a difusão das técnicas de fotogrametria de imagens compostas pelo espectro visível RGB, do inglês, *Red-Green-Blue* (Viana *et al.*, 2020). Os sensores de luz visível, ou câmeras RGB, são os dispositivos ópticos mais utilizados juntamente com os *drones* (Pappalardo; Andrade, 2022). A adoção desses sensores em grande parte dos VANTs é o que possibilita sua comercialização em valores mais acessíveis ao mercado civil, uma vez que outros tipos são comumente mais onerosos, como os sensores multiespectrais, hiperespectrais, termais e os sensores LiDAR.

Segundo Prudkin (2019, p. 19), os *drones* têm desempenhado papel importante no desenvolvimento de percepção e narrativa da dinâmica dos fenômenos observados na paisagem, graças a sua perspectiva visual, na qual o autor diz que “deve-se, ao “mostrar”, aos espectadores, lugares e experiências que não poderiam ser acessíveis de outra forma senão através da “visão” desta tecnologia”.

Nesse sentido, como ferramenta de Sensoriamento Remoto, os *drones* tem sido amplamente utilizado em estudos voltados ao monitoramento da distribuição e qualidade da cobertura vegetal, com destaque para a agricultura de precisão. No entanto a vantagem relacionada a rapidez da aquisição de dados, maior resolução espacial e temporal comparada aos satélites, oferece subsídios para o acompanhamento da dinâmica não somente dos agrossistemas e seus ciclos de cultivo, mas dos próprios ecossistemas naturais (Pappalardo; Andrade, 2022). No campo das ciências florestais:

Em geral, os *drones* têm sido mais aplicados em florestas plantadas, cujas imagens são utilizadas para atualização do cadastro florestal, monitoramento de falhas de plantio e de pragas florestais, determinação de linhas de plantio e altura das árvores, contagem de indivíduos, entre outros. Entretanto, pouco é estudado sobre a aplicação dos *drones* em florestas nativas no Brasil, em que é possível o monitoramento de fragmentos, classificação de indivíduos e de empreendimentos de recuperação de áreas degradadas (Neto; Breunig, 2019, p. 69).

A aplicação dos índices de vegetação tem sido adotada para estimar a cobertura vegetal em imagens multiespectrais, sendo possível determinar a quantidade e qualidade das plantas, bem como o solo exposto, caracterizado pela ausência de indivíduos vegetais em uma determinada área representada por um conjunto de *pixels* da imagem (Beniaich *et al.*, 2019). Através de operações algébricas utilizando-se as bandas espectrais de uma imagem, é possível gerar os índices de vegetação, aprimorando a representação dos objetos da superfície terrestre de acordo com seus valores de reflectância específicos (Gameiro *et al.*, 2017; Barros *et al.*, 2020).

Portanto, os índices de vegetação representam uma métrica radiométrica adimensional derivada do comportamento espectral da vegetação, dada pela sensibilidade dos sensores em capturar a radiação refletida por cada tipo de objeto. As particularidades da vegetação irão proporcionar diferentes padrões de respostas, os quais podem variar de acordo com: sua atividade fotossintética, a densidade de cobertura vegetal, o teor de clorofila da planta, o acúmulo de biomassa e o estágio de desenvolvimento da vegetação (Inpe *et al.*, 2011).

Desse modo, objetivou-se analisar a distribuição vegetal do Parque Natural Municipal do Gericinó (PNMG) por meio de imagens RGB obtidas por um VANT a partir da utilização de índices de vegetação e sua classificação supervisionada.

MATERIAL E MÉTODOS

As imagens aéreas utilizadas no trabalho foram obtidas nos dias 21 e 22 de fevereiro de 2024 por meio de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), modelo DJI Mini 2, que sobrevoou diferentes pontos do PNMG.

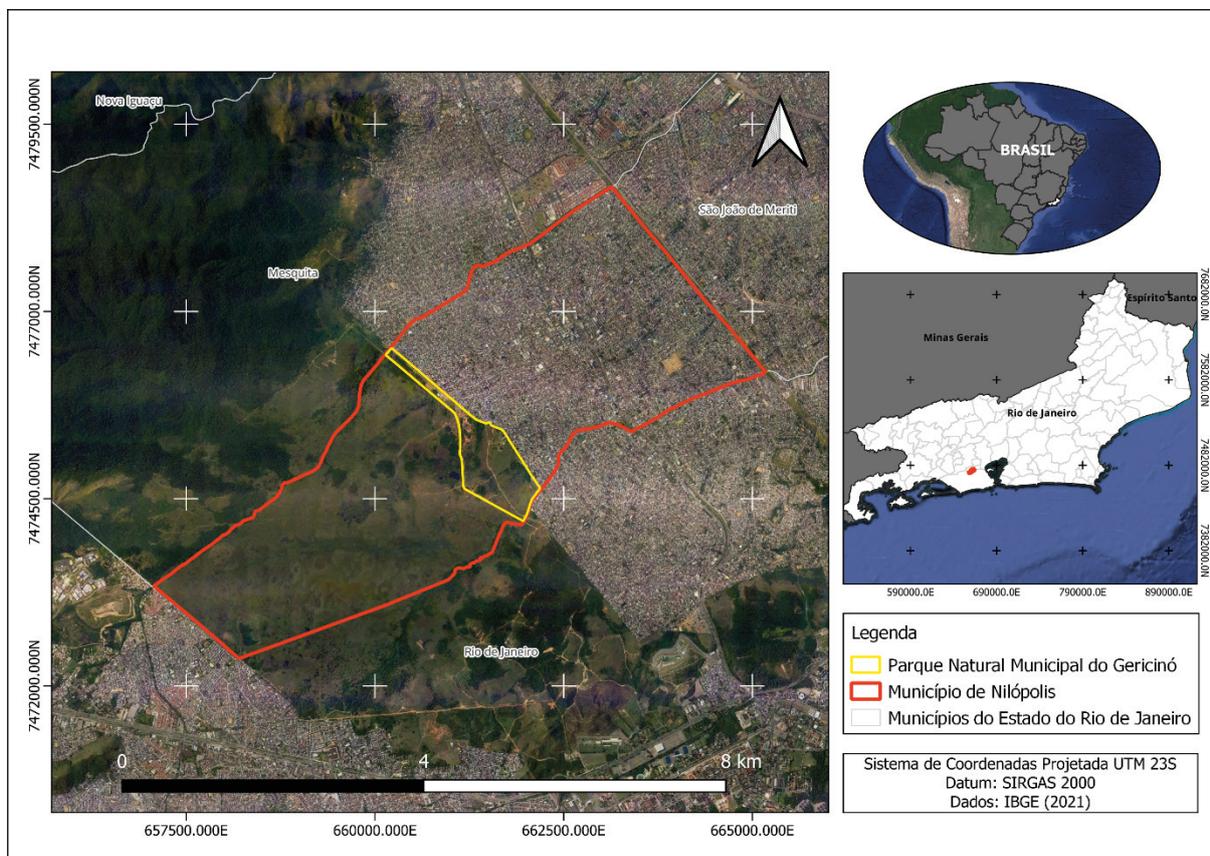
De acordo com a sua fabricante, a câmera embarcada no *drone* possui resolução de 4000 x 2250, sensor CMOS 1/2,3 pol, 12 Megapixel, lente 24mm (equivalente a 35mm), abertura f/2.8, campo de visão (FOV) de 83°.

Área de estudo

A área de estudo corresponde ao Parque Natural Municipal do Gericinó Prefeito Farid Abrão (PNMG), a única Unidade de Conservação (UC) do município de Nilópolis, RJ (Figura 1). É uma UC criada em 2009 e compreende uma área total de 77 hectares que incluem fragmentos degradados de Mata Atlântica, áreas dominadas por pastagens degradadas, brejos e áreas alagadas onde há a presença de *Tabebuia cassinoides* – Família Bignoniaceae, espécie de árvore conhecida como caixeta e que evoluiu em ambientes alagados.

Nas áreas de pasto ou bordeando o fragmento de floresta ombrófila densa podem ser encontrados espécimes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. – Família Fabaceae, jacarandá-da-bahia. Tanto *T. cassinoides* como *D. nigra* são classificadas com status de Vulnerável a extinção. A região onde foi criado o município e posteriormente o

Parque possui um histórico de fazendas que remetem à época da capitania hereditária de São Vicente (1531) e em 1923 foi implantado o Campo de Instrução do Gericinó – CIG, gerido pelo Exército Brasileiro. A topografia do Parque oscila de 13 a até 47 msn, sendo os solos degradadas em função do histórico de uso. O PNMG é ladeado pelo rio Pavuna na divisa com o município do Rio de Janeiro e pelo rio Sarapuí na divisa com o município de Mesquita.



Fonte: Elaborado pelos autores.

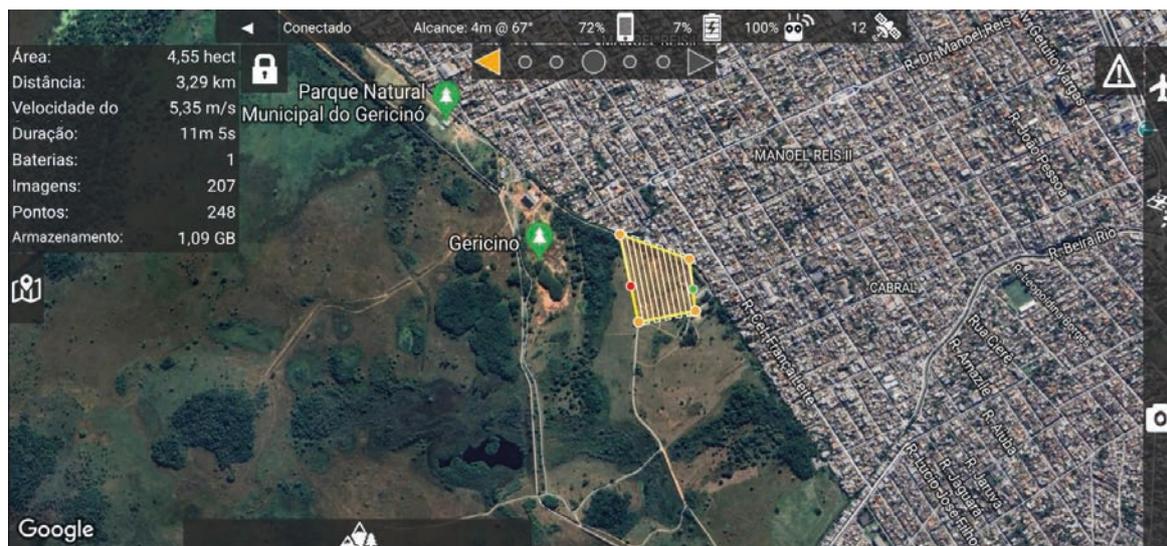
Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Obtenção das fotografias e ortomosaico

Para obtenção das fotografias foram traçados diferentes planos de voo através do aplicativo de *smartphone* Map Pilot Pro v.1.7 (Figura 2), no qual também se estabeleceu os parâmetros para cada missão. A altitude dos voos foi de 50 m, com velocidade média de 5,3 m/s, taxa de sobreposição vertical e horizontal de 80%, resolução espacial aproximada de 2,2 cm/px.

Ao todo, cinco missões foram conduzidas, gerando um número total de 1571 imagens aéreas em formato JPG com coordenadas geográficas (latitude/ longitude) definidas no SRC WGS 1984, posteriormente convertidas para o SRC SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S, através do *software* Agisoft Metashape v. 1.8 (64bits) para confecção dos ortomosaicos.

A área total sobrevoada foi de 27,4 hectares e a distância percorrida pela aeronave de 22,31 km, com o tempo médio das missões em torno de 17:30 minutos. Sendo 31 minutos de voo a duração máxima estimada para cada bateria da aeronave (em condições sem vento), foram necessários dois dias de trabalho de campo para sobrevoos de todos os pontos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2. Tela do aplicativo Map Pilot Pro.

A confecção dos ortomosaicos consistiu na etapa de pré-processamento das imagens, a qual seguiu a metodologia proposta por Cambraia Filho *et al.* (2019), e assim como os autores, as imagens obtidas através do VANT não necessitaram de correção atmosférica uma vez que as interferências foram consideradas insignificantes devido à baixa altitude de mapeamento adotada.

Os parâmetros para pré-processamento das imagens no âmbito do *software* Agisoft Metashape seguiram as adaptações indicadas pelos autores citados anteriormente e as recomendações do próprio *software*, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros utilizados para confecção dos ortomosaicos.

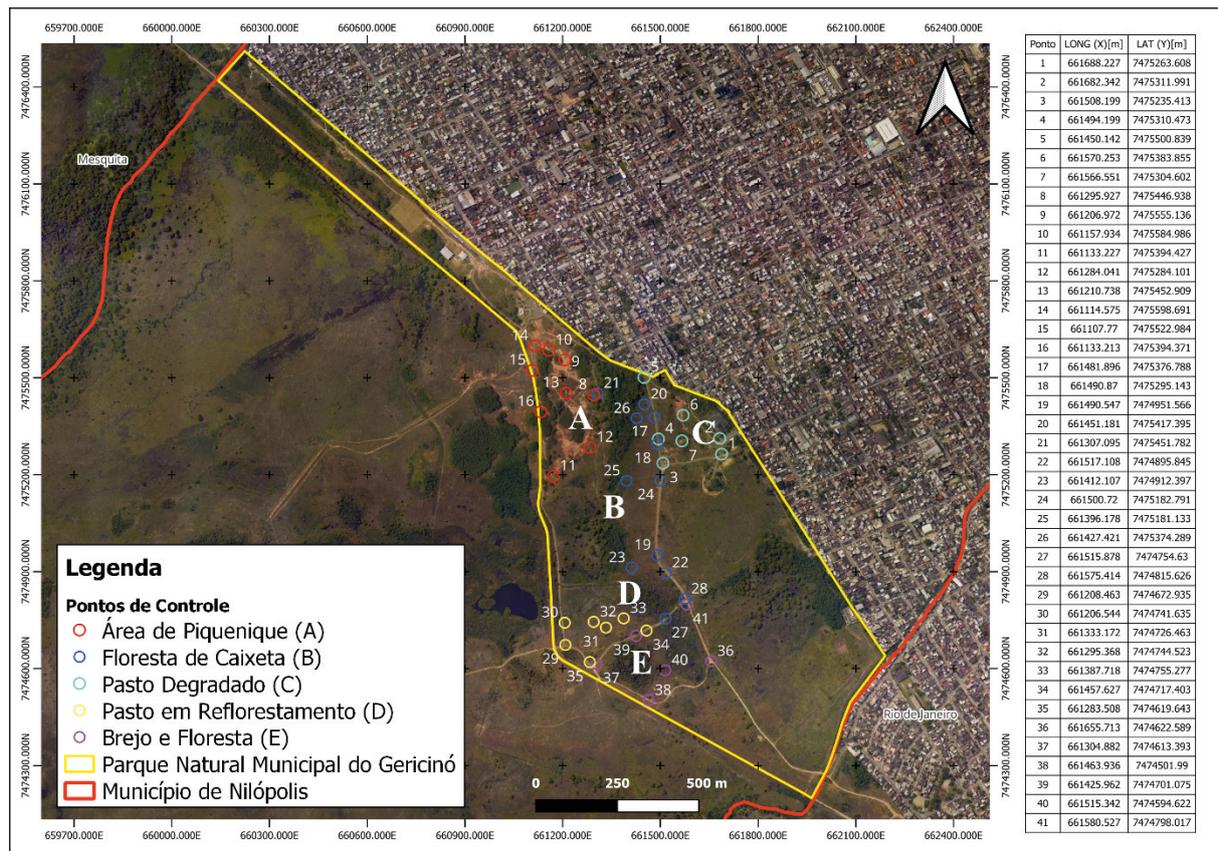
Etapa	Processo	Parâmetros	
		Gerais	Avançados
1	Align Photos	Accuracy: High Generic/Reference preselection: Yes Reset current alignment: No	Key/Tie point limit: 4.000 Apply masks to: None Adaptative camera model fitting: Yes
2	Optimize Alignment	-	Adaptative camera model fitting: Yes
3	Calibrate Colors	Source data: Sparse cloud Calibrate white balance: Yes	-
4	Build Dense Cloud	Quality: High	Depth filtering: Aggressive Reuse depth maps: No Calculate point colors: No
5	Classify Ground Points	From: Any class To: Ground + Low Points	Max angle (°): 15,0 Max distance (m): 5,0 Cell size (m): 100
6	Build Mesh	Surface type: Arbitrary (3D) Source data: Dense cloud Face count: Medium	Interpolation: Enabled (default) Point classes: Ground Calculate vertex colors: No
7	Calibrate Colors	Source data: Model Calibrate white balance: Yes	-
8	Build Texture	Texture type: Diffuse Map* Source data: Images* Mapping mode: Generic Texture from: All cameras Blending mode: Mosaic Texture size: 8192* Texture count: 1	Hole filling: Yes Enable ghosting filter: Yes

continua

Etapa	Processo	Parâmetros	
		Gerais	Avançados
9	Build Tiled Model	Source data: Dense cloud Pixel size (m): 0 Tile size: 2098 Face count per Mpx: Medium*	Enable ghosting filter: Yes Reuse depth maps: No
10	Build DEM	Source data: Dense cloud Interpolation: Enabled (default) Point classes: Ground	Resobtion (m): 0 Total size (pix): Default
11	Calibrate Colors	Source data: DEM Calibrate white balance: Yes	-
12	Build Orthomosaic	Surface: DEM Blending mode: Mosaic (default) Enable holefilltng: Yes Enable back face culling: No Pixel see (°): Default	Total size (pix): Estimate

Fonte: Adaptado de Cambraia Filho *et al.* (2019).

Posteriormente, todas as imagens pré-processadas foram organizadas em um banco de dados e exportadas para o *software* QGIS v.3.28, onde foram georreferenciadas a partir das coordenadas dos pontos de controle coletados em campo através do aplicativo de *smartphone* UTM Geo Map v. 3.9 e plotados na Figura 3, recortadas para eliminação das áreas atingidas pelo efeito de borda e por conseguinte utilizadas na elaboração dos índices de vegetação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Pontos de controle das áreas sobrevoadas.

As áreas sobrevoadas foram nomeadas de acordo com o seu uso-cobertura, sendo: (A) Área de Piquenique; (B) Floresta de Caixeta; (C) Pasto Degradado; (D) Pasto em Reflorestamento; (E) Brejo e Floresta. Devido ao difícil acesso aos pontos da Floresta de Caixeta (B), as coordenadas desta localidade foram obtidas por aproximação e pela coleta de pontos no pasto adjacente. Através da ferramenta “Georreferenciador” se estabeleceu como critério o parâmetro de

transformação Polinomial 1, exigindo assim um mínimo de 4 pontos de controle para cada área, afim de se obter o Erro Quadrático Médio (RMS), o qual foi de: (A) 1,21 m; (B) 1,51 m; (C) 1,36 m; (D) 2,33 m; (E) 1,72 m para cada área.

Elaboração dos índices de vegetação

A Tabela 1 exibe os índices de vegetação empregados neste estudo, consistindo em equações fundamentalmente na faixa de comprimento de onda visível do espectro eletromagnético. Os índices foram escolhidos por sua recorrente presença em trabalhos científicos (Beniaich *et al.*, 2019; Simas *et al.*, 2023) voltados para a análise da cobertura vegetal por meio de imagens aéreas de *drones*.

Os índices de vegetação foram calculados no QGIS através da ferramenta “calculadora raster”, seguindo as expressões matemáticas apresentadas para cada índice: Índice verde/vermelho por diferença normalizada (NGRDI); Índice de Excesso de Verde (ExG); Índice de Folha Verde (GLI) e Índice de Resistência Atmosférica Visível (VARI).

Tabela 1. Índices de Vegetação utilizados no estudo.

Índices de Vegetação	Equação	Fonte
NGRDI	$(G - R) / (G + R)$	Tucker (1979)
ExG	$2 * G - R - B$	Woebbecke <i>et al.</i> , (1995)
GLI	$(2 * G - R - B) / (2 * G + R + B)$	Louhaichi <i>et al.</i> , (2001)
VARI	$(G - R) / (G + R - B)$	Gitelson <i>et al.</i> , (2001)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Classificação e análise estatística

Para classificação dos ortomosaicos gerados, houve a necessidade de se levar em consideração a alta resolução em que estes se encontravam. Devido ao alto número de pixels das imagens raster processadas, complementos de classificação supervisionada não se mostraram uma opção viável para o trabalho, demandando maior desempenho do computador ou melhor treinamento dos algoritmos classificadores.

Optou-se, portanto, em utilizar o *software* SAGA v.7.8.1 para realizar a classificação não supervisionada dos ortomosaicos com índices de vegetação aplicado. Nesse sentido, se estabeleceu como critério a identificação de duas classes pelo processo de classificação “*K-Means cluster analysis for grids*” em sua variante “*hill-climbing*”.

Dessa forma, novas imagens raster foram geradas, as duas classes propostas englobaram as diferentes respostas espectrais indicadas pelos índices de vegetação. A primeira classe denominada “sem vegetação” foi composta por solo exposto, áreas construídas, asfalto, corpos d’água e outros elementos antropizados. A segunda classe “cobertura vegetal”, em geral foi composta por vegetação arbórea, densa ou espaçada, pasto e matéria orgânica.

Para quantificar a extensão física da distribuição vegetal foi utilizada a função GRASS “*r.report*”, contabilizando assim a área em metros quadrados preenchida pelos pixels da classe “cobertura vegetal”. Por fim, realizou-se um teste de acurácia global através do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) entre cada uma das representações, o ortomosaico classificado sem índices de vegetação serviu como referência para comparação com os que tiveram índices aplicados.

$$\text{Acurácia Global} = \frac{\sum_{i=1}^n (VP_i + VN_i)}{n}$$

Onde:

- n é o número total de amostras ou observações.
- VP_i é o número de verdadeiros positivos para a i -ésima amostra.
- VN_i é o número de verdadeiros negativos para a i -ésima amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da estimativa da cobertura vegetal em metros quadrados detectada por cada um dos índices utilizados na pesquisa, foi possível realizar uma comparação da eficiência de cada índice em identificar a vegetação presente na paisagem através de sua representação cartográfica.

Os resultados expressos na Tabela 2 apontam que os índices ExG e GLI são aqueles com maior capacidade em identificar a vegetação, considerando que a área representada como sendo de cobertura vegetal se aproxima ou superestima os valores indicados pelos ortomosaicos para cada área mapeada.

O índice ExG, somando-se as áreas mapeadas, apontou cobertura vegetal em m² 112.49% maior do que a identificada pela classificação automática aplicada aos ortomosaicos, se mostrando eficaz na distinção de vegetação arbórea densa e da pastagem em diferentes níveis de qualidade presente no parque.

Por utilizar duas bandas verdes, o índice ExG realça o contraste entre vegetação e área construída ou solo exposto. Como também observado por Luna Neto *et al.* (2023), o fato de ser um índice com alta correlação com a banda verde, tende a realçar a quantidade relativa de vegetação idealmente saudável e fotossinteticamente ativa.

Tabela 2. Cobertura vegetal e acurácia global das representações.

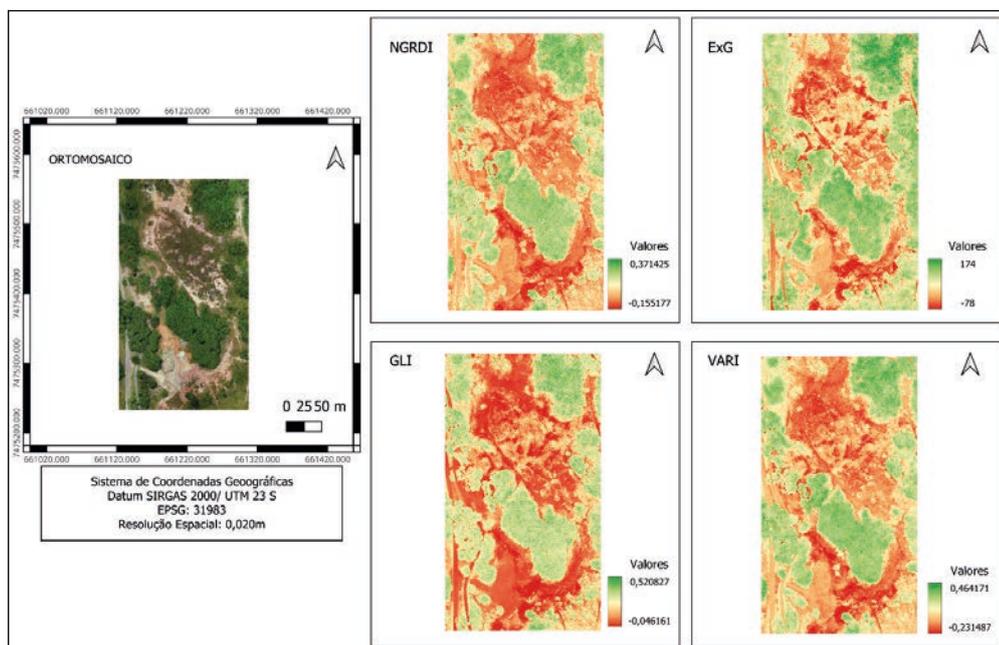
Área	Ortomosaico	NGRDI		ExG		GLI		VARI	
	Cobertura Vegetal (m ²)	Cobertura Vegetal (m ²)	Acurácia Global (%)	Cobertura Vegetal (m ²)	Acurácia Global (%)	Cobertura Vegetal (m ²)	Acurácia Global (%)	Cobertura Vegetal (m ²)	Acurácia Global (%)
A	42,367.139	22,915.456	66.59	29,703.703	73.69	25,989.362	71.71	18,153.946	67.96
B	48,574.650	38,720.220	70.87	78,672.680	53.66	67,520.640	69.60	43,656.150	68.98
C	49,427.952	24,219.710	62.82	55,613.260	75.96	41,323.340	81.33	25,512.890	63.94
D	28,636.253	12,318.032	58.13	30,226.895	64.66	20,492.644	71.51	13,228.641	58.17
E	45,750.691	24,599.291	62.12	47,359.985	65.77	40,142.446	75.58	28,566.378	63.37

Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando os valores resultantes da estimativa de cobertura vegetal, verificou-se que o índice ExG apenas não superestimou a vegetação em ambiente de maior exposição do solo. De acordo com o trabalho de Silva *et al.* (2022), o índice ExG foi aquele que melhor informou com precisão onde havia solo exposto, apontamento que também pode ser observado em comparação aos demais índices na Figura 4 representando a área A.

Diferentemente do índice ExG, o índice GLI apresentou valores maiores do que aqueles apresentados pelo ortomosaico apenas na área B. O índice GLI estimou uma cobertura vegetal de aproximadamente 195.468.432 m², condizendo a 90.99% do total mensurado pela classificação automática dos ortomosaicos.

No que tange a acurácia global, o índice GLI foi o mais acurado em relação a distribuição dos pixels apresentados pelos ortomosaicos em geral, indicando alta correlação à classificação imposta sobre as imagens raster geradas pelo VANT. Dessa forma, pode-se atribuir ao índice GLI melhor assertividade na representação dos elementos observáveis em fotografias aéreas, bem como maior contraste entre as áreas construídas e a vegetação presente na paisagem como pode ser observado nas Figuras 4 e 5.



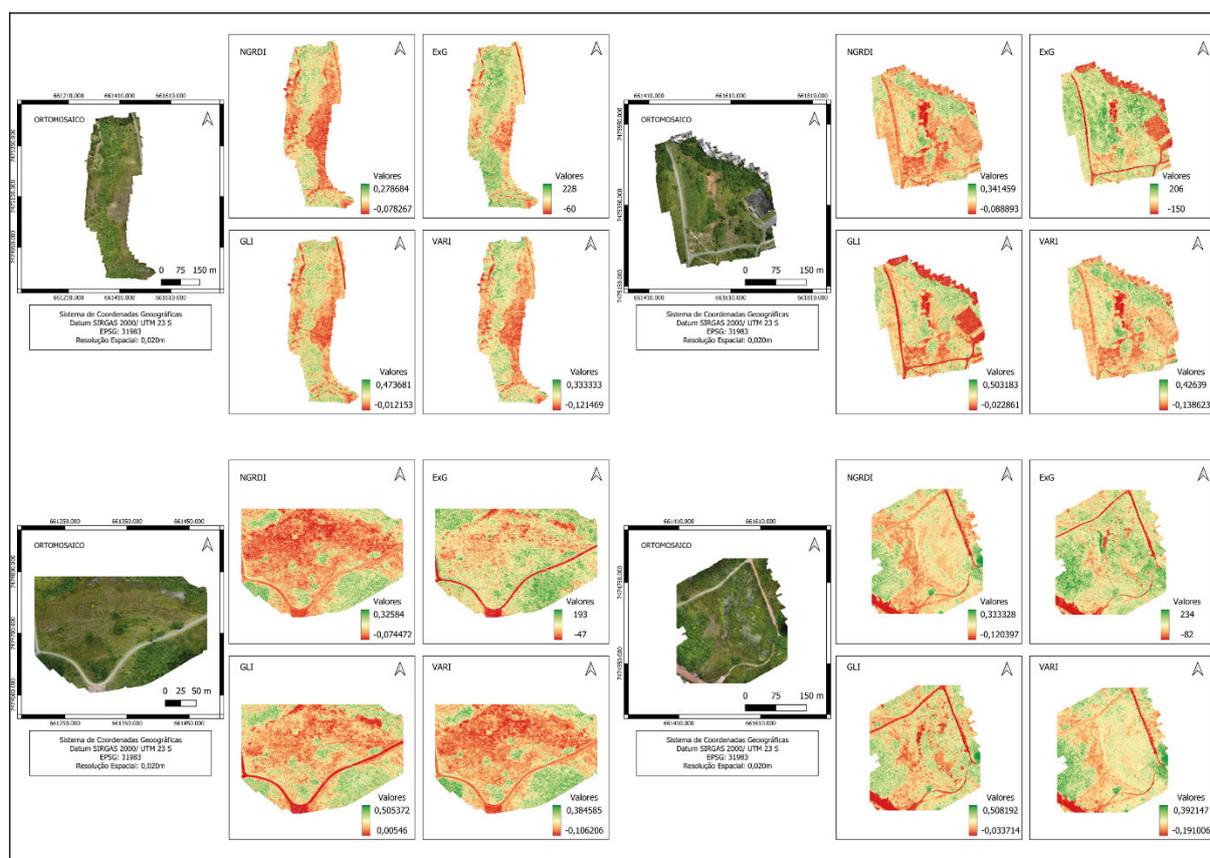
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Índices de vegetação aplicados a área de piquenique (A).

A classificação dos índices VARI e NGRDI, representaram respectivamente 60.13% e 57.14% da vegetação estimada para os ortomosaicos. Os índices demonstraram desempenho semelhante, fato relatado também no trabalho de Lussem *et al.* (2018), destacando o potencial destes em estimar a biomassa. De acordo com Giltelson *et al.* (2002), a reflectância de superfícies vegetadas muitas vezes é bastante baixa na região do espectro visível, além disso, os autores indicam que o aumento da umidade do solo pode levar a uma diminuição da reflectância.

O relevo da área de estudo favorece acúmulo de água em diferentes pontos de seu território, há também descontinuidade textural entre os horizontes do solo favorecendo condições de má drenagem.

A resposta espectral apresentada pelos índices NGRDI e VARI refletem esta condição, sobretudo na área de Brejo e Floresta (E), sendo talvez a mais heterogênea entre as áreas mapeadas. A área E ofereceu a possibilidade de analisar diferentes respostas espectrais para cada índice, em uma curta distância, há diferentes superfícies espaciais, contando também com a transição do Planossolo para o Gleissolo, a localidade apresenta elevada umidade residual devido ao regime de inundações intermitentes.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Índices de vegetação aplicados as diferentes áreas de estudo do PNMG. Em cima da esquerda para a direita (B) e (C), embaixo da esquerda para direita (D) e (E).

Os valores para a pastagem sobrejacente ao solo hidromórfico tenderam a ser negativos ou próximo de zero para NGRDI e VARI. Os valores para floresta e vegetação arbustiva densa do brejo foram em torno de 0.10 – 0.33 para NGRDI e 0.12 – 0.39 para VARI. Já o índice GLI apresentou resposta espectral para a mesma localidade com valores elevados tanto para pastagem quanto para floresta, sendo valores em torno de 0.20 para o pasto e 0.25 – 0.50 para vegetação densa. O asfalto, solo exposto e água foram responsáveis pelos valores negativos e próximos de 0 neste índice.

Por fim, o índice ExG apresentou para o pasto degradado valores entre 0 e 30, para água, solo exposto e asfalto valores negativos, para o pasto saudável valores superiores a 30 e inferiores a 80 e para vegetação densa valores superiores a este. Portanto, a classificação automática realizada considerou como vegetação os pixels com valores referentes ao pasto saudável para este índice.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve se ressaltar que para este estudo não houve uma comparação prévia entre os índices para sua seleção, ou seja, o resultado do trabalho se limitou a compreender o comportamento das respostas espectrais de cada um daqueles aqui utilizados, apenas com o requisito de serem índices aplicados às imagens RGB, preferencialmente obtidas por *drones*.

Os índices que demonstraram melhor aptidão para o objetivo de identificação e análise da distribuição da vegetação do parque foram os índices GLI e ExG. Evidenciou-se que o processamento de imagens RGB obtidas por VANTs podem gerar importantes produtos para a gestão e organização do território, apresentando a distribuição espacial de diferentes elementos espaciais e possibilitando a quantificação de sua cobertura sobre a superfície mapeada.

Observou-se que a umidade do solo pode ser um fator que influencia o resultado da reflectância dos índices NGRDI e VARI, análises sazonais das áreas mapeadas podem contribuir na investigação do comportamento dos índices ao longo de diferentes condições de umidade, além de oferecerem um valioso banco de dados para correlação destes com outros dados a serem coletados, como por exemplo a Matéria Orgânica do Solo (MOS) e o Estoque de Carbono do Solo (ECS).

Portanto, a pesquisa buscou demonstrar o potencial da utilização dos *drones* na velocidade de coleta de dados em campo, bem como na possibilidade de se processar imagens de alta resolução espacial para gerar produtos que auxiliem a tomada de decisão a partir da representação da paisagem e das análises espaciais.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A. S.; FARIAS, L. M. de; MARINHO, J. L. A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2885–2895, 2020.
- BENIAICH, A.; SILVA, M. L. N.; AVALOS, F. A. P.; MENEZES, M. D. de; CÂNDIDO, B. M. Determinação do índice de cobertura vegetal em sistemas de manejo do solo com plantas de cobertura, utilizando veículo aéreo não tripulado com câmera fotográfica digital embarcada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 49–66, 2019.
- CAMBRAIA FILHO, D. J.; BRITES, R. S.; DE SOUZA BIAS, E. Potencialidades de Aplicação dos Índices de Vegetação Baseados na Porção Visível do Espectro das Radiações Eletromagnéticas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 4, p. 83-93, 2019.
- GAMEIRO, S.; TEIXEIRA, C. P. B.; SILVA NETO, T. A.; LOPES, M. F. L.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; ZIMBACK, C. R. L. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. **Terræ**, v. 13, n. 1-2, p. 15-22, 2016.
- GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; STARK, R.; RUNDQUIST, D. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote Sens. Environ.** 80, p. 76–87, 2002.
- LOUHAICHI, M.; BORMAN, M. M.; JOHNSON, D. E. Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. **Geocarto Int.** 16, p. 65–70, 2001.
- LUNA NETO, E. V. de; SILVA, A. V. da; BARBOSA DA SILVA, J. H.; SILVA, C. M. da; COSTA, T. R. S.; MIELEZRSKI, F. Índices espectrais de vegetação no monitoramento do milho (*Zea mays* L.) submetidos à bioestimulantes. **Nativa**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 323–330, 2023.
- LUSSEM, U.; BOLTEN, A.; GNYP, M. L.; JASPER, J.; BARETH, G. evaluation of rgb-based vegetation indices from uav imagery to estimate forage yield in grassland. **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information**, v. XLII, n. 3, p. 1215–1219, 2018.
- INPE; STEFFEN, C. A. **Introdução ao sensoriamento remoto**. INPE. 2011.
- MELO, D. H. C. T. B.; MENDONÇA, L. F. F. de.; SANTANA, J. O.; RAIMUNDO, R. D. P. Evolução da observação da terra por Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.2, n.2, 2021.
- NETO, R. P. M.; BREUNIG, F. M. Drones nas ciências florestais. In: PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. (Org.). **Drones e Ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. FACOS-UFSM, Santa Maria, 2019.
- NOVO, E. M. L. de M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.
- PAPPALARDO, S.E.; ANDRADE, D. Drones for good: UAS applications in agroecology and organic farming. In: MARCHI, M. de; DIANTINI, A.; PAPPALARDO, S.E. (Ed.) **Drones and Geographical Information Technologies in Agroecology and Organic Farming: Contributions to Technological Sovereignty**. CRC Press, London, 2022.

- PRUDKIN, G. Drones: su origen y aplicación en el periodismo contemporâneo para generación de contenidos em 3D. In: PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. (Org.). **Drones e Ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. FACOS-UFSM, Santa Maria, 2019.
- SANTOS, B.; LORDSLEEM JR., A. Revisão sistemática da literatura sobre o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) como equipamento de transporte. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18., 2020. [Anais...] Porto Alegre: ANTAC, 2020.
- SILVA, M. H. da; ELIAS, A. R.; ROSÁRIO, L. L. do. Análise da cultura da soja a partir de índices de vegetação (ExG – GLI – TGI – VEG) advindos de imagens RGB obtidas com ARP. **Revista Brasileira de Geomática**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 140, 2022.
- SIMAS, G. H. N.; FIEDLER, S.; CORTEZ, J. W. Uso de imagens aéreas com drones para identificação de falhas no estabelecimento da soja. In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G. (Org.). **Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume I**. Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.
- TUCKER, C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sens. Environ.** 8, p. 127–150, 1979.
- VIANA, S.; GIRÃO, L.; BENDAHAN, A.; FREITAS, V. D.; BENDAHAN, A. B. Análise visual de índices de vegetação utilizando imagens RGB para classificação de áreas de pastagens com presença de plantas invasoras. In: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, [Anais...], Boa Vista, Roraima, 2020.
- WOEBBECKE, D. M.; MEYER, G. E.; VON BARGEN, K.; MORTENSEN, D. A. Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions. **Trans. ASAE** 38, p. 259–269, 1995.

PLANOS E PROGRAMAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: UMA ANÁLISE DOS EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA EÓLICA DO RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL, ENTRE 2010 E 2023

PLANS AND PROGRAMS FOR THE PREVENTION AND MITIGATION OF SOCIO ENVIRONMENTAL IMPACTS: AN ANALYSIS OF TWO WIND ENERGY PROJECTS IN RIO GRANDE DO NORTE – BRAZIL, BETWEEN 2010 AND 2023

PLANES Y PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES: UN ANÁLISIS DE LOS PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA EN RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL, ENTRE 2010 Y 2023

Talles Rodrigo Barbosa de Aquino¹

 0000-0002-5984-7121

tallesrodrigo100@hotmail.com

Francisco das Chagas Silveira Souza²

 0009-0003-9042-1596

chagassouza1@outlook.com

Ana Paula Perlin³

 0000-0002-1756-5150

ana.perlin@ufsm.br

1 Discente do Mestrado em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5984-7121>. E-mail: tallesrodrigo100@hotmail.com.

2 Discente do Mestrado em Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9042-1596>. E-mail: chagassouza1@outlook.com.

3 Pós-doutoranda em Administração na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1756-5150>. E-mail: ana.perlin@ufsm.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A indústria de energia eólica no Brasil tem contribuído para a transição energética para uma matriz mais limpa no país. Essa expansão ocorre principalmente após incentivos ao setor de energias renováveis e à indústria a partir de 2002 e mais consistente após 2009 com o sistema de leilões. Porém, a produção de energia por fonte eólica no modelo centralizado acarreta diversos impactos, expondo populações a vulnerabilidades socioambientais. O estado do Rio Grande do Norte se destaca na produção de energia eólica no Brasil com a maior capacidade instalada e segunda maior quantidade de usinas. Assim, esta pesquisa objetiva analisar como os empreendimentos de energia eólica no RN têm planejado ações de prevenção e mitigação de impactos socioambientais. Para isso, foram analisados Relatórios e Estudos de Impactos Ambientais de empreendimentos para geração centralizada de energia eólica, consultando-se os Planos e Programas socioambientais. Foi observado um maior número de Planos/Programas na dimensão ambiental em detrimento da dimensão socioeconômica. Para grande parte dos impactos ambientais relatados por estudos de revisão de literatura, existem Planos/Programas correspondentes na maioria dos empreendimentos analisados, enquanto a grande maioria dos impactos socioeconômicos relatados pela literatura possuem Planos/Programas correspondente apenas na minoria de empreendimentos.

Palavras-chave: Energias Renováveis. Planejamento Ambiental.

ABSTRACT: The wind energy industry in Brazil has contributed to the energy transition for a cleaner matrix in the country. This expansion occurs mainly with incentives for the renewable energy sector and industry starting in 2002 and is more consistent after 2009 with the leitmóis system. Therefore, the production of energy from wind sources through a centralized model carries various impacts, exposing populations to socio-environmental vulnerabilities. The state of Rio Grande do Norte stands out in the production of wind energy in Brazil with the largest installed capacity and second largest number of plants. Likewise, this research aims to analyze how RN wind energy projects are planned actions to prevent and mitigate socio-environmental impacts. For this purpose, we have analyzed Reports and Environmental Impact Studies of undertakings for the centralized generation of wind energy, consulting the Socio-Environmental Plans and Programs. A greater number of Plans/Programs was observed in the environmental dimension to the detriment of the socioeconomic dimension. For most of the environmental impacts reported by literature review studies, there are corresponding Plans/Programs in most of the projects analyzed, while the vast majority of socioeconomic impacts reported by the literature have corresponding Plans/Programs only in a minority of projects.

Keywords: Renewable Energies. Environmental Planning.

RESUMEN: La industria eólica en Brasil ha contribuido a la transición energética hacia una matriz más limpia en el país. Esta expansión se produce principalmente después de los incentivos para el sector y la industria de las energías renovables a partir de 2002 y más consistentes después de 2009 con el sistema de subastas. Sin embargo, la producción de energía a partir de fuentes eólicas en el modelo centralizado provoca varios impactos, exponiendo a las poblaciones a vulnerabilidades socioambientales. El estado de Rio Grande do Norte se destaca en la producción de energía eólica de Brasil con la mayor capacidad instalada y el segundo mayor número de plantas. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar cómo los proyectos de energía eólica en RN cuentan con acciones planificadas para prevenir y mitigar impactos socioambientales. Para ello se analizaron Informes y Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de generación centralizada de energía eólica, consultando los Planes y Programas socioambientales. Se observó un mayor número de Planes/Programas en la dimensión ambiental en detrimento de la dimensión socioeconómica. Para la mayoría de los impactos ambientales informados por los estudios de revisión de la literatura, existen Planes/Programas correspondientes en la mayoría de los proyectos analizados, mientras que la gran mayoría de los impactos socioeconómicos informados en la literatura tienen Planes/Programas correspondientes solo en una minoría de los proyectos.

Palabras clave: Energías Renovables. Planificación Ambiental.

INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7 – Energia acessível e limpa, estabelece metas para aumentar substancialmente a participação das energias renováveis na matriz energética mundial e o fomento a tecnologias de energias limpas até 2030, como forma de garantir acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas (ONU, 2015). Esse, assim como outros ODSs, faz parte da Agenda 2030 firmada por diversos países visando superar diversos problemas, como a fome, pobreza e desigualdades.

Nesse contexto, a energia eólica tem sido uma fonte de energia renovável considerada a energia limpa com tecnologia mais madura dentre as disponíveis e a mais compatível com animais e humanos (Nazir *et al.*, 2020), possuindo grande competitividade no mercado em comparação aos combustíveis fósseis (Da Silva *et al.*, 2022).

No Brasil, a implementação de produção de energia por fonte eólica parece ter ganhado destaque a partir da criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), pela Lei nº 10.438/2002, a qual possibilitou o aumento da participação de fontes de energia renováveis, incluindo a eólica (BRASIL, 2002). Nesse âmbito também se ressalta a Lei nº 12.783/2013 que, viabilizou a criação da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para fomentar o desenvolvimento energético dos Estados e, dentre outros objetivos, tornar mais competitiva a energia produzida por fontes eólica, termossolar, fotovoltaica e outras fontes renováveis (BRASIL, 2013).

Nesse contexto, a região Nordeste do Brasil possui expressiva participação na geração de energia por fonte eólica e solar (ABEEÓLICA, 2022) e o estado do Rio Grande do Norte (RN) contava em julho de 2023 com a maior capacidade instalada do país para geração de energia elétrica por fonte eólica (8.806 MW) e a segunda maior quantidade de usinas eólicas (267) (CCEE, 2023). O RN possui grande potencial para energia eólica pois sua localização geográfica favorece correntes de vento tanto no litoral como no interior e, apesar da sazonalidade dos ventos, é considerado o estado com os melhores ventos para instalação de parques eólicos do território brasileiro (Dantas *et al.*, 2021).

No entanto, como se verá neste trabalho, a produção de energia por fonte eólica não é livre de impactos socioambientais, motivo pelo qual os empreendimentos elaboram Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) para o processo de licenciamento. Nestes documentos, uma parte do conteúdo registra o planejamento de ações para prevenir e mitigar impactos socioambientais, são os intitulados Planos ou Programas de ação. Estes dispositivos são planejados conforme as especificidades locais e a legislação ambiental aplicável das esferas federal, estadual e municipal.

Inserido neste contexto, o objetivo desta pesquisa é analisar como os empreendimentos de energia eólica no estado do RN têm planejado ações de prevenção e mitigação de impactos socioambientais. Para isso, foram analisados os RIMAs de empreendimentos que registraram processo de licenciamento para geração centralizada de energia eólica, consultando-se os planos e programas socioambientais. A documentação foi obtida no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA/RN). Por fim, confrontou-se os dados obtidos com os principais impactos elencados pela literatura sobre o tema, a fim de fornecer um panorama das ações planejadas pelos empreendimentos no RN.

Com isso, esta pesquisa contribui para identificar as práticas ambientais dos empreendimentos no que se refere aos potenciais impactos do setor de produção de energia por fonte eólica no RN, com foco na compreensão de quais as ações de prevenção e mitigação estão sendo planejadas. Além disso, a partir da análise interpretativa à luz de outras pesquisas sobre impactos da energia eólica, contribui-se para identificar possíveis pontos a serem melhorados no planejamento dos planos e programas dos empreendimentos de energia eólica, o que pode ser útil não só para as empresas considerarem a viabilidade de realizar ajustes, mas também para o poder público analisar a necessidade de estabelecer novas regulamentações sobre o tema.

ENERGIA EÓLICA E SEUS IMPACTOS

Para Adami, Antunes e Dawson (2022), o êxito do desenvolvimento do setor eólico brasileiro está relacionado a integração de políticas para implementação de energias renováveis, para indústrias, e pela criação do sistema de leilões em 2009. A fonte eólica era responsável por 2% da geração de energia elétrica nacional em 2013 e por 14% em julho de 2023, passando de uma capacidade instalada de 2.000 MW para 28.000 MW em 10 anos (CCEE, 2023). Tais dados demonstram uma transição para fontes renováveis e que parece ser um movimento global, visto que segundo a Agência Internacional de Energia (IEA) a geração por fontes eólica, solar fotovoltaica e biocombustíveis aumentou sua representação na matriz mundial de 2010 a 2020, assim como a participação do petróleo tem reduzido e de nuclear e carvão estabilizado (IEA, 2022).

Entretanto, a energia eólica possui impactos associados à construção e operação dos parques e, apesar disso, o licenciamento desses empreendimentos é considerado célere pelo fato de se caracterizar como de pequeno porte (DA SILVA *et al.*, 2022). Estudos na região Nordeste, por exemplo, revelam impactos na produção agrícola familiar ou de pequenos produtores, como Santana e Silva (2021), Junior *et al.* (2021), Da Silva (2023), Sales e Sales (2023). Especificamente no RN outros estudos revelam que os parques eólicos causaram exposição das comunidades no entorno a vulnerabilidade socioambiental, além de não ter se concretizado um desenvolvimento local, que por vezes, é utilizado como discurso para fomentar a implantação desses empreendimentos (Hofstaetter, 2016; Costa, 2015).

Evidencia-se, assim, que os impactos da geração de energia eólica são diversos e envolvem não só dimensões ambientais, como interferência no meio físico e biótico, mas também em dimensões socioeconômicas, a partir da

interação com as populações dos territórios onde são instalados os parques eólicos. A seguir são apresentados os principais problemas e potenciais impactos negativos associados a essa atividade a partir de autores que realizaram estudos de revisão e estado da arte sobre o tema, não só no Brasil como também em outros países. Por conveniência os itens estão organizados pela dimensão ambiental e socioeconômica.

Impactos na dimensão ambiental

a) Supressão Vegetal: a retirada da cobertura vegetal para fundações dos aerogeradores e construção de estradas está associada à destruição de habitat, que por sua vez atinge plantas e animais alterando o equilíbrio ecológico e podendo contribuir para extinção de espécies. O desmatamento também é responsável por mudanças no clima local, pois a perda de vegetação pode interferir em padrões de chuva. Esse impacto é ainda mais problemático em regiões semiáridas que já possuem ecossistemas frágeis (Da Silva *et al.*, 2022; Nazir *et al.*, 2020; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015).

b) Impacto em aves e morcegos: a presença de aerogeradores está associada indução da mortalidade e distúrbios em aves e morcegos, que podem colidir com as pás eólicas em movimento ou até mesmo em outras estruturas da usina, como cabos e linhas de transmissão. Mesmo à noite, as luzes presentes nos aerogeradores atraem aves, levando ao maior número desses animais voando na região, tornando-os mais vulneráveis às colisões (Da Silva *et al.*, 2022; Nazir *et al.*, 2020; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015).

c) Processos erosivos: a erosão do solo associada às usinas eólicas está ligada à retirada de cobertura vegetal e a escavações para construção do parque eólico e de estradas de acesso. Com a exposição do solo aos efeitos climáticos como ventos e chuvas, a erosão torna-se passível de ocorrer, causando a degradação do solo (Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Nazir *et al.*, 2020; Dai *et al.*, 2015).

d) Interferência eletromagnética: a presença das turbinas eólicas tem potencial para causar interferência nas ondas de rádio, seja pela estrutura da torre ou das pás. Segundo afirma Dai *et al.* (2015), os efeitos podem ser percebidos em diversos serviços sem fio tais como sinal de televisão, rádio FM e sistemas de navegação.

e) Efluentes líquidos: o uso de maquinários pesados na construção ou atividades de manutenção das usinas como lubrificação podem eventualmente ocasionar o despejo de óleo no solo que ao infiltrar ocasiona sérios problemas ambientais, assim como pode ocorrer em caso de produções *offshore*, contaminando os oceanos (Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015; Nazir *et al.*, 2020).

f) Interferência no clima: Nazir *et al.*, (2020) comentam que a remoção de vegetação pode resultar em mudanças climáticas indesejadas, como alterações nos padrões de chuva. Já segundo Dai *et al.*, (2015) essa mudança climática local ocasionada pelos parques eólicos pode induzir a longo prazo mudanças na vida selvagem. Apesar de a mudança climática poder ocorrer de forma negativa na região, os autores salientam que estudos demonstram que o contrário também pode ocorrer, com observado na redução da velocidade de ventos que contribuiu para mitigação de efeitos de tempestade de areia em uma província da China.

g) Comprometimento de corpos hídricos: o problema é relatado pelo estudo de revisão de Da Silva (2022) e está relacionado não só a potenciais efeitos do despejo de efluentes líquidos contaminantes, como óleo de maquinários, mas também à perfuração de poços artesianos para instalação dos empreendimentos, comprometendo a disponibilidade de água nos lençóis freáticos e, portanto, reduzindo a água doce disponível para as populações.

h) Alteração topográfica: este problema pode ocorrer principalmente em regiões de dunas, como observa Da Silva (2022), devido às movimentações de areia que sofrem interferência dos ventos.

Impactos na dimensão socioeconômica

a) Adoecimento: o adoecimento da população no entorno dos parques tem sido associado principalmente aos efeitos do ruído das usinas eólicas, seja pelo efeito aerodinâmico das pás ou pelo funcionamento mecânico de outras partes da estrutura (Da Silva, 2022; Azevedo; Nascimento; Schram, 2017; Dai *et al.*, 2015; Nazir *et al.*, 2020). A percepção e incômodo em noites tranquilas segundo Dai *et al.* (2015) pode ocorrer até mesmo a 1900 metros de distância no entorno da usina eólica. Tal barulho pode propiciar por exemplo doenças psicológicas (Da Silva, 2022).

b) Interferência visual na paisagem: estudos têm sido realizados para avaliar a interferência visual das usinas eólicas, conforme destacam Nazir *et al.* (2020), sendo a distância das residências até as usinas fator determinante para esse impacto. O estudo de Dai *et al.* (2015) também destaca a interferência visual como impacto que leva as pessoas a terem uma opinião negativa sobre essa indústria energética, nesse caso não apenas pela alteração da paisagem, mas também devido ao sombreamento direto ou por reflexo do material das torres eólicas. Os autores salientam que a percepção desse impacto é subjetiva, já que depende do que a população avalia ser positivo ou negativo, havendo também pessoas que consideram a alteração na paisagem como positiva.

- c) Questões contratuais: a revisão de Da Silva (2022) revela que muitas abusivas à população que assina contrato com os empreendimentos para arrendar suas terras é um impacto social relevante. Junta-se a isso o fato de a população considerar a relação contratual insegura para benefício da população, devido a existência de contratos duvidosos, o que afeta o bem-estar das pessoas. O trabalho de Sales e Sales (2023) também cita contratos questionáveis como um fator presente em alguns empreendimentos.
- d) Sobrecarga de serviços públicos: a sobrecarga de serviços públicos como de saúde e segurança está diretamente ligada ao agravamento de questões de saúde pública. Da Silva (2022) explica que isso se dá principalmente devido a quantidade de trabalhadores que migram para as comunidades onde são instalados os empreendimentos, já que apenas uma parte da mão de obra é aproveitada da própria localidade.
- e) Agravamento de questões de saúde pública: tem sido relatado o agravamento de questões de saúde pública como o uso de drogas e gravidez indesejada. Esse fato também está relacionado com a migração de grande quantidade de trabalhadores, que por vezes “voltam para seus municípios e deixam mulheres com seus filhos, desamparadas financeiramente” (Da Silva, 2022, p. 7).
- f) Riscos de acidentes: estruturas como cabos de alta tensão descobertos durante construção ou operação podem expor a população a sofrer acidentes (Da Silva, 2022).
- g) Privatização da terra: os estudos analisados por Da Silva (2022) permitem verificar que o arrendamento da terra por vezes torna-se um impacto para a população. Nesse mesmo sentido alguns estudos de caso no Brasil revelam situações de expropriação ou desterritorialização sofridos por populações de localidades onde se instalou a indústria eólica (Santana; Silva, 2022; Da Silva, 2023; Sales; Sales, 2023) o que demonstra que a dimensão fundiária é algo a ser considerado dentre os impactos socioeconômicos da energia eólica.
- h) Rachaduras em edificações: rachaduras podem ocorrer em residências e em reservatórios de água, seja pela explosão para construção das fundações ou pela passagem de veículos pesados, situação especialmente problemática em regiões que já sofrem com a seca (Da Silva, 2022; Sales; Sales, 2023).

Na próxima seção são apresentados os aspectos metodológicos do estudo.

MÉTODO DO ESTUDO

Para atender o objetivo proposto foi desenvolvido um estudo de caráter descritivo. Quanto aos procedimentos, foram utilizados dados secundários a partir de uma análise documental e bibliográfica. A pesquisa documental se diferencia da bibliográfica essencialmente pela diferença das fontes, pois enquanto a bibliográfica obtém as contribuições de diversos autores sobre um assunto, a documental utiliza materiais sem tratamento analítico prévio ou que podem ser alterados conforme objetivos da pesquisa. Nesse último caso se enquadram documentos que já passaram por alguma forma de análise, como relatórios de empresas (Gil, 2014).

Para identificação de como os empreendimentos de energia eólica têm planejado ações de mitigação de impacto socioambiental no estado do RN, foram consultados processos de licenciamento e os respectivos Relatório de Impacto Ambiental e/ou Estudo de Impacto Ambiental disponibilizados no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA/RN), de acesso público.

Desse modo, foram identificados 50 processos de licenciamento de empreendimentos de geração centralizada de energia eólica no RN entre 2010 e 2023. Devido a um dos arquivos estar corrompido, a quantidade de relatórios analisados foi 49. Cada RIMA correspondente ao empreendimento foi acessado e os itens que tratavam de planos ou programas de ação para mitigação de impactos foram lidos.

Realizou-se o registro dos planos e programas em planilha eletrônica com auxílio do *Microsoft Excel*. Foram catalogados 44 planos ou programas de ação que abrangem dimensões ambientais e socioeconômicas. Por fim foi realizada a análise e descrição dos dados, por meio da criação de gráficos e tabelas, que auxiliaram nas discussões dos resultados confrontando com os dados obtidos na literatura científica obtidos pela pesquisa bibliográfica.

Na próxima seção expõe-se os principais achados do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da elaboração de quadro geral contendo todos os planos e programas de ações previstos nos RIMAs foi possível verificar e detalhar a incidência das práticas ambientais, ou seja, em quantos empreendimentos estão presentes os Planos e/ou Programas. Foram identificados 44 diferentes tipos de Planos e/ou Programas dentre os quais 26 direcionados essencialmente à dimensão ambiental e 18 à dimensão socioeconômica, o que corresponde a parcela de 59% e 41%, respectivamente. Ao todo foram identificados 563 Planos/Programas da dimensão ambiental previstos nos RIMAs analisados e 180 da dimensão socioeconômica, o que equivale a 76% e 24%, respectivamente.

A Tabela 1 exibe os programas mais frequentemente registrados nos RIMAs dos empreendimentos de energia eólica no RN na **dimensão ambiental**. O programa dessa dimensão que teve a maior predominância nos empreendimentos se refere a recuperação de áreas degradadas ou reposição florestal (esteve em 48 dos 49 empreendimentos - 98%). Esse e outros dois programas presentes na Tabela 1 estão diretamente relacionados à degradação do ambiente pela retirada da vegetação. O programa de controle do desmatamento, por exemplo, incide diretamente na demanda pelo programa de monitoramento e manejo da fauna. Esses três programas, portanto, corroboram com o que tem sido elencado pela literatura como um dos principais impactos da energia eólica, a degradação do ambiente, conforme Da Silva *et al.*, (2022), Azevedo, Nascimento e Schram (2017), Nazir *et al.*, (2020) e Dai *et al.*, (2015).

Tabela 1. Programas mais frequentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Ambiental	Programa de Recuperação das áreas Degrada ou Reposição Florestal	48
Ambiental	Programa de Controle de Desmatamento ou de Supressão Vegetal	45
Ambiental	Programa de Monitoramento dos Ruídos	44
Ambiental	Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	44
Ambiental	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	37

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma maior quantidade de programas de monitoramento de ruídos (presente em 90% dos casos) vai ao encontro do que é destacado pela literatura no tema, já que o ruído decorrente das usinas eólicas é reconhecido como um dos principais problemas desse sistema produtivo (Nazir *et al.*, 2020). Por isso, não só o acompanhamento dos níveis aceitáveis de ruídos é necessário, mas também a inovação de tecnologias pela indústria que proporcionem cada vez menos impactos em decorrência dos ruídos aerodinâmicos e mecânicos, como por exemplo o desenho de pás que possam reduzir esse impacto (Dai *et al.*, 2015).

A disposição ou geração de resíduos sólidos, previsto em 37 dos 49 empreendimentos, não se revela um impacto destacado pela literatura consultada, ou seja, nas revisões de Da Silva *et al.*, (2022), Azevedo, Nascimento e Schram (2017), Nazir *et al.*, (2020) e Dai *et al.*, (2015). No entanto pode-se atribuir a previsão deste dispositivo principalmente em decorrência da necessidade de adequação do empreendimento ao Plano Nacional e ao Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Os Planos/Programas da **dimensão ambiental** que menos foram previstos nos empreendimentos constam na Tabela 2, todos identificados apenas uma vez dentre os 49 documentos analisados. Vale salientar que, no que se refere ao Programa de Conservação Ambiental, apesar de prever individualmente medidas mais diretas para este fim, o seu conteúdo está incluído em grande medida em outros tipos de planos que também contribuem com a conservação, como o Plano de Controle de Desmatamento ou até mesmo o Plano de Gestão Ambiental como um todo, em alguns casos.

Tabela 2. Planos/Programas menos frequentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Ambiental	Programa de Conservação Ambiental	1
Ambiental	Programa de Proteção das Áreas de Preservação Permanente	1
Ambiental	Programa de Monitoramento e Prevenção de Patologias em Edificações	1
Ambiental	Programa de Controle de Limpeza do Terreno	1
Ambiental	Programa de Desmobilização do Canteiro de Obras	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já o Programa de Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) também está presente em apenas um empreendimento. No entanto, como os programas são elaborados com base em estudos específicos de cada área de influência do empreendimento, a ausência de APPs na região pode justificar a não previsão desse tipo de programa.

Em relação a existência do plano para prevenção de patologias nas edificações, a presença deste em apenas um empreendimento pode revelar fragilidades no que se refere a esse impacto, já que a ocorrência de rachaduras em casas no entorno dos empreendimentos pode ocorrer não só pela construção (quando se utilizam explosivos) mas também devido ao tráfego de veículos pesados (Da Silva, 2022; Sales; Sales, 2023).

Os demais programas, de controle de limpeza do terreno e de desmobilização de canteiro de obras estão mais diretamente ligados a atividades operacionais durante a construção das usinas. A adequada gestão do canteiro de obras é essencial para a prevenção de acidentes com a população local, fato que é citado por Da Silva (2022) como um dos impactos em potencial das usinas eólicas.

Na Tabela 3 constam os Planos/Programas da **dimensão socioeconômica** mais frequentes dentre os empreendimentos. Percebe-se que o único Programa que foi identificado em todos os 49 empreendimentos foi o de Comunicação Social e Educação Ambiental. Em alguns casos esses programas são unificados e em outros casos são evidenciados de forma separada. Essas ações, em geral, conforme constam nos documentos analisados, visam manter a comunicação com a população diretamente afetada pela instalação e operação dos parques eólicos, proporcionando maior transparência e conhecimento acerca dessa indústria energética e meio ambiente, já que muitas localidades não estão habituadas com esse tipo de tecnologia.

Tabela 3. Planos/Programas mais frequentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Socioeconômica	Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental	49
Socioeconômica	Plano ou Programa de Proteção do Trabalhador e/ou Segurança do Ambiente de Trabalho	33
Socioeconômica	Programa de Capacitação, Contratação e Desmobilização da Mão de Obra	15
Socioeconômica	Programa de Priorização da Mão de Obra e de Fornecedores Locais	13
Socioeconômica	Programa de Reassentamento da População ou de Monitoramento Socioeconômico	13

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Programa de Capacitação, Contratação e Desmobilização de Mão de Obra, em geral, busca qualificar as pessoas para o trabalho, incluindo a população local, conquanto Da Silva (2022) observa que a maioria da mão de obra qualificada vem de fora, de modo que a geração de emprego não beneficia necessariamente a população do entorno. No entanto, a presença do programa de priorização de mão de obra e fornecedores locais em 13 empreendimentos (26%) revela um possível reconhecimento incipiente desta problemática, buscando trazer mais integração da população com o empreendimento através do emprego, seja ele direto ou indireto.

Por fim, a previsão do Programa de Reassentamento da População ou de Monitoramento Socioeconômico, conforme a Tabela 3, envolve principalmente a logística necessária para possíveis mudanças da população para outras localidades, assim como pode auxiliar o poder público informando dados para possíveis demandas por serviços públicos.

Os dados da Tabela 4 demonstram possíveis fragilidades no planejamento de ações de prevenção e mitigação de impactos numa dimensão socioeconômica em decorrência da previsão desses programas em apenas 1 empreendimento cada. O monitoramento de saúde das comunidades, por exemplo, seria essencial considerando o impacto do ruído na operação das usinas eólicas, reconhecido como motivador de doenças psicológicas conforme observa Da Silva (2022). Já o programa de gestão de alojamento visa oferecer aos trabalhadores a possibilidade de residir no local próximo ao empreendimento com serviços culturais, esportivos e de lazer além de objetivar reduzir a pressão por moradias na região.

Os programas de apoio a comunidades quilombolas e de gestão fundiária revelam o quanto essa temática parece estar distante do planejamento de ações dos empreendimentos. Além disso a questão fundiária é relevante diante de

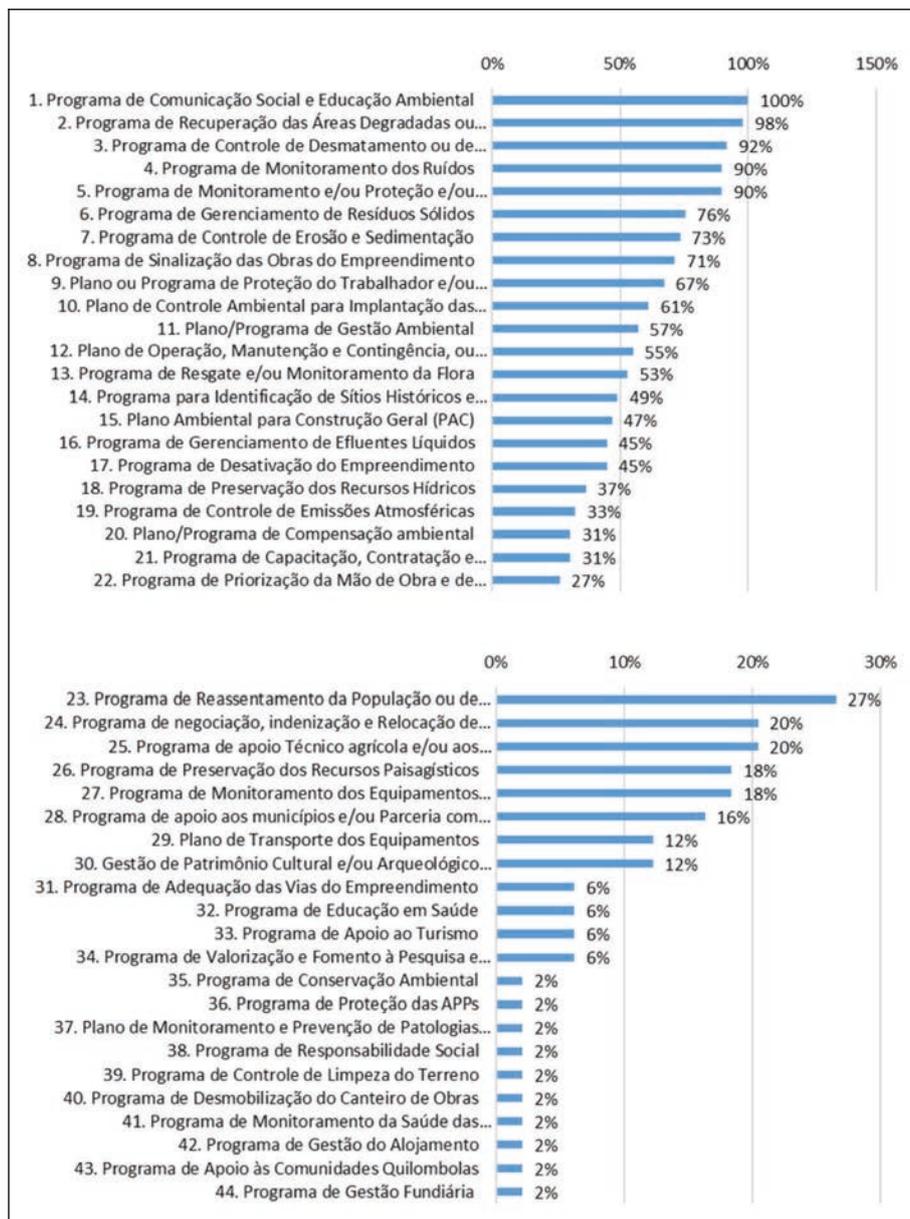
diversos estudos que têm demonstrado processos de desterritorialização em decorrência da indústria de energia eólica, incluindo localidades de povos originários (Santana; Silva, 2022; Da Silva, 2023; Sales; Sales, 2023).

Tabela 4. Planos/Programas menos frequentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Planos e Programas de ação	Quantidade de empreendimentos em que aparecem
Socioeconômica	Programa de Responsabilidade Social	1
Socioeconômica	Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	1
Socioeconômica	Programa de Gestão do Alojamento	1
Socioeconômica	Programa de Apoio às Comunidades Quilombolas	1
Socioeconômica	Programa de Gestão Fundiária	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 exibe os percentuais que representam o quanto cada tipo de Plano/Programa foi planejado em relação ao universo de empreendimentos analisados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1. Percentual de empreendimentos em que os planos/programas estão previstos.

As Tabelas 5 e 6 apresentam um comparativo entre os principais impactos relatados pela literatura e o quanto tais impactos têm sido abordados pelos planos e programas dos empreendimentos de energia eólica do RN.

Tabela 5. impactos relatados pela literatura e planos/programas correspondentes na dimensão Ambiental.

Dimensão	Principais impactos negativos relatados pela literatura	planos/programas correspondentes	% de empreendimentos com plano/programa nesse tema
Ambiental	supressão vegetal (perda de fauna e/ou flora)	Programa de Recuperação das Áreas Degradadas ou Reposição Florestal	98%
		Programa de Controle de Desmatamento ou de Supressão Vegetal	92%
		Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	90%
		Programa de Resgate e/ou Monitoramento da Flora	53%
	impacto em morcegos e/ou pássaros	Programa de Monitoramento e/ou Proteção e/ou Manejo da Fauna	90%
	processos erosivos	Programa de Controle de Erosão e Sedimentação	73%
	efluentes líquidos	Programa de Gerenciamento de Efluentes Líquidos	45%
	comprometimento de corpos hídricos	Programa de Preservação dos Recursos Hídricos	37%
	interferência visual / na paisagem natural	Programa de Preservação dos Recursos Paisagísticos	18%
	rachaduras em edificações	Plano de Monitoramento e Prevenção de Patologias em Edificações	2%
	interferência no clima	-	0%
	interferência eletromagnética	-	0%
	alterações na topografia (dunas)	-	0%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6. Impactos relatados pela literatura e planos/programas correspondentes na dimensão Socioeconômica.

Dimensão	Principais Impactos negativos relatados pela literatura	planos/programas correspondentes	% de empreendimentos com plano/programa nesse tema
Socioeconômica	Ruído e adoecimento associado	Programa de Monitoramento dos Ruídos	90%
		Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	20%
	riscos de acidentes (cabos elétricos)	Programa de Operação, Manutenção e Contingência, ou de Gerenciamento de Risco, ou de Segurança e Emergência	55%
	questões contratuais (multas abusivas, insegurança de vínculo empresa-população)	Programa de negociação, indenização e Relocação de Beneficiárias	20%
		Programa de Gestão Fundiária	2%
	agravamento de questões de saúde pública (drogas, gravidez indesejada)	Programa de Monitoramento da Saúde das Comunidades	20%
		Programa de Educação em Saúde	6%
	privatização da terra	Programa de negociação, indenização e Relocação de Beneficiárias	20%
		Programa de Gestão Fundiária	2%
	sobrecarga de serviços públicos	Programa de Monitoramento dos Equipamentos Urbanos	18%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Há de se destacar que os planos e programas são elaborados pelas empresas contratadas para realizar os estudos na área de influência, enquanto a efetiva execução é responsabilidade do empreendimento, seja diretamente ou por meio de terceiros. Além disso, os próprios autores dos RIMAs informam que os detalhamentos posteriores para execução das ações são de responsabilidade do empreendimento, não havendo precisão mais aprofundada nos relatórios (EIA/RIMA).

Durante a pesquisa, foram identificados diversos documentos idênticos no que se refere aos itens de planos e programas, em especial aqueles elaborados por uma mesma empresa de consultoria ambiental. Apesar de essa similaridade poder ocorrer em casos de complexos eólicos (união de diversos parques eólicos), o que pode justificar a realização de um único estudo local, há de se reconhecer que cada município possui especificidades que demandam análises mais precisas. Foi observado um caso de complexo com vários empreendimentos em municípios distintos que, apesar de cada um passar por processo único de licenciamento, os planos e programas foram elaborados como um todo, não havendo sinalização de consideração de especificidades de cada município.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra uma variedade de Planos e Programas de prevenção e mitigação de impactos planejados por empreendimentos de energia eólica no estado do RN. Há um maior destaque para ações previstas na dimensão ambiental em detrimento da dimensão socioeconômica. Para a maior parte dos principais impactos **ambientais** relatados por estudos de revisão de literatura, existem Planos/Programas correspondentes na maioria dos empreendimentos, enquanto a grande maioria dos impactos **socioeconômicos** relatados pela literatura possuem Planos/Programas correspondente numa minoria de empreendimentos.

Apesar dos planos e programas serem elaborados em geral a partir de diagnóstico prévio da área de influência dos empreendimentos, conhecer as ações propostas pelos empreendimentos em cada região, estado ou município pode revelar possíveis falhas nesses levantamentos ao se observar, por exemplo, que um aspecto importante do empreendimento para determinado território não possuiu plano/programa de ação para o enfrentamento.

Vale salientar que a etapa analisada nesta pesquisa foi o planejamento de ações, por meio de planos e programas, o que não significa necessariamente que tais práticas foram ou estão sendo executadas. Por isso, sugere-se que pesquisas futuras adotem procedimentos qualitativos e quantitativos a partir de dados primários, a fim de analisar se tais ações estão sendo colocadas em prática pelos empreendimentos e se estão, de fato, obtendo êxito a prevenção e mitigação de impactos.

REFERÊNCIAS

- ABEEólica - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS TECNOLOGIAS. **Boletim anual 2022**. São Paulo: Si, 2022. 19 p. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- ADAMI, V. S.; ANTUNES JR, J. A. V.; DAWSON JR, G. E. Public policies and their influence on the development of the wind industry: comparisons between Brazil and China. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 24, n. 8, p. 2621-2638, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361266266_Public_policies_and_their_influence_on_the_development_of_the_wind_industry_comparisons_between_Brazil_and_China>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- AZEVEDO, J. P. M. de; NASCIMENTO, R. S. do; SCHRAM, I. B. ENERGIA EÓLICA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, Maringá, v. 51, n. 1, p. 101-106, mar./abr. 2017. Disponível em: <<https://revista.uninga.br/uninga/article/view/1340>>. Acesso em: 04 out. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 10438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) [...]. Brasília, DF, 26 abr. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110438.htm>. Acesso em: 05 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12783, de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; [...]. Brasília, DF, 11 jan. 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm>. Acesso em: 05 dez. 2023.
- CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (São Paulo). **Geração de energia elétrica**. 2023. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/en/web/guest/dados-e-analises/dados-geracao>>. Acesso em: 22 out. 2023.
- COSTA, R. F. da. **Ventos que transformam?** Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. 211f. Dissertação de Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

- DA SILVA, L. F. *et al.* Impactos socioambientais de parques eólicos no Brasil: uma revisão da literatura. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022. Disponível em: <https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas_journal/article/view/2004>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DA SILVA, T. A. A. Percepção de risco, produção de energia eólica e pequenos agricultores do agreste pernambucano. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, v. 11, n. 1, p. 80-96, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/cadecs/article/view/41925>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DAI, Kaoshan *et al.* Environmental issues associated with wind energy—A review. **Renewable energy**, v. 75, p. 911-921, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148114007149>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- DANTAS, G. C. B. *et al.* Panorama do setor eólico no estado do Rio Grande do Norte no período 2004-2017. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 79-94, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/J9h3G3zBmMXr7d5gzYtrhmn/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas SA, 2014.
- HOFSTAETTER, M. **Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte**. 2016. Dissertação de Mestrado. Brasil.
- IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2022**. IEA, Paris. 2022. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- NAZIR, M. S. *et al.* Potential environmental impacts of wind energy development: A global perspective. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 13, p. 85-90, 2020. Science Direct: Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584420300039>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- RAD - Relatório Anual de Desmatamento 2022 - São Paulo, Brasil - **MapBiomass**, 2023 - 125 páginas. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- SALES, R. M. M.; SALES, L. G. de L. **Energia Renovável Centralizada e Minerais de Transição Energética: paradoxos entre os negócios de energia e os direitos humanos de povos e comunidades tradicionais do Brasil**. Campina Grande: Edupeb, 2023. 168 p. Disponível em: <<https://zenodo.org/records/7970721>>. Acesso em: 24 out. 2023.
- SANTANA, A. O. de; SILVA, T. A. A. da. Produção de energia eólica em Pernambuco e a injustiça ambiental sobre comunidades rurais. **Revista Katálysis**, v. 24, p. 245-254, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rtk/a/nsbqwx8gzFshryZGqKJhDc/>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ANÁLISE ESPACIAL DOS SINISTROS DE TRÂNSITO NA ÁREA URBANA DA CIDADE DE PORTO VELHO-RO, NO PERÍODO DE 2018 A 2021, COM USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA-SIG

SPATIAL ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE URBAN AREA OF THE CITY OF PORTO VELHO-RO, IN THE PERIOD FROM 2018 TO 2021, USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM-GIS

ANÁLISIS ESPACIAL DE ACCIDENTES DE TRÁFICO EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE PORTO VELHO-RO, DE 2018 A 2021, UTILIZANDO EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-SIG

Alcione Gomes Botelho¹

 0000-0001-9222-8595

alcioneg.botelho@gmail.com

Siane Cristhina Pedroso Guimarães²

 0000-0002-8332-9850

sianecpg@unir.br

1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-8595>. E-mail: alcioneg.botelho@gmail.com.

2 Doutora e Prof^a. de Geografia da Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8332-9850>. E-mail: sianecpg@unir.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A violência no trânsito passou a ser considerada uma epidemia e o número de vítimas em decorrência de sinistro de trânsito são cada vez mais elevados e responsáveis por levar a morte ou deixar lesões grave as vítimas. Este trabalho tem por objetivo fazer uma análise espacial dos índices dos sinistros de trânsito na área urbana da cidade de Porto Velho, capital do estado de Rondônia, nos anos de 2018 a 2021. A pesquisa corresponde de abordagens qualitativa e quantitativa, assim como de levantamento de dados bibliográficos e documental, além do método de procedimento estatístico e técnicas de geoprocessamento com uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), para compreensão da espacialização dos sinistros de trânsito, que entre o período de 2018 a 2021 reduziram em cerca de -34,2%. A compreensão da análise espacial dos fatores que contribuem para a violência no trânsito é fundamental, pois os sinistros de trânsito apresentam-se como problema social, econômico e de saúde pública a nível global.

Palavras-chave: Sinistros de Trânsito. Mobilidade Urbana. Análise Espacial. Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT: Traffic violence is now considered an epidemic and the number of victims of traffic accidents is increasingly high and can lead to death or serious injury. The aim of this study is to carry out a spatial analysis of traffic accident rates in the urban area of the city of Porto Velho, capital of the state of Rondônia, from 2018 to 2021. The research consists of qualitative and quantitative approaches, as well as bibliographic and documentary data collection, in addition to the statistical procedure method and geoprocessing techniques using the Geographic Information System (GIS), to understand the spatialization of traffic accidents, which between 2018 to 2021 reduced by around -34.2%. Understanding the spatial analysis of the factors that contribute to traffic violence is fundamental, as traffic accidents are a global social, economic and public health problem.

Keywords: Traffic Accidents. Urban Mobility. Spatial Analysis. Geographic Information System.

RESUMEN: La violencia vial ha llegado a ser considerada una epidemia y el número de víctimas derivadas de accidentes de tráfico es cada vez mayor y responsable de provocar muertes o lesiones graves a las víctimas. Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis espacial de las tasas de accidentes de tránsito en el área urbana de la ciudad de Porto Velho, capital del estado de Rondônia, en los años 2018 a 2021. La investigación involucra enfoques cualitativos y cuantitativos, así como un levantamiento de datos bibliográficos y documentales, además del método de procedimiento estadístico y técnicas de geoprosesamiento utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), para comprender la espacialización de los accidentes de tránsito, que entre el periodo de 2018 a 2021 se redujeron en aproximadamente -34,2 %. Comprender el análisis espacial de los factores que contribuyen a la violencia vial es fundamental, ya que los accidentes de tránsito se presentan como un problema social, económico y de salud pública a nivel global.

Palabras clave: Accidentes de tránsito. Movilidad urbana. Análisis espacial. Sistema de información geográfica.

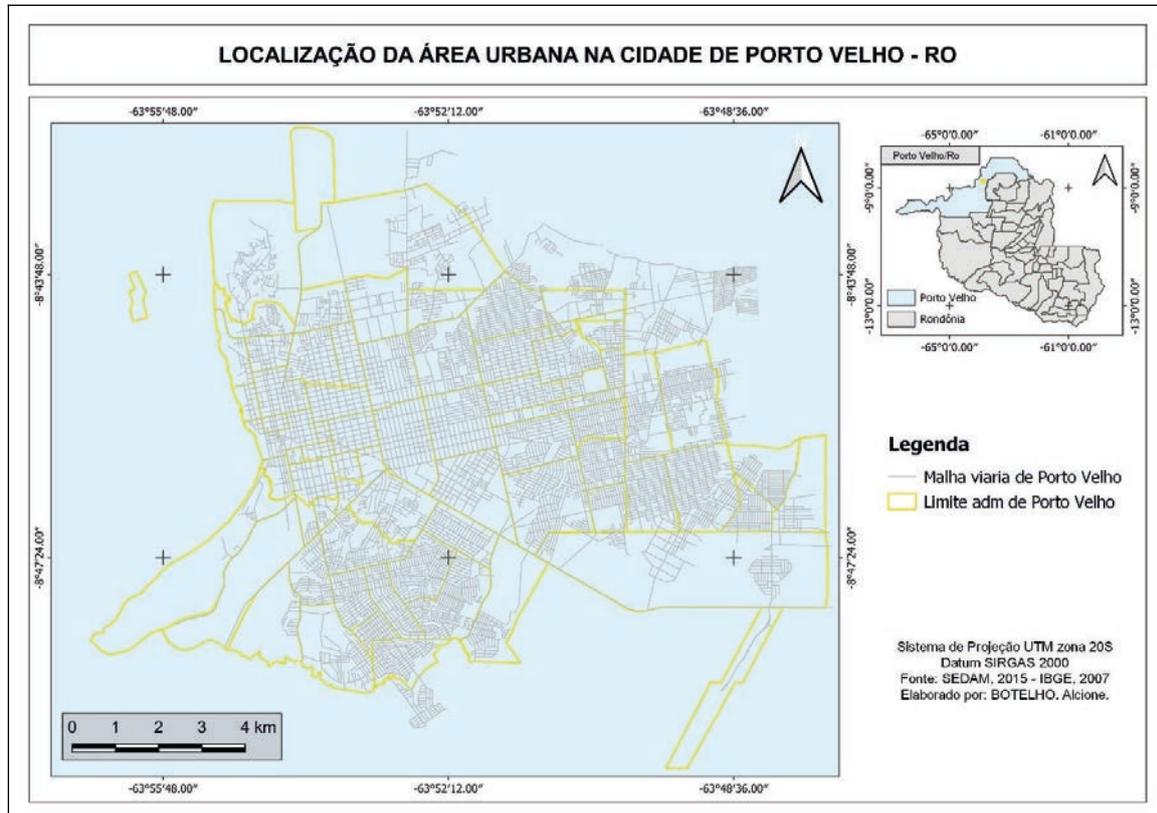
INTRODUÇÃO

A preocupação com a violência e a segurança no trânsito há anos vem sendo discutida a nível global devido aos grandes números de mortes em decorrências de sinistros de trânsito que passou a ser considerado uma epidemia e um problema de calamidade pública em todo o mundo. Ademais, vale destacar que de acordo com a Assembleia Geral das Nações Unidas em 2020, os sinistros de trânsito representaram uma das principais causas de morte e ferimentos, com cerca de mais de 1,35 milhões de vítimas fatais e até 50 milhões de pessoas lesionadas por ano no trânsito, com idade entre 15 e 29 anos.

Considerando o crescimento dos números de casos de sinistros no trânsito, torna-se de suma importância a realização de investigação dessa problemática na cidade de Porto Velho, localizada no estado de Rondônia entre a Latitude Sul 08°40'00" e 08°50'00" e Longitude Oeste 63°54'14" e 64°00'00", Figura 1. Segundo dados de 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE estimou para 2021 cerca de 548.952 pessoas para o município de Porto Velho. Observa-se que Política Nacional de Mobilidade Urbana a Lei nº 12.587/2012 objetiva a integração entre os diferentes meios de transporte e melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território dos município e em todos os municípios acima de 20.000 habitantes é obrigatório a elaboração do plano diretor, compatível com os respectivos Plano de Mobilidade Urbana, priorizando acesso ao sistema de transporte público coletivo ou individual, motorizado, a pé ou por bicicleta de acordo com a legislação vigente.

Entretanto, o conhecimento do processo de transformação do território pela gestão pública, gera um grande desafio para o planejamento do espaço urbano em Porto Velho, sendo evidente esse reflexo na organização socioespacial da cidade. Santos (2020) afirma que, a sociedade só pode ser definida através do espaço, já que o espaço é o resultado da

produção, da história dos processos produtivos impostos ao espaço pela sociedade. Ressaltam Freitas e Ferreira (2010) que as atuais formas de organização intraurbana se caracterizam pelo processo de segregação espacial e pelas desarticulações das estruturas presentes na cidade, assim como o aumento dos sinistros de trânsito, que ocorrem principalmente em relação à falta de planejamento urbano enquanto processo, implicando no desrespeito a legislação e na produção do espaço urbano. À vista disso, a magnitude das lesões e mortes não é um problema de trânsito apenas, pois as incapacidades e perdas de vida em idade produtiva apresentam consequências sociais e econômicas graves (BRASIL, 2017).



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 1. Mapa de localização da área urbana da cidade de Porto Velho - RO.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo realizar uma análise espacial do índice dos sinistros de trânsito na área urbana da cidade de Porto Velho, nos anos de 2018 a 2021, com uso do Sistema de Informação Geográfica SIG, que para fins de diagnósticos dos sinistros de trânsito empregado às técnicas de geoprocessamento é fundamental para qualidade e análise da mensuração de grande quantidade de dados.

METODOLOGIA

Diante dos problemas da violência no trânsito e dos fatores que possibilitam essas ocorrências é fundamental a tomada de medidas e ações que contribuam para a redução do número de mortes no trânsito, com interação conjunta com a sociedade e estado.

A pesquisa trata-se de abordagens qualitativa e quantitativa, onde uma complementa a outra, buscando-se a interação da teoria com as técnicas da pesquisa na interpretação da dinâmica espacial urbana, bem como, fatores contribuintes das ocorrências dos sinistros de trânsito. Sendo que a investigação do objeto de estudo se constitui de levantamento de pesquisa bibliográfica realizada com base em dados teóricos de várias fontes secundárias e com base em pesquisa documental que engloba materiais existentes proveniente de órgão que realizaram as observações primárias (Lakatos; Marconi, 2018).

A fundamentação teórica do assunto é indispensável para o processo de interpretação e análise dos dados e dos problemas do trânsito na malha viária urbana de Porto Velho, com realização de procedimento de análise estatística da evolução dos sinistros de trânsito no ano de 2018 a 2021. Visto que, “os procedimentos estatísticos fornecem considerável reforço às conclusões obtidas, sobretudo mediante a experimentação e a observação” (Gil, 2008, p. 17).

Para dimensionar os fenômenos no espaço viário, utilizou-se de compreensão de estatística descritiva, assim como técnicas de Geoprocessamento, com uso dos softwares livre QGIS *Desktop* versão 3.16.10, para a verificação

topológica dos sinistros na malha viária urbana de Porto Velho, software *Excel* da *Microsoft* para compilação e quantificação dos dados, bem como, para uma melhor espacialização dos sinistros na área.

O presente estudo busca apresentar uma análise espacial metodológica na identificação dos locais críticos dos sinistros de trânsito, com aplicação de técnicas e ferramentas de SIG na análise espacial dos sinistros. Rosa (2011, p. 276) afirma que a “análise espacial faz a ligação entre o domínio essencialmente cartográfico e as áreas de análise aplicada, estatística e a modelagem, permitindo combinar variáveis georreferenciadas e a partir delas, criar e analisar novas variáveis”.

A análise foi realizada com dados provenientes do DETRAN de Rondônia do ano de 2018 a 2021, que utiliza dados de sinistros de trânsito da Polícia Militar (PM), Polícia Civil (PC), Polícia Rodoviária Federal (PRF), Delegacia de Acidentes de trânsito (DAT), Instituto Médico Legal (IML), Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e Dados do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM). Sendo analisados e reorganizados as informações das variáveis relacionadas com o envolvimento dos sinistros no software Excel, assim como, o cálculo do raio da distância média e do desvio padrão dos pontos dos sinistros, bem como, a espacialização das ocorrências dos sinistros em mapas temáticos, elaborados com técnicas no software Qgis, que “com auxílio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) requer planejamento e uma metodologia adequada para permitir a otimização dos procedimentos na organização dos dados” (Silva, 2003). E através de dados gerados dos raios da distância mínima e da distância máxima, pode-se escolher qual o melhor raio para se gerar os mapas de calor no software Qgis, que permitem localizar os agrupamentos dos pontos dos sinistros e os grupos isolados de pontos, para poder representá-los visualmente da melhor maneira nos mapas temáticos.

A análise dos dados de indicadores sociais é fundamental na produção de informações para prevenção e intervenção relacionada ao comportamento e conduta dos usuários no trânsito. E “os SIGs inserem-se nesse contexto porque auxiliam no gerenciamento das informações existentes, além de possibilitarem uma melhor representação das informações e análises, de modo mais ampliado e profundo” (Garcia, 2014, p.53).

A partir da compreensão das causas do problema, identificam-se os locais que estão mais expostos aos riscos de sinistros, bem como os fatores contribuintes causados pelos sinistros de trânsito, baseando-se nos dados quantitativos e qualitativos da pesquisa, podendo assim, identificar o índice de sinistros na área desse estudo.

REFERENCIAL TEÓRICO

As ocorrências de sinistros no trânsito apresentam-se de forma preocupante e de grande relevância devido ao grande número de pessoas que morrem ou ficam com lesões decorrentes de sinistros, tomar conhecimento sobre os fatores que contribuem para as ocorrências dos sinistros é fundamental e um desafio para gestão pública na criação de medidas e ações de redução desses problemas, que se tornaram um caso de saúde pública global.

O desenvolvimento socioeconômico das cidades sempre foram fatores contribuintes para os problemas de mobilidade urbana. E “a industrialização tornou-se a fonte propulsora da urbanização, e as cidades de hoje além das características atuais possuem grandes reflexos das cidades anteriores transformadas pelas ações sociais” (Silva, 2020, p.38).

Devido à rápida urbanização desordenada das cidades brasileiras, as opções de transportes rodoviários provocaram uma mudança significativa no padrão da mobilidade urbana, pois com o aumento da renda da população e “incentivos financeiros à produção de automóveis e motocicletas por meios de subsídios do governo brasileiro pela isenção de imposto” o transporte individual aumentou em comparação com o transporte coletivo que diminuiu, provocando uma mudança no padrão de mobilidade urbana brasileira (BRASIL, 2017).

Ao se examinar o processo de desenvolvimento de Rondônia, verifica-se que a urbanização do estado se deu, sobretudo em detrimento ao desenrolar dos processos de integração da Amazônia e da necessidade de territorialização dessa região (Silva, 2020, p. 56). Fica difícil separar o processo de urbanização de Rondônia do processo ocorrido em Porto Velho, uma vez que as políticas implantadas para a incorporação e ocupação do Estado de Rondônia impactaram diretamente a formação social e espacial de Porto Velho, a capital do estado (Nascimento *apud* Silva, 2020, p.56).

E “como a materialidade, a organização espacial é uma dimensão da totalidade social construída pelo homem ao fazer a sua própria história. Ela é no processo de transformação da sociedade, modificada ou congelada [...] a própria sociedade espacializada” (Corrêa, 1990, p. 53). Entende-se que o espaço considera inseparável a organização dos objetos geográficos, naturais e sociais que move a sociedade, e um depende do outro na realização social (Santos, 1988).

Dentre os instrumentos de contribuições da política de desenvolvimento urbano criou-se a Política Nacional de Mobilidade Urbana a Lei Nº 12.587/2012, que tem como objetivo contribuir para o acesso à cidade, e a concretização das diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, dando condições de deslocamento das pessoas no espaço urbano.

“Estímulos ao transporte privado associados a aumentos de custos e ausência de políticas de priorização do transporte coletivo acabam gerando perdas de demanda e receitas para os sistemas públicos, impactando a tarifa

coabrada, que, por sua vez, gera mais perda de demanda, retroalimentando o ciclo vicioso” no trânsito (Vasconcellos, 2011, p. 24).

O crescente aumento da frota de veículos tem sido mundial, mas, em geral, o sistema viário e o planejamento urbano não acompanharam este crescimento. Além da poluição sonora e atmosférica, o aumento do tempo de percurso, e os engarrafamentos, são responsáveis pela crescente agressividade dos motoristas e pela decrescente qualidade de vida em meio urbano, assim os sinistros de trânsito, variam de acordo com o nível de desenvolvimento econômico-social de cada país (Silva; Rodríguez; Pereira, 2009, p. 166).

“A análise de sinistros aponta o papel preponderante dos fatores humanos, sendo que as condições das vias de circulação, a visibilidade e os defeitos nos veículos contribuem em pequena proporção na ocorrência de sinistros” (León, 2003, p. 1).

Segundo Filho (2016, p. 3650), a “Assembleia Mundial de Saúde e do Conselho Executivo da Organização Mundial da Saúde – OMS entende os traumas no trânsito como uma grave questão de saúde pública. [...] consonantes com o aumento dos índices de motorização particularmente nos países em desenvolvimento”. “A concepção, ainda hegemônica, das casualidades dos sinistros de trânsito é a de que as lesões e mortes causadas pelo trânsito são uma fatalidade e que as principais causas estão relacionadas a condutas inadequadas dos condutores” (BRASIL, 2017, p. 9). Dessa forma, entende-se que a maioria dos problemas de trânsito são fatores causais e evitáveis.

Os problemas gerados pelos sinistros do trânsito apresentam consequências inestimáveis, principalmente a famílias com vítimas fatais que nunca esquecem o ente querido e passam a sofrer com a dor da perda para o resto da vida gerando muitas das vezes problemas psicológicos. A dor das famílias e o empobrecimento da mesma; a perda produtiva na sociedade, uma vez que a maioria dos acometidos são pessoas em idade jovens e adultos jovens; os altos custos na área da saúde com internações, cirurgias e reabilitação das vítimas com sequelas; aumento dos custos da previdência social, entre outras consequências e custos inestimáveis (BRASIL, 2017).

Os determinantes dos sinistros de trânsito e de suas consequências, como mortes e lesões, não podem ser reduzidos ao comportamento humano (BRASIL, 2017, p. 12), pois envolve outros fatores sociais, culturais, socioeconômicos e ambientais, ou seja, uma série de conjuntos associados a relações humanas.

Para fins de diagnósticos dos sinistros de trânsito nas vias é essencial o uso de tecnologias, na implementação do tratamento de dados e o Sistemas de Informação Geográficas – SIG empregado às técnicas de geoprocessamento é fundamental para qualidade e análise da mensuração de grande quantidade de dados.

Ressaltam Silva, Guimarães e Oliveira (2017, p. 5) que o geoprocessamento pode ser visto como ferramenta amplamente capacitada no emprego de trabalhos que buscam uma análise da dinâmica espacial. Contudo, seu uso não compromete e não substitui, em nenhum momento, estudos mais tradicionais que trazem a visão do espaço, sob uma óptica do observado, que considera uma ampla gama de revisões de literatura.

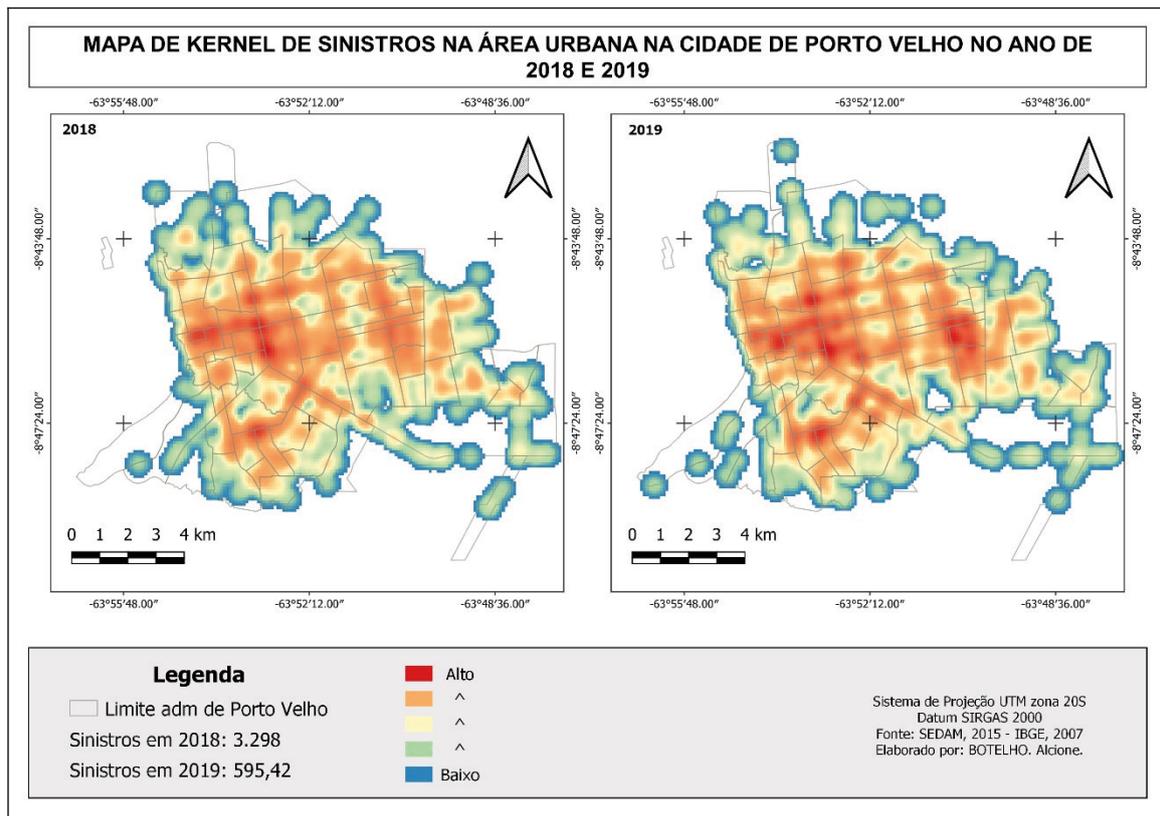
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o avanço da urbanização na área urbana de Porto Velho e os problemas relacionados ao aumento da gravidade das lesões deixados as vítimas no trânsito, observa-se a necessidade de analisar o funcionamento socioespacial das ações voltadas à redução das mortes e lesões decorrentes de sinistro, sabendo que a maioria dos fatores de risco são por interferência humana o que demonstra que ações voltadas para redução desses riscos no sistema urbano é essencial na proteção da sociedade.

Com a expansão da área urbana de Porto Velho, nesses últimos anos houve grandes mudanças em relação à mobilidade urbana na região, que implicaram em uma demanda maior no uso do transporte coletivo e no transporte individual, já que o transporte coletivo público se mostrou incapaz de atender toda a demanda populacional da cidade, tornando-se um desafio para organização espacial da área.

Deve-se lembrar que a mobilidade urbana envolve um conjunto de fatores que aplicado de acordo com a legislação assume um papel significativo nas ações voltadas para redução dos sinistros de trânsito, sendo de competência dos órgãos de trânsito dos municípios planejar, e executar ações de gestão na educação e fiscalização de trânsito, juntamente com a participação da sociedade.

Na cidade de Porto Velho em 2018 o número de ocorrências quantificadas de sinistros na área urbana foi de 3.298, já no ano de 2019 estimou-se 595,42 sinistros, com uma diferença equivalente de -82% de sinistros registrados no ano anterior 2018.

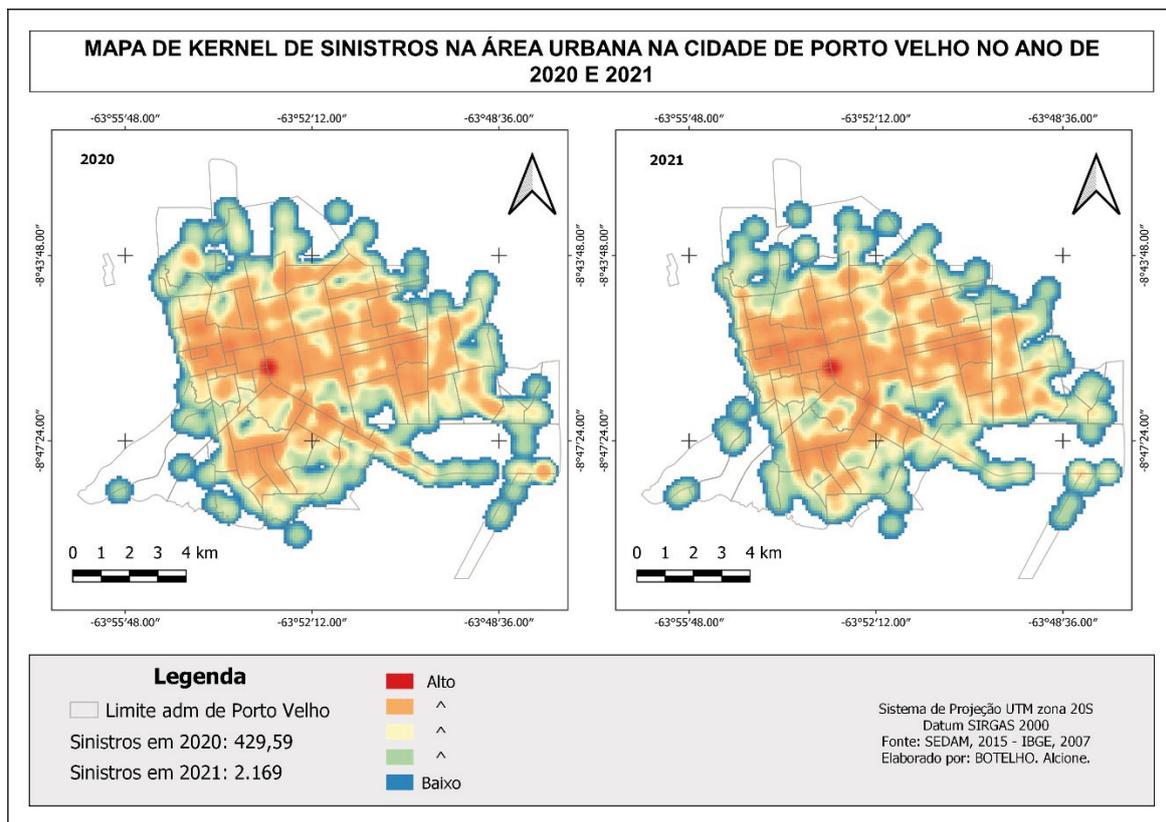


Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 2. Sinistros ocorridos na área urbana na cidade de Porto Velho no ano de 2018 e 2019.

No ano de 2020 registrou-se cerca de 429,59 sinistros de trânsito por 100.000 habitantes, sendo que no ano de 2019 estimou-se 595,42 sinistros, o equivalente a -27,85% de índice de sinistros de trânsito na área urbana da cidade. Visto que, essa redução em sua grande maioria se deve ao surgimento da pandemia do Covid-19, que devido aos aumentos de números de casos e a falta da infraestrutura hospitalar para os grandes números de internações que se apresentaram nesse período, fez com que implementasse decretos de calamidade pública com restrições ao funcionamento de estabelecimentos e circulações nas vias como um meio de controlar a proliferação do Covid-19 na cidade.

Dessa maneira, os números de sinistros nesses períodos resultaram em uma queda significativa em comparação a anos anteriores. Segundo relatório do DETRAN-RO (2021), as fiscalizações de trânsito como a Lei seca foram suspensas no mês de março de 2020, em decorrência da pandemia do COVID-19, e voltaram a ser aplicadas no ano de 2021, onde foram registradas 2.169 ocorrências de sinistro de trânsito dentro do perímetro urbano da cidade de Porto Velho (Figura 3).



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 3. Sinistros ocorridos na área urbana na cidade de Porto Velho no ano de 2020 e 2021.

Em comparação entre o período de 2018 a 2021 os sinistros de trânsito foram reduzidos em cerca de -31%, com a localização dos agrupamentos de sinistros, através de mapas temáticos e com tratamento dos dados, identificou-se que fatores humanos são os que mais contribuem para as ocorrências com valor em torno de 2.008 sinistro, onde fatores como falta de atenção e desobediência a sinalização no trânsito favorecem o aumento dos sinistros na cidade. Observa-se também a quantificação das consequências dos sinistros como o de vítima não fatal que resultou em 2.125 e de vítimas fatal que resultou em 44 sinistros de trânsito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do tratamento de dados e mapeamento da espacialização das informações dos sinistros de trânsito da área urbana de Porto Velho, verificou-se a relevância da análise espacial para o planejamento urbano, bem como para mobilidade urbana na cidade, especialmente para compreender as dinâmicas decorrentes dos sinistros de trânsito em determinados períodos no espaço urbano com o apontamento de fatores causais relevante dos locais de risco e das informações pertinentes que estabelecem a intervenção do município em relação às causas externas que influenciam na ocorrência dos sinistros e na aplicabilidade das normas de trânsito que responsabiliza a conduta dos usuários na via.

O uso das ferramentas de SIG e de estatística para a análise dos dados são fundamentais para análise espacial dos sinistros de trânsito, pois facilitam a compilação dos dados, visto que algumas informações são essenciais para pontuar se a atuação dos órgãos em relação a fiscalização das vias, estão sendo feitas em locais crítico ou em ordem aleatória, sem estudo prévio da dinâmica espacial local das ocorrências dos sinistros.

A necessidade de analisar os sinistros de trânsito na área urbana da cidade de Porto Velho e conhecer suas principais causas e origens visa contribuir para o planejamento espacial de mobilidade urbana, infraestrutura viária, serviços de saúde pública, com metas e medidas para que seja feita a redução de mortes no trânsito e preservação da vida, levando em consideração os fatores sociais, culturais, ambientais e econômicos, assim como, medidas participativas com a colaboração dos órgãos da gestão pública e da sociedade em geral.

A colaboração dos vários órgãos públicos são fundamentais para que se faça uma articulação de contenção desses sinistros nas vias, e os registros dessas ocorrências, tornam-se necessária em um sistema automatizado, facilitando muito na elaboração e espacialização dessa problemática de forma mais concreta e bem-organizada, mas

também, recomenda-se que os órgãos disponibilizem as informações de forma mais simplificada, uma vez que, possuem ferramentas específicas para essas tomadas de decisão.

Além disso, compreender as políticas públicas e a espacialização dos sinistros de trânsito seria crucial para medidas preventivas local no apontamento de fatores causais que envolvem a mobilidade e o ambiente viário urbano, dessa maneira propiciar um indicativo para estimular a fiscalização e segurança viária aos usuários da área, assim como incentivos de integração dos profissionais geógrafos no quadro de funcionários das instituições que estão a cargos desses tratamentos de dados, pois observa-se que, por mais que os órgãos tenham profissionais Geógrafos de formação em suas instituições, os mesmos não estão como Geógrafos, visto também que no setor de estatística do DETRAN em Porto Velho a maioria de estagiários que colaboram para o tratamento de dados como técnicos são estudantes da Geografia, tal fato mostra a importância da atuação dos Geógrafos, para o desenvolvimento de pesquisas de análises espaciais de sinistros de trânsito, bem como estudos relacionados a mobilidade urbana e transporte.

REFERÊNCIAS

- ASSEMBLÉIA GERAL DA ONU (AG). **RESOLUÇÃO 74/299**. Melhorando a Segurança Rodoviária Global. AG Index: A/res/74/299, 31 de Agosto de 2020.
- BRASIL. Constituição (2012). **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Política Nacional de Mobilidade Urbana.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Vida no Trânsito**. Universidade Federal de Goiás. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- CORRÊA, Lobato Roberto. **Região e Organização Espacial**. 3. Edição. São Paulo: Editora Ática S.A., 1990.
- FILHO, Roberto Victor Pavarino. As Declarações de Moscou e Brasília sobre a Segurança no Trânsito – um paralelo entre dois momentos no tema da saúde. Organização PanAmericana da Saúde Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Brasília, DF. 2016.
- FREITAS, Mateus de Paula; FERREIRA, Denise Labrea. Sinistros de Trânsito no Brasil e em Uberlândia (MG): Análise do Comportamento e a Forma de Utilização deste Indicador para a Gestão da Mobilidade Urbana. **Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v.2, n. 5, p. 114, nov. 2010.
- GARCIA, Monika Christina Portella. **A aplicação do sistema de informações geográficas em estudos ambientais**. Curitiba: InterSaberes, 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/panorama>>. Acesso em: 18 de junho 2021.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa/ pesquisa bibliográfica/ tese de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso**. – 8. Ed. – [3. Reimp.] São Paulo: Atlas, 2018.
- LEÓN, Leticia Marín. Sinistros de Trânsito, um Problema de Saúde Pública. **Sala de Imprensa-Unicamp**, Campinas, SP. Edição 234 - de 20 a 26 de out. 2003. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2003/ju234pag04.html>. Acesso em: 18 de agosto 2021.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Folha Informativa - Sinistro de Trânsito**. Organização Pan-Americana da Saúde/ Organização Mundial da Saúde, 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:sinist_ros-de-transito-folha-informativa&Itemid=779>. Acesso em: 24 de outubro 2020.
- PEREIRA, Pedro Miguel da Silva. **A sinistralidade rodoviária em ambiente urbano: a cidade de Lisboa como objeto de estudo**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Policiais com a especialização em Gestão de Segurança) – Instituto Superior de Ciências Policiais e Segurança Interna, Lisboa, 2016.
- RONDÔNIA. Departamento Estadual de Trânsito de Rondônia - DETRAN. **Anuário Estatístico de Sinistros de Trânsito de Rondônia - 2017**. Porto Velho, 2017.
- ROSA, Roberto. Análise espacial em Geografia. **Revista da Anpege**, v. 7, n. 1, número especial, out. 2011. Disponível em: <www.anpege.org.br>. Acesso em: 10 de abril 2021.
- SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. Hucitec. São Paulo 1988.
- SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira**. São Paulo. Editora: Edusp, 2013.
- SEGURADORA LIDER. **Relatório Anual 2020**. 2020.
- SILVA, Ademiro de Barros. **Sistema de Informação Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

SILVA, Hélien Rose Oliveira da. **Vulnerabilidade Socioambiental**: uma abordagem para o planejamento urbano da cidade de Porto Velho – Ro. 2020. 199 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Rondônia, Rondônia. 2020.

SILVA, Rosana Maria Matos; RODRÍGUEZ, Tomás Daniel Menéndez; PEREIRA, Wilma Suely Batista. Os sinistros de trânsito em Porto Velho: uma epidemia que afeta o desenvolvimento regional. Taubaté, SP, **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 5, n. 2, mai./ago. 2009.

SPOSITO, B. Encarnação Maria. **Capitalismo e urbanização**. Núcleos urbanos na história revolução industrial e urbanização a cidade moderna: Para onde? São Paulo: Contexto, 2014.

VASCONCELLOS. Eduardo Alcântara de; CARVALHO. Carlos Henrique Ribeiro de; PEREIRA. Rafael Henrique Moraes. Transporte e mobilidade urbana. Brasília, DF. **Textos para Discussão CEPAL-IPEA**, 34. IPEA, 2011.

A SUSCETIBILIDADE À EROSÃO COMO FOCO DE ANÁLISE: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PARAÍSO, CAIAPÔNIA-GO

EROSION SUSCEPTIBILITY AS A FOCUS OF ANALYSIS: THE CASE OF THE RIBEIRÃO PARAÍSO WATERSHED, CAIAPÔNIA-GO

LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN COMO FOCO DE ANÁLISIS: EL CASO DE LA CUENCA DE RIBEIRÃO PARAÍSO, CAIAPÔNIA-GO

Kássio Samay Ribeiro Tavares¹

 0000-0003-3248-5236
kassiosamayribeiro@gmail.com

Isabelle Salazar Vieira Alves²

 0000-0001-8506-4449
isabellesalazargeo@gmail.com

Samuel de Oliveira Mendes³

 0000-0003-2652-3179
samuel_ufg@hotmail.com

1 Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3248-5236>. E-mail: kassiosamayribeiro@gmail.com.

2 Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8506-4449>. E-mail: isabellesalazargeo@gmail.com.

3 Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2652-3179>. E-mail: samuel_ufg@hotmail.com.

AGRADECIMENTOS: Agradecimento as bolsas de doutorado concedidas aos autores pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP. Bolsas de doutorado processo n^o 2022/12891-6 e n^o 2022/01202-5.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: Este estudo objetivou mapear e comparar a suscetibilidade à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, aplicando a metodologia de Crepani *et al.* (2001) e confrontando-a com os dados da Embrapa (2020). Utilizando álgebra de mapas para integrar variáveis físico-naturais, identificou-se que a suscetibilidade varia de áreas estáveis a moderadamente suscetíveis, com destaque para a predominância de condições medianamente estáveis/suscetíveis. A comparação dos métodos revelou diferenças significativas nos resultados, enfatizando a utilidade de abordagens complementares para uma avaliação mais abrangente. O estudo realça a relevância de estratégias integradas de planejamento e gestão territorial, evidenciando a análise de suscetibilidade como ferramenta indispensável no mapeamento de riscos, essencial para informar a tomada de decisões na conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica (SIG). Crepani. Planejamento territorial. Álgebra de mapas.

ABSTRACT: This study aimed to map and compare the susceptibility to erosion in the Ribeirão Paraíso watershed, applying the methodology of Crepani *et al.* (2001) and contrasting it with Embrapa's data (2020). Employing map algebra to integrate physical-natural variables, it was identified that susceptibility ranges from stable to moderately susceptible areas, with a predominance of moderately stable/susceptible conditions. The comparison of methods revealed significant differences in the results, emphasizing the usefulness of complementary approaches for a more comprehensive assessment. The study highlights the relevance of integrated strategies for territorial planning and management, showcasing susceptibility analysis as an indispensable tool in risk mapping, essential for informing decision-making in the conservation and sustainable use of natural resources.

Keywords: Geographic Information System (GIS). Crepani. Territorial planning. Map algebra.

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo mapear y comparar la susceptibilidad a la erosión en la cuenca del Ribeirão Paraíso, aplicando la metodología de Crepani *et al.* (2001) y contrastándolo con los datos de Embrapa (2020). Empleando álgebra de mapas para integrar variables físico-naturales, se identificó que la susceptibilidad varía desde áreas estables hasta moderadamente susceptibles, con predominio de condiciones moderadamente estables/susceptibles. La comparación de métodos reveló diferencias significativas en los resultados, enfatizando la utilidad de enfoques complementarios para una evaluación más integral. El estudio destaca la relevancia de las estrategias integradas para la planificación y gestión territorial, mostrando el análisis de susceptibilidad como una herramienta indispensable en el mapeo de riesgos, esencial para informar la toma de decisiones en la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica (SIG). Crepani. Planificación territorial. Álgebra de mapas.

INTRODUÇÃO

A transformação do ambiente físico-natural, impulsionada pela busca de desenvolvimento socioeconômico e pelo suporte ao crescimento populacional, tem induzido a um rápido aceleração dos desequilíbrios em sistemas naturais. Essas mudanças resultam em problemas ambientais significativos, como erosão, assoreamento e escassez hídrica, que caracterizam a crescente degradação ambiental na contemporaneidade (Tavares; Romão; Oliveira, 2020).

A erosão hídrica, em particular, representa um dos processos mais destrutivos para o solo, sendo diretamente influenciada por práticas de uso e manejo do território inadequadas. Esse fenômeno, intensificado pela remoção da vegetação nativa e pela exposição do solo a precipitações intensas, pode levar a uma perda significativa de solo fértil, reduzindo a capacidade produtiva das terras e contribuindo para o assoreamento de corpos d'água. A gestão eficaz da erosão hídrica requer uma compreensão detalhada dos fatores que a influenciam, incluindo o tipo de solo, a topografia, as práticas agrícolas e a cobertura vegetal (Bramorski; Crestana, 2020; Marcatto; Silveira, 2023)

Nesse contexto, a necessidade de monitoramento e previsão dessas ocorrências se torna evidente, recomendando-se a adoção de medidas mitigatórias e a utilização de ferramentas analíticas avançadas, como o geoprocessamento, para informar o planejamento territorial e ambiental eficaz. A literatura científica reconhece que alterações ambientais podem ter consequências imprevisíveis, ressaltando a importância da análise da suscetibilidade à erosão e degradação ambiental (Kaperson *et al.*, 2005). O uso intensivo do solo para atividades agrícolas e urbanas tem sido identificado como um fator de pressão significativa, com a demanda crescente por produtos alimentícios e industrializados exacerbando os impactos sobre recursos físico-naturais essenciais (Machado *et al.*, 2017; Lepsch *et al.*, 2015) e intensificando a erosão hídrica do solo.

Diante desse cenário, a aplicação de modelagens de suscetibilidade emerge como uma ferramenta vital para o entendimento e a mitigação de impactos negativos sobre o ambiente. Essas modelagens permitem a identificação de áreas

em risco, orientando políticas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais (Silva Filho; Castilho Da Costa, 2023). Além disso, a comparação entre diferentes metodologias de mapeamento da suscetibilidade ambiental à erosão, como as desenvolvidas por Crepani *et al.* (2001) e implementadas por diferentes organizações, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, fornecem análises valiosas sobre a precisão e a eficácia de abordagens variadas. Estudos como os de Riffel, Ruiz e Guasselli (2017) e Yokomizo *et al.* (2022) demonstraram a importância de comparar metodologias para entender melhor as vulnerabilidades ambientais específicas de diferentes regiões.

Estudos focados nas interações entre componentes físico-naturais fornecem uma base teórico-metodológica valiosa para o ordenamento territorial, alinhada às demandas emergentes por qualidade de vida (Rovani *et al.*, 2015; Rovani; Vieira, 2016). O conceito de suscetibilidade, como a predisposição a danos ou adversidades, emerge como um elemento central em pesquisas sobre risco ambiental e mudanças climáticas, servindo como uma ferramenta analítica para explorar vulnerabilidades em sistemas físico-naturais e sociais (Adger, 2006; Unisdr, 2015).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, em Caiapônia-GO, uma área que sofre com a rápida expansão da ocupação e uso agrícola, enfrentando desafios como o desmatamento e a degradação ambiental (Nicolau, 2018). O objetivo deste estudo é mapear a suscetibilidade à erosão da região, empregando a metodologia de Crepani *et al.* (2001), e comparar os resultados obtidos com aqueles derivados da metodologia para o mapeamento da suscetibilidade à erosão realizado pela Embrapa. Esta comparação visa não apenas avaliar a eficácia das metodologias em questão, mas também contribuir para aprimorar as práticas de gestão territorial e ambiental na região, fornecendo uma base sólida para decisões políticas e de manejo sustentável.

METODOLOGIA

A metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001) é fundamentada em critérios morfoгенéticos e pedogenéticos, seguindo a abordagem teórica de Tricart (1977). Ela visa identificar áreas de vulnerabilidade ambiental por meio da análise de características físicas do território, como a morfologia do terreno e as propriedades do solo. Esta abordagem permite a identificação de zonas com diferentes graus de suscetibilidade à erosão e outros processos degradativos. É importante notar que, apesar de a metodologia original ser denominada “vulnerabilidade”, neste estudo, optou-se por referir-se a ela como “suscetibilidade” para enfatizar a predisposição intrínseca do ambiente à degradação, desconsiderando os aspectos sociais.

A metodologia de mapeamento da suscetibilidade à erosão utilizada pela Embrapa representa um avanço significativo na identificação e no mapeamento de áreas suscetíveis à degradação em todo o Brasil. Essa abordagem, atualizada em 2022, é fruto de um esforço contínuo para aprimorar as ferramentas de gestão territorial e ambiental, disponibilizando dados essenciais para o planejamento e a implementação de políticas públicas de conservação. O modelo da Embrapa emprega uma combinação de análises espaciais avançadas, incluindo o uso de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para avaliar a suscetibilidade à erosão com base em uma variedade de indicadores físico-naturais e antrópicos. Esta metodologia é notável pela sua abrangência e aplicabilidade em escala nacional, oferecendo uma perspectiva valiosa sobre as dinâmicas de uso e ocupação do solo e seus impactos sobre a integridade ecológica das regiões.

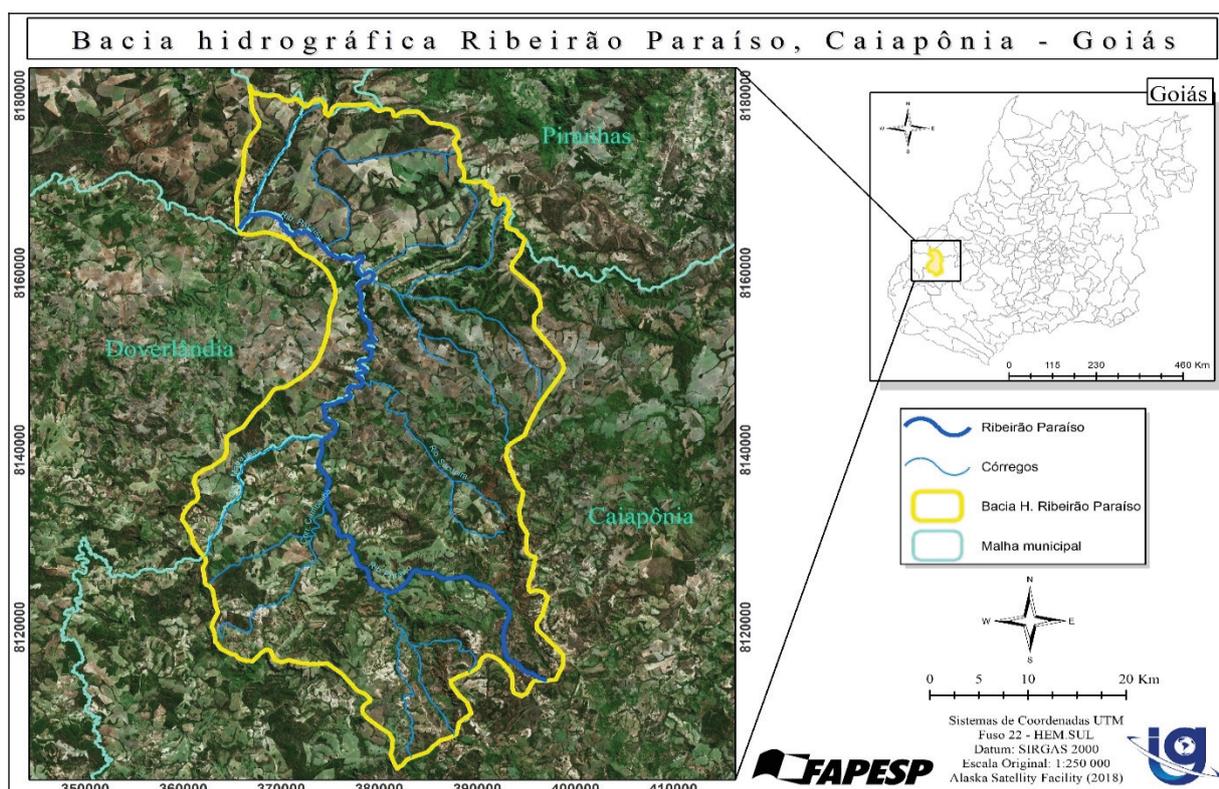
Área de estudo

O Ribeirão Paraíso desempenha um papel crucial na dinâmica hidrográfica e ecológica entre os municípios de Caiapônia e Doverlândia, situando-se predominantemente dentro dos limites de Caiapônia, onde ocupa cerca de 90% de seu território. Esta bacia hidrográfica é um componente vital do sistema fluvial do Rio do Peixe, integrando a rede hídrica do alto curso do Rio Araguaia em Goiás. Abrangendo uma extensão aproximada de 1.832,2 km², o Ribeirão Paraíso estende-se também ao território de Doverlândia, evidenciando a importância intermunicipal de seus recursos hídricos e ecossistemas associados (Figura 1).

Originando-se nas regiões leste e oeste de Goiás, as nascentes do Ribeirão Paraíso situam-se próximas à vertente norte da Serra Caiapó. Seu curso d'água serpenteia através de paisagens diversificadas, finalmente desembocando na porção norte do Rio do Peixe. A área circundante do Ribeirão Paraíso é caracterizada por uma vegetação densa, típica do bioma Cerrado, que varia entre formações savânicas e florestais. Essas características fitofisionômicas não apenas destacam a riqueza da biodiversidade local, mas também enfatizam a complexidade ecológica da região (Carneiro, 2012).

A localização e a extensão geográfica da bacia do Ribeirão Paraíso, conforme ilustrado no mapa de localização (Figura 1), ressaltam sua significância tanto para a conservação ambiental quanto para o planejamento e gestão dos recursos hídricos nos municípios envolvidos. A compreensão detalhada das características hidrológicas e ecológicas

desta bacia é essencial para a sustentabilidade das comunidades locais e para a preservação dos sistemas naturais que suportam uma ampla gama de serviços ecossistêmicos críticos para a região.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso.

Procedimentos metodológicos

Crepani *et al.* (2001): A construção dos mapas temáticos também considerou as indicações metodológicas de Crepani *et al.*, (2001), por utilizar a equação que atende ao modelo para a elaboração do mapa de suscetibilidade ambiental à erosão, gerado pelo cálculo da média aritmética dos parâmetros das classes temáticas de Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Clima, evidenciada na Equação 1. Em cada tema supracitado são ponderadas as respectivas classes temáticas, gerando mapas de suscetibilidade parcial, conforme descritos por vir, constituindo-se a caracterização fisiográfica da área.

$$S = (G + R + S + U + C) / 5 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

S = Suscetibilidade

G = suscetibilidade para o tema Geologia

R = suscetibilidade para o tema Geomorfologia

S = suscetibilidade para o tema Solos

U = suscetibilidade para o tema Uso e ocupação

C = suscetibilidade para o tema Clima

A combinação desses dados temáticos em uma análise integrada permite identificar áreas com variados graus de suscetibilidade ambiental à erosão, fornecendo uma base sólida para ações de manejo e conservação. Os valores atribuídos para cada classe encontram-se reunidos no Quadro 1.

Quadro 1. Valores de suscetibilidade para cada classe dos fatores analisados.

Geologia	Valores	Declividade (%)	Valores	Amp. Alt. (m)	Valores
Arenito	2,4	<3,5	1,0	<20	1,0
Basalto	1,5	3,5 - 5,8	1,1	20-29,5	1,1
Areia/cascalho	3,0	5,8 - 8,2	1,2	29,5 - 39	1,2
Diamictito	2,5	8,2 - 10,3	1,3	39 - 48,5	1,3
Folhelho	2,8	10,3 - 12,9	1,4	48,5 - 58	1,4
Uso e cobertura	Valores	12,9 - 15,1	1,5	58 - 67,5	1,5
Floresta	1,0	15,1 - 17,4	1,6	67,5 - 77	1,6
Cerrado	1,5	17,4 - 19,8	1,7	77 - 84,5	1,7
Agropecuária/Solo exposto	3,0	19,8 - 22,2	1,8	84,5 - 94	1,8
Pluviometria(mm/mês)	Valores	22,2 - 24,5	1,9	94 - 103,5	1,9
150 - 175	1,5	24,5 - 27,2	2,0	103,5 - 113	2,0
175 - 200	1,6	27,2 - 29,6	2,1	113 - 122,5	2,1
Dissecação (m)	Valor	29,6 - 32,1	2,2	122,5 - 132	2,2
<254	3,0	32,1 - 34,6	2,3	132 - 141,5	2,3
Solos	Valores	34,6 - 37,2	2,4	141,5 - 151	2,4
Neossolo Litólico	1,0	37,2 - 39,8	2,5	151 - 160,5	2,5
Neossolo Quartzarênico	3,0	39,8 - 42,4	2,6	160,5 - 170	2,6
Cambissolos	2,5	42,4 - 45,3	2,7	170 - 179,5	2,7
Argissolo	2,0	45,3 - 48,1	2,8	179,5 - 189	2,8
Latossolo V. Amarelo	1,3	48,1 - 50	2,9	189 - 200	2,9
Latossolo V. Ácrico	1,0	>50	3,0	>200	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

Geologia (G)

Os dados referentes à litologia foram obtidos em formato shapefile, em escala de 1:250.000 pelo banco de dados de informações ambientais (BDIA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em seguida, projetou-se o *shapefile* no *ArcGis 10.8/ESRI*, para o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), recortando-se para a referida bacia e aplicando-se a simbologia para a visualização de cada classe da geologia da área. Cada classe foi organizada de acordo com os valores de suscetibilidade dos tipos de geologia, estipulados por Crepani *et al.* (2001). As classificações foram ponderadas e determinadas conforme o Quadro 1.

Geomorfologia (R)

O mapa geomorfológico foi elaborado considerando-se três parâmetros que, depois de integrados pela Equação 2 (Declividade + Amp. altimétrica + Diss. Horizontal)/3, obteve-se os dados cartográficos desse componente. O primeiro parâmetro refere-se à declividade, o segundo ao de amplitude altimétrica e o terceiro diz respeito à dissecação. Para a elaboração desse mapa utilizou-se as imagens do banco de dados do *Alaska Satellite Facility's*, bem como o modelo digital de terreno Alos Palsar 12,5m.

Para a declividade (D), com o auxílio do software *ArcGis 10.8/ESRI*, aplicou-se a ferramenta *slope*, gerando, assim, os valores de declividade da área em porcentagem (%). Posteriormente, atribuiu-se os números de suscetibilidade de cada valor do declive (Quadro 1).

$$R = (D + A + DH) / 3$$

Eq. 2

Onde:

R = Suscetibilidade para o tema Geomorfometria

D = Suscetibilidade atribuída à Declividade

A = Suscetibilidade atribuída a Amplitude altimétrica

DH = Suscetibilidade atribuída à Dissecação horizontal

Para a amplitude altimétrica (A), levou-se em consideração a superfície de referência igual ao limite de cada elevação de área, atentando-se para as indicações de Muñoz e Valeriano (2009), nas quais se pondera que o grau de entalhamento dos vales, comumente chamado de amplitude altimétrica. Segundo os autores, esse fator de análise pode ser definido como a distância vertical entre os pontos da superfície topográfica e sua projeção numa superfície de referência arbitrária, contendo valores de pontos altimétricos máximos, dentro de uma área de medição unitária.

Como primeira ação, evidenciou-se os picos e seus respectivos valores altimétricos. O passo seguinte circunscreveu-se em delimitar as bacias e posteriormente atribuíram-se os valores altimétricos dos picos aos polígonos das superfícies de referência. Ademais, aplicou-se uma álgebra de mapas ao raster da superfície de base com os valores altimétricos dos picos de cada região topográfica e o MDE original, este com as depressões espúrias preenchidas. Para essa etapa, utilizou-se o *ArcGis 10.8/ESRI*. Segue abaixo a Equação 3 junto aos valores atribuídos referentes à suscetibilidade de cada valor da amplitude altimétrica (Quadro 1).

$$SupPic - MDEori$$

Eq. 3

Onde:

SupPic: Raster da superfície de referência com os valores altimétricos dos picos

MDEori: MDE original

O processo para a obtenção dos valores de dissecação horizontal iniciou-se com a delimitação das sub-bacias hidrográficas da área de estudo. Para essa etapa, fez-se uso de dois softwares de geoprocessamento: *ArcGis 10.8/ESRI* e *QGIS 2.18/GRASS*. Com isso, delimitou-se as sub-bacias utilizando o software *QGIS 2.18/GRASS*. No *ArcGis 10.8/ESRI*, importou-se o arquivo de sub-bacias e aplicou-se os valores de distância euclidiana para cada sub-bacia multiplicada à -1 e, por fim, transformada em vetor de pontos. Calculando-se o valor médio de todas as bacias e as medidas de diâmetro para cada bacia, resultou nos respectivos valores de dissecação horizontal. Como sequência, atribuiu-se os valores de suscetibilidade para cada classe de dissecação (Quadro 1).

Solos (S)

Para a análise desse componente, o shapefile produzido pela EMATER (2017) em escala de 1:250.000 foi importado para o programa *ArcGis 10.8/ESRI*, projetado para o sistema de coordenadas UTM e posteriormente recortado para a área da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso. Após este processo, aplicou-se a simbologia e a classificação dos valores de suscetibilidade de cada classe de solo (Quadro 1).

Uso e ocupação do solo (U)

Para o uso e ocupação foram utilizados os dados do MapBiomias, coleção 8, categorizadas em classes como solo exposto, Cerrado, agropecuária e floresta, com a suscetibilidade atribuída a cada categoria de uso (Quadro 1).

Clima (intensidade pluviométrica) (C)

Para os valores de precipitação pluviométrica, foram coletados dados de quatro estações meteorológicas instaladas nas imediações da respectiva bacia, abrangendo, inclusive, os municípios vizinhos, para que a interpolação dos pontos contemplasse a área de estudo em sua totalidade.

O tratamento dos dados resultou, a priori, na soma da média mensal, posteriormente na média anual e por fim na média referente aos 30 anos de análise. Com os valores da média de precipitação, aplicou-se a equação de intensidade pluviométrica, que equivale à divisão da média climática pela quantidade de meses de chuva. Os dados de média mensal/anual e intensidade pluviométrica foram especializados com o auxílio do programa *ArcGis 10.8/ESRI*, no qual foram atribuídos os valores da respectiva suscetibilidade (Quadro 1).

Embrapa (2020): A metodologia adotada pela Embrapa para o mapeamento da suscetibilidade dos solos à erosão hídrica, atualizada em 2022 a partir de uma versão inicial de 2020, é um exemplo sofisticado de modelagem espacial que busca capturar a sensibilidade dos solos à erosão hídrica levando em conta a interação entre as condições topográficas e climáticas. A estruturação desse modelo envolve a classificação da suscetibilidade dos solos em cinco categorias nominais de intensidade: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Este sistema de classificação permite uma análise detalhada e diferenciada da vulnerabilidade dos solos em diferentes regiões do Brasil.

A abordagem metodológica empregada se baseia em uma integração temática conduzida por um modelo conceitual, que combina o conhecimento especializado com dados espaciais específicos. Três componentes principais formam a base deste modelo: Mapa de Erodibilidade dos Solos do Brasil (Embrapa, 2020): Este mapa detalha a suscetibilidade natural dos solos à erosão, fornecendo um panorama nacional que é crucial para entender a variabilidade da erodibilidade do solo. Mapa de Erosividade das Chuvas do Brasil (Embrapa, 2020): Representa a intensidade e a capacidade das chuvas em causar erosão, um fator climático chave que influencia diretamente a suscetibilidade do solo à erosão hídrica. Modelo Digital do Terreno (SRTM/NASA) com 30 m de resolução espacial: Fornece uma representação tridimensional da superfície da Terra, permitindo a análise das características topográficas que afetam o escoamento da água e, conseqüentemente, a erosão.

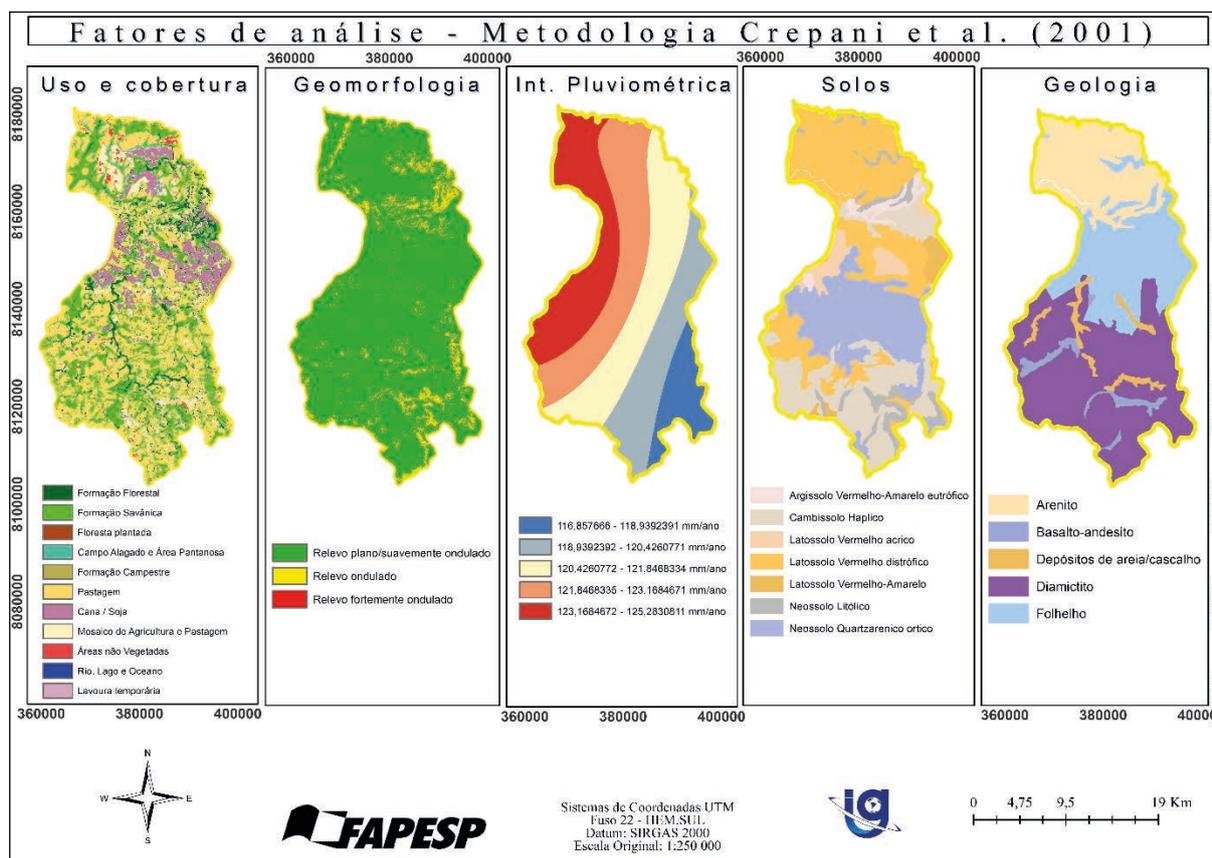
Para a construção do modelo, os dados originais, tanto em formato raster (Mapa de Erosividade das Chuvas e Modelo Digital do Terreno) quanto em formato vetor (Mapa de Erodibilidade dos Solos), foram convertidos e padronizados para o formato raster com uma resolução espacial de 30x30 metros. Essa uniformização facilita a sobreposição e a análise integrada dos dados, permitindo uma avaliação mais precisa da suscetibilidade dos solos à erosão em todo o território nacional.

O mapeamento resultante, disponível no site da Embrapa, oferece uma ferramenta valiosa para o planejamento ambiental e territorial, permitindo a identificação de áreas prioritárias para ações de conservação do solo e gestão de recursos hídricos. Para este estudo, o mapeamento pré-existente foi utilizado para comparar os resultados obtidos com a metodologia de Crepani *et al.* (2001), proporcionando uma análise comparativa que enriquece o entendimento das dinâmicas de suscetibilidade à erosão hídrica na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa desenvolvida e a aplicação da metodologia permitiram elaborar um mapeamento da suscetibilidade ambiental à erosão. Assim, a seguir é apresentada na Figura 2 o conjunto de mapas referentes aos fatores analisados (geologia, solos, uso e ocupação, geomorfologia e os dados referentes à intensidade pluviométrica) (Figura 2). Com base nesses produtos, foram encontrados valores de suscetibilidade de suas classes para que, ao final, se elaborasse o mapeamento indicativo de suscetibilidade à erosão da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, utilizando-se a técnica de álgebra de mapas. A área da alta bacia hidrográfica do rio Araguaia, da qual faz parte a bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, está inserida parte na Bacia Sedimentar do Paraná, parte na província do Tocantins e parte nas coberturas inconsistentes e inconsolidadas de textura argilosa a média, de datação geológica cenozóica (Tavares; Romão; Oliveira, 2020).

De acordo com os dados do serviço geológico do Brasil (CPRM) para o estado de Goiás, cinco formações constituem o embasamento geológico/litológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso: Furnas e Ponta Grossa do grupo Paraná (410 m.a.); Aquidauana do grupo Itararé (320 m.a.); Serra Geral do grupo São Bento (135 m.a.) e depósitos aluvionares.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 2. Fatores de análise para o mapeamento da suscetibilidade à erosão.

A bacia apresenta em sua extensão a litologia referente a folhelhos, basaltos-andesitos, diamictito, arenito, siltito, argilito e depósitos de areia e cascalho. Em termos quantitativos, as porcentagens em km² estão expressas na Tabela 1. A presença de diamictito aparece em maiores quantidades de área, seguido dos folhelhos e arenitos.

Tabela 1. Litologia em km² da Bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso.

Litologias	Km ²	%
Depósitos de areia, Depósitos de cascalho	62,574286	2%
Basalto, Basalto-andesito	56,419059	1%
Diamictito	2321,45915	57%
Folhelho	798,544518	20%
Arenito	831,552737	20%
Total	4070,615346	

Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Conforme se observa no mapa geológico e nos dados apresentados na tabela acima e no Quadro 1, os níveis de suscetibilidade geológica de menor grau foram atribuídos ao basalto, 1,5; os depósitos de areia e cascalho, derivados da desagregação de rochas como o arenito, associados à litologias mais frágeis, classificadas como de maior suscetibilidade, atribui-se 3,0. O diamictito e siltito correspondem ao 2,5; para os folhelhos, 2,8; e os arenitos com valor de suscetibilidade 2,4. A análise dos índices indica que a litologia encontrada é de fácil desagregação, principalmente quando exposta a fatores intempéricos como a água. Os valores de suscetibilidade empregados correspondem aos índices propostos por Crepani *et al.* (2001).

No contexto geomorfológico, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992), a área apresenta compartimentos geomorfológicos correspondentes a Planaltos, Planícies, Depressões e Patamares. O terreno é caracterizado por relevo plano e suavemente ondulado em quase toda a área da bacia. As feições onduladas e fortemente onduladas são avistadas em pequenas porções mapeadas nos extremos Norte e Sul, correspondentes as maiores declividades e altitudes, representadas pelas rugosidades em evidência no mapa geomorfométrico.

Como resultado da equação aplicada, utilizando-se os mapas de declividade, amplitude altimétrica e dissecação horizontal, obteve-se o mapa geomorfológico, com valores de suscetibilidade. Os dados resultantes da equação dos mapas determinaram áreas correspondentes a níveis de suscetibilidade que iniciaram em 1,6 (moderadamente estável) até 3,0 (classificados como suscetíveis). Os valores indicativos de áreas mais suscetíveis encontram-se nos extremos Sul e Norte da bacia hidrográfica. Mediante a análise da declividade, constatou-se inclinações na área vão de 0% a 73,1%. A maior parte da área apresenta relevo plano a levemente ondulado, o que representa cerca de 70% da área de estudo. O restante se distribui entre relevos classificados como ondulados, fortemente ondulados e uma pequena porção de caráter montanhoso, expressos pelos pontos com maior declive. Os valores obtidos de amplitude altimétrica basearam-se na delimitação de pontos altimétricos e microbacias, que expressaram valores de 0 a 250m. Para a dissecação horizontal, os valores obtidos expressam intervalos que vão de 6m a 254m de dimensão interfluvial. De acordo com Crepani *et al.* (2001), quanto maiores forem os interflúvios ou menor for a intensidade de dissecação, menores são os valores de suscetibilidade a serem atribuídos, ou seja, mais próximo da estabilidade.

No caso dos solos, a partir dos dados compilados obtidos do banco de dados geográficos da EMATER, a bacia é composta em maior quantidade por Latossolos, com 806,866 km² de área (Tabela 2), os quais podem ser divididos em Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho árico. Os solos do tipo Latossolo Vermelho apresentam textura argilosa, com o horizonte A moderado e álico, ocupando principalmente relevos de topografia plana, sendo usado na maioria das vezes para pastagens e culturas agrícolas, por favorecerem o trabalho com maquinários.

Tabela 2. Pedologia em km² da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso.

Solos	Km ²	%
Argissolo Vermelho-Amarelo	47,667764	3%
Cambissolo Háplico	429,383698	23%
Latossolo Vermelho-Amarelo	35,86917	2%
Latossolo Vermelho árico	770,997252	42%
Neossolo Litólico	108,654241	6%
Neossolo Quartzarênico órtico	436,96382	24%
total	1829,535945	

Fonte: Organizado pelos autores, 2020

Conforme apresentado na Tabela 2, a área apresenta quatro tipos de solos predominantes: Latossolo Vermelho árico (42%), Neossolo Quartzarênico órtico (24%), Cambissolo Háplico (23%). O Cambissolo Háplico distrófico é caracterizado pela baixa fertilidade natural, apresentando pouca profundidade e pequena diferenciação entre horizontes (Souza *et al.*, 2020). O Latossolo Vermelho-Amarelo possui alto teor de areia e/ou estrutura granular, que contribui para uma porosidade efetiva alta, conseqüentemente, possui uma boa drenagem, e baixa fertilidade natural (Franco *et al.*, 2020). O neossolo quartzarênico órtico é bem desenvolvido e profundo, bastante suscetível à erosão, especialmente quando exposto ao fluxo superficial concentrado (Nogueira; Tocantins; Salomão, 2019).

O uso e cobertura, derivado do mapeamento representativo da coleção 8 do MapBiomias, apresenta duas classes com porcentagens mais representativas da área, Cerrado com 54%, que segundo Carneiro (2012), abrange também as fitofisionomias campestres como os campos limpo, sujo, além das savânicas e agropecuária com 33%, referente à usos como pastagem, lavouras e pecuária. Solo exposto e floresta, englobando as matas de galeria e ciliar, apresentaram porcentagens entre 0,5% e 12% (Tabela 3).

Tabela 3. Uso e cobertura das terras em km² da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso

Uso e cobertura	Km ²	%
Solo Exposto	9,020336	0,5%
Agropecuária (Pastagem, Cana/Soja, Mosaicos de agricultura, Lavoura temporária)	600,7713	33%
Cerrado (Formação Savânica, Formação Campestre)	995,9371	54%
Floresta (Formação Florestal, Floresta Plantada)	224,631	12%
Total	1830,359736	

Fonte: Organizado pelos autores (2020).

De acordo com Crepani *et al.* (2001), a distribuição das chuvas é muito importante na análise de perda de solo, principalmente por quantificar a vulnerabilidade de uma determinada unidade de paisagem. Isso significa dizer que, no caso de chuvas intensas em um curto período, o volume de água disponível é grande, traduzindo-se em uma maior

capacidade à erosão. Com os dados obtidos, os valores da precipitação média mensal e da intensidade pluviométrica, para cada uma das quatro estações, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Precipitação e intensidade pluviométrica média mensal, de 1987 a 2022, na bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso.

Código estação	Estação	Precipitação (mm) (média – 30 anos)	Intensidade pluv. (média mensal)
1652000	Bom Jardim De Goiás	1300,056	185,7151
1652003	Doverlândia	1262,739	180,3913
1651002	Piranhas	1170,231	167,1759
1651000	Caiapônia	1149,749	164,2499

Fonte: Organizado pelos autores (2020).

Pelos valores de intensidade, verifica-se que o índice pluviométrico é considerado moderadamente estável, conseqüentemente, a erosividade, devido à chuva, também pode ser analisada como de valores baixos, levando-se em conta que o índice oscila entre 1 e 3. Entretanto, salienta-se a importância de se dar atenção à análise dos dados diários, para verificar a intensidade de modo mais pormenorizado possível.

Através do mapeamento realizado, observa-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso apresenta valores que vão de 1,0 (estável) a 2,5 (moderadamente suscetível), representando grande parte da área a classe medianamente estável/suscetível, que compreende 78%, indicada pelos valores que vão de 1,8 a 2,2 de suscetibilidade. O grau denominado moderadamente estável apresentou 17%, que corresponde aos valores de 1,4 a 1,7. Seguido em ordem decrescente pelo grau moderadamente vulnerável, representados pelos índices que oscilam entre 2,3 e 2,5 que em porcentagem representam 4%. O grau de suscetibilidade estável, com 0,4% consistiu na menor área do mapeamento, que se iniciam em 1,0 e vai até 1,3. Esses valores e suas respectivas porcentagens estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5. Suscetibilidade à erosão em km² da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso (Crepani *et al.*, 2001).

Classes de suscetibilidade	km ²	%
estável (1,0-1,3)	7,218953	0,4%
moderadamente suscetível (1,4-1,7)	317,182	17%
medianamente estável/suscetível (1,8-2,2)	1435,069	78%
moderadamente suscetível (2,3-2,5)	71,20138	4%

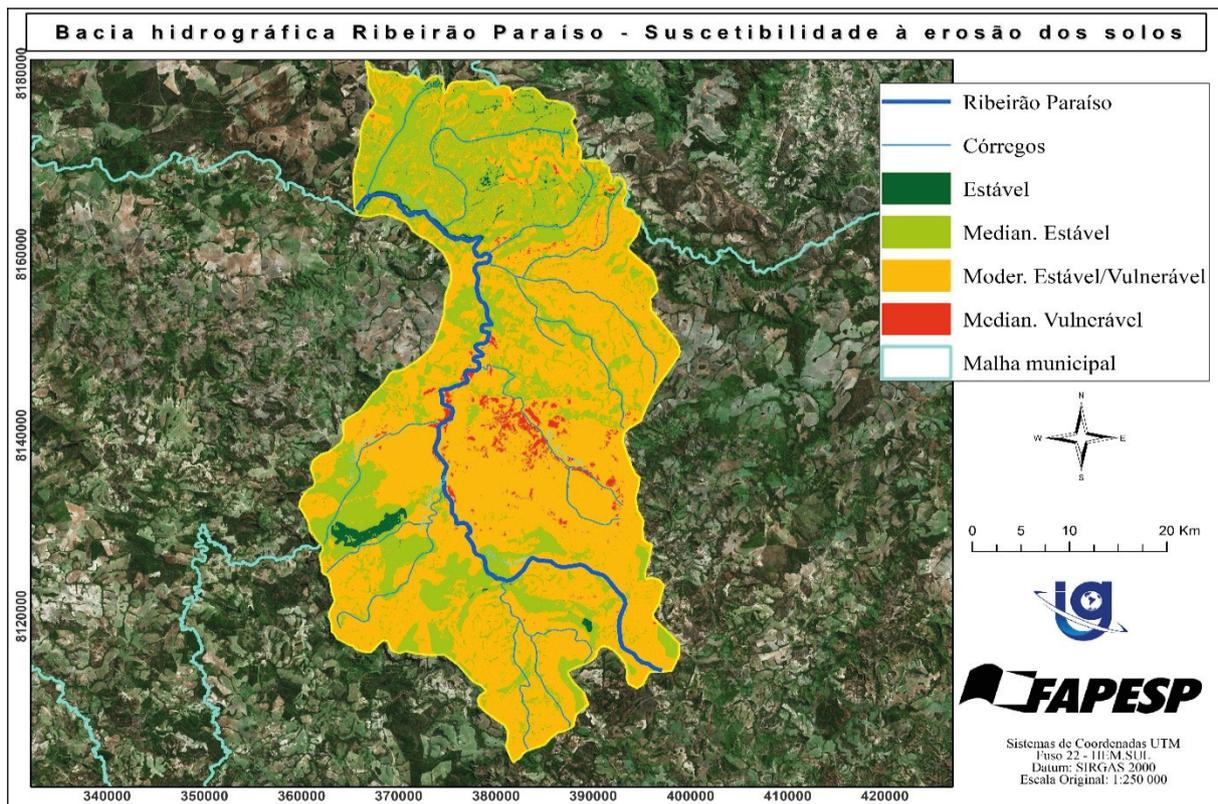
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Considerando-se os processos de dinâmica morfológica característicos da bacia analisada, as áreas correspondentes às suscetibilidades mais baixas (estáveis e moderadamente estáveis) estão ocupadas geralmente florestas, matas de galeria e Cerrado e inseridas em relevos médios ondulados, correspondentes às margens dos principais cursos d'água dessa bacia. Há também solos mais profundos e intemperizados nessas áreas, como latossolos vermelho e amarelo.

Conforme mapeamento apresentado na Figura 3, a classe moderadamente estável/suscetível representa a maior parte da bacia, onde a parcela mais significativa é ocupada por áreas agrícolas e atividades humanas como pastagem e solo descoberto. Esta categoria também expressa valor em encostas íngremes, relevos ondulados, erosão recuante, colinas e áreas montanhosas.

As regiões mapeadas com maior suscetibilidade, localizam-se majoritariamente na parte central, o que evidencia uma relação à existência de relevo ondulado, a litologia composta principalmente por arenito e presença de solos arenosos, bem como intenso uso agropecuário. Como já comentado, a retirada ou a conversão da cobertura vegetal em pasto, associado aos outros fatores analisados incidem em áreas de maior suscetibilidade, atestado pelo mapeamento realizado, reafirmando a importância da vegetação na estabilidade da dinâmica da paisagem.

Em análise das relações entre os fatores já evidenciados, a saber, Geologia, Geomorfologia e Solos com o Uso e cobertura, evidencia-se a forte relação da vegetação natural e/ou a falta dela com áreas classificadas por maiores índices de suscetibilidade. Como exemplo, o extremo Sul e Centro, composto por arenitos e folhelhos; relevo movimentado e presença de neossolos e cambissolos, nota-se que o tipo de uso é predominantemente agropecuário, que comumente é caracterizado pela troca da vegetação natural por pasto. Essa troca, de maneira inadequada, acarreta a somatória de suscetibilidades, que em interação com outros fatores favorece a perda de solos.

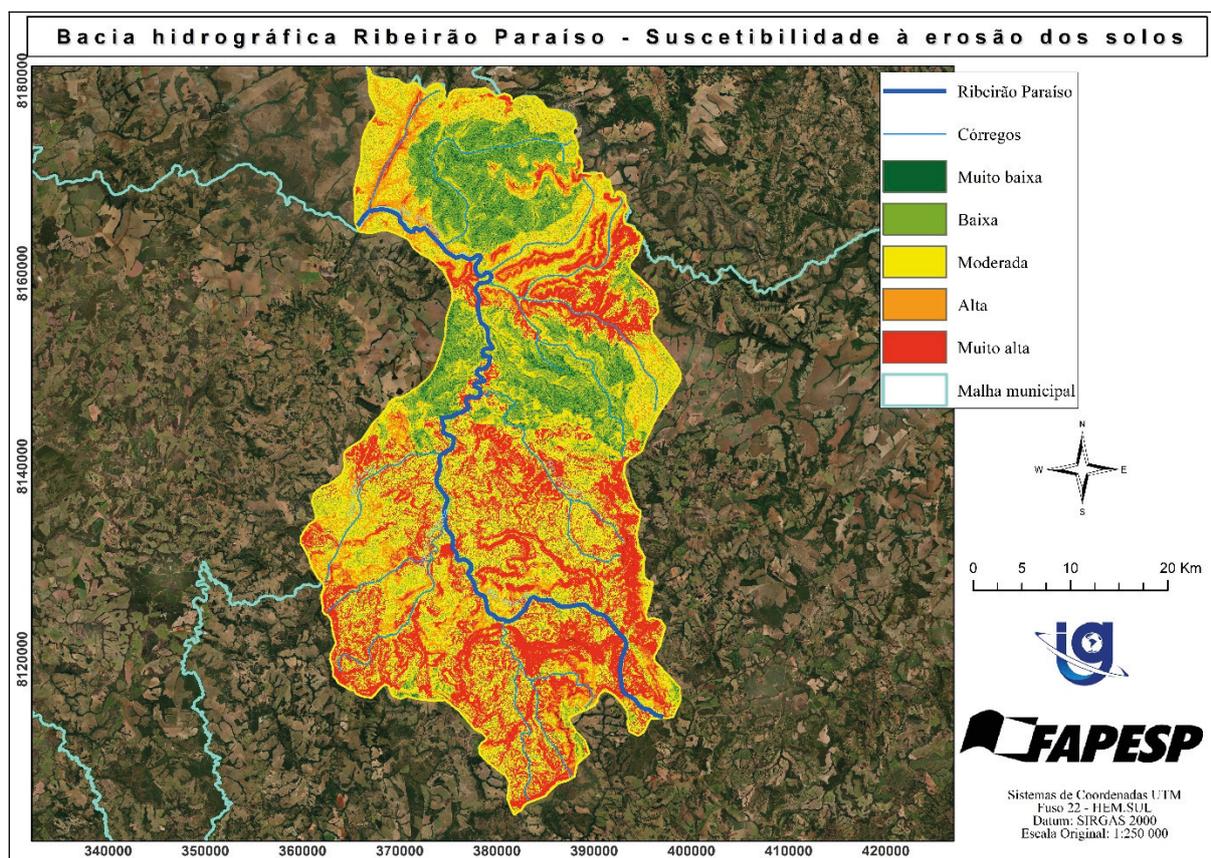


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Mapeamento da suscetibilidade à erosão baseado em Crepani *et al.* (2001).

Com essa análise, é reforçado a importância da vegetação, e principalmente em mantê-la. Com a presença da vegetação ou o uso e manejo adequado para a localidade, processos de perda e de suscetibilidade tendem a ter menor incidência. A água como principal fator de transporte de material, na presença de vegetação diminui sua velocidade cinética, tendo em vista as raízes geram fortes agregações no solo, favorecendo também a infiltração da água, ocasionando em estabilidade.

A partir dos dados de suscetibilidade disponibilizados pela Embrapa, foram contabilizadas 5 classes de suscetibilidade para a área de estudo: Muito baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito alta (Figura 4 e Tabela 6).



Fonte: Adaptado de Embrapa (2020).

Figura 4. Mapeamento da susceptibilidade à erosão EMBRAPA (2020).

Tabela 6. Suscetibilidade à erosão em km² da bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso (Embrapa, 2020).

Classes de susceptibilidade	km ²	%
Muito baixa	49,471622	2,74%
Baixa	345,31982	19,10%
Moderada	703,067579	38,89%
Alta	202,31377	11,19%
Muito alta	507,570953	28,08%
Total:	1807,743744	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A análise dos dados referentes à susceptibilidade à erosão dos solos na bacia hidrográfica do Ribeirão Paraíso, conforme apresentados na Figura 4 e na tabela de dados quantitativos (Tabela 6), revela uma distribuição heterogênea das classes de susceptibilidade. Observa-se que a maior proporção da área, correspondendo a 38,89%, é classificada com susceptibilidade moderada à erosão. Esse resultado sugere que uma parcela significativa do terreno apresenta condições que podem favorecer processos erosivos sob certas circunstâncias, como chuvas intensas ou práticas inadequadas de manejo do solo. Nessa classe os solos podem não ser extremamente resistentes à erosão, mas as condições topográficas, a vegetação e o manejo do solo contribuem para manter a erosão em níveis gerenciáveis.

As áreas classificadas como de susceptibilidade muito alta representam 28,08% da bacia, indicando uma preocupação considerável em termos de potencial degradação do solo e perda de fertilidade. A extensão dessas áreas requer uma atenção especial para práticas de manejo e conservação do solo para mitigar os riscos de erosão. São caracterizadas por solos altamente erodíveis, declives acentuados, pouca ou nenhuma cobertura vegetal e condições climáticas que favorecem a ocorrência de processos erosivos intensos.

As classes de susceptibilidade baixa e muito baixa, que somam juntas 21,84%, refletem as áreas menos propensas à erosão, onde as condições do solo, topografia e cobertura vegetal contribuem para uma maior estabilidade e resistência aos processos erosivos. Essas áreas podem ser consideradas como zonas de menor risco, onde práticas de uso do solo menos restritivas podem ser aplicadas. A classe muito baixa está associada a áreas onde os fatores

condicionantes, como a resistência do solo à erosão (baixa erodibilidade), a proteção da cobertura vegetal, a topografia suave e as condições climáticas, contribuem para uma mínima ocorrência de erosão. A percentagem de 2,74% do total da área indica regiões potencialmente estáveis onde medidas de conservação do solo podem ser menos intensivas. A Classe de suscetibilidade baixa representa 19,10% da área, esta classe indica solos com maior resistência à erosão ou condições topográficas e climáticas que não favorecem fortemente a erosão.

Por outro lado, a classe de alta suscetibilidade, que abrange 11,19% da área, também demanda estratégias eficazes de manejo para prevenir a erosão, uma vez que tais locais estão em uma condição intermediária e podem evoluir para uma condição de maior risco sob influência antrópica ou eventos climáticos extremos. Essa classe indica áreas onde os solos são mais susceptíveis à erosão, podendo ser devido a uma combinação de solos mais erodíveis, maior declividade, práticas de uso do solo que expõem o solo ou condições climáticas que promovem a erosão, como chuvas intensas.

Comparação entre resultados

As metodologias de Crepani *et al.* (2001) e da Embrapa (2020) para mapeamento da suscetibilidade à erosão oferecem abordagens distintas que refletem em resultados variados. A metodologia de Crepani *et al.* foca em parâmetros morfogenéticos e pedogenéticos, oferecendo uma análise detalhada do terreno e do solo, que influencia diretamente a suscetibilidade à erosão. Por outro lado, a Embrapa, com sua atualização em 2022, adota uma integração temática baseada em conhecimento especialista, incorporando fatores como erodibilidade dos solos, erosividade das chuvas e topografia, fornecida pelo Modelo Digital do Terreno (SRTM/NASA) com 30 m de resolução espacial.

A diferença fundamental entre as duas metodologias reside na abrangência e na natureza dos dados analisados. Enquanto Crepani *et al.* se concentram em aspectos físicos específicos do terreno e do solo, a Embrapa abrange uma gama mais ampla de variáveis, incluindo condições climáticas e topográficas, para determinar a suscetibilidade à erosão. Essa diferença de abordagem resulta em mapas de suscetibilidade que podem variar significativamente em termos de identificação de áreas de risco.

Como já esperado, os resultados gerados pela metodologia de Crepani *et al.* (2001) tendem a ser mais detalhados em termos de características físicas do solo e do terreno, o que pode ser particularmente útil para aplicações que requerem um alto grau de especificidade. Por outro lado, a abordagem da Embrapa, fornece uma visão mais holística da suscetibilidade à erosão, o que pode ser vantajoso para o planejamento de uso do solo em escala regional ou nacional.

A escolha entre essas metodologias, portanto, depende dos objetivos específicos do mapeamento e das características da área de estudo. Para análises que exigem um foco em propriedades específicas do solo e do terreno, a metodologia de Crepani *et al.* (2001) pode ser mais apropriada. Para avaliações que necessitam de uma compreensão abrangente dos riscos de erosão em uma área mais ampla, a metodologia da Embrapa pode ser mais indicada.

O mapeamento da Embrapa categoriza a suscetibilidade à erosão em cinco classes distintas, desde "Muito Baixa" até "Muito Alta". Os dados quantitativos indicam que uma grande parte da área estudada apresenta suscetibilidade "Moderada" (38,89%) e "Muito Alta" (28,08%). Por outro lado, o mapeamento realizado com a metodologia de Crepani *et al.* (2001) apresenta uma distribuição diferente. A maior parte da área é classificada como "Medianamente Estável/Suscetível" (78%), o que indica uma predominância de condições de estabilidade moderada na área, mas com uma suscetibilidade potencial à erosão. As outras categorias, como "Estável" e "Moderadamente Suscetível", compõem proporções menores da área total, sendo 0,4% e 17% respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente implementação de novas técnicas e o avanço das tecnologias em geoprocessamento têm impulsionado significativamente a pesquisa em suscetibilidade à erosão, fortalecendo o arcabouço teórico e metodológico disponível para análise ambiental. A integração de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem aprimorado a qualidade dos dados e dos produtos cartográficos, permitindo um planejamento e controle mais efetivos por parte dos órgãos gestores. Em particular, a comparação entre as metodologias de Crepani *et al.* (2001) e da Embrapa (2020) para mapeamento da suscetibilidade à erosão revelou diferenças notáveis em suas abordagens e resultados. Enquanto a metodologia de Crepani *et al.* oferece um detalhamento minucioso, fundamentado em uma ampla gama de fatores físico-ambientais, a metodologia da Embrapa proporciona uma visão mais geral, que pode ser imediatamente aplicada ao manejo do território.

Os impactos antrópicos que resultam em perdas econômicas, de biodiversidade e danos culturais, frequentemente irreversíveis, reforçam a necessidade de tais ferramentas analíticas avançadas. A análise dos resultados mostrou que uma proporção significativa da bacia do Ribeirão Paraíso está vulnerável à erosão, evidenciando a necessidade de

monitoramento e ações mitigadoras nas áreas de maior risco. A comparação realizada sublinha a importância de escolher a metodologia adequada para cada caso específico, garantindo que as práticas de manejo e conservação sejam baseadas em informações precisas e contextualizadas.

A análise da suscetibilidade à erosão, enriquecida pela comparação metodológica, provou ser eficaz na identificação das áreas mais vulneráveis. Esta abordagem comparativa não apenas reforça a capacidade de diagnóstico, mas também amplia as possibilidades para o desenvolvimento de estratégias proativas de planejamento e mitigação. A metodologia aplicada demonstrou ser uma valiosa alternativa para a gestão dos recursos naturais, tanto no âmbito público quanto no privado, contribuindo para a prevenção e o monitoramento dos impactos ambientais.

Concluindo, este estudo reitera o valor de combinar diferentes metodologias para obter uma compreensão abrangente da suscetibilidade à erosão em bacias hidrográficas como a do Ribeirão Paraíso.

REFERÊNCIAS

- ADGER, W.N. Vulnerability. *Global Environmental Change*, v.16, n.3, p.268-281, 2006.
- BRAMORSKI, J., CRESTANA, S. Erosão hídrica em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo e chuva simulada. *Revista Sítio Novo*, 4(2), 73-80, 2020.
- CARNEIRO, G. T. **Processo de fragmentação e caracterização dos remanescentes de Cerrado: Análise ecológica da paisagem da bacia do rio dos Peixes (GO)**. Tese. Doutorado em Ciências Ambientais. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 135 fls. 2012.
- CREPANI, E; MEDEIROS, J. S; FILHO, P. H; FLORENZANO, T. G; DUARTE, V; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil (Primeira aproximação)**, 2020. Disponível em <<https://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/2916>>. Acesso em: 10 de março de 2024.
- FRANCO, A. C. S., DE OLIVEIRA FERREIRA, F. A., SOUZA, J. D., MATEUS, N. B., SOUZA, J. C. Caracterização física simplificada dos solos que margeiam a rodovia go-070, entre as cidades de GOIÁS E ITABERAÍ (GOIÁS). *Revista Geoaraguaia*, 10, 155-170. 2020.
- KASPERSON, RE, DOW, K., ARCHER, E., CACERES, D., DOWNING, T., ELMQVIST, T., VOGEL, C. Povos e lugares vulneráveis. *Ecossistemas e bem-estar humano: Estado e tendências atuais*, 1, 143-164. 2005.
- LEPSCH, I.F.; ESPINDOLA, C.R.; FILHO, O.J.V.; HERNANI, L.C.; SIQUEIRA, D.S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 170p. 2015.
- LOPES, M. S.; SALDANHA, D. L. Análise de vulnerabilidade natural a erosão como subsídio ao planejamento ambiental do oeste da bacia hidrográfica do Camaquã – RS. *Revista Brasileira de Cartografia*. Nº68/9. Edição especial Movimentos de massa e processos erosivos. Rio de Janeiro. 2016. p.1689-1708.
- MACHADO, N. L.; LOSS, A.; BACIC, Z. I. L.; DORTZBACH, D.; DE CAMPOS LALANE, H. Vulnerabilidade à perda de solo na microbacia Lajeado Pessegueiro, Brasil. *Scientia Agropecuaria*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 159-168, 2017. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2017.02.08.
- MARCATTO, F. S; SILVEIRA, H. Efeitos do uso e manejo e dinâmica físico-hídrica de um sistema pedológico derivado de arenitos, no Paraná-Brasil. *Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia*, v. 32, n. 1, 2023.
- MESQUITA, C.; ASSIS A. Q. S.; SOUZA, R. M. Vulnerabilidade natural à perda de solos da bacia hidrográfica do rio sagrado –Morretes/pr. *Revista de Geografia*, UFPE, v. 27, n. 2, p.214-264, 2010. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2010.228872>
- MUÑOZ, V. A.; VALERIANO, M. M. Modelagem da dissecação por geoprocessamento para delineamento de manchas de solo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 14. (SBSR), 2009, Natal. [Anais...] São José dos Campos: INPE, 2009. p. 7741-7748.
- NASCIMENTO, M. A. Geomorfologia do estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*, 12(1), 01–22. 1992. <https://doi.org/10.5216/bgg.v12i1.4371>
- NEOTROPICA TECNOLOGIA AMBIENTAL, EIBH, **Estudo integrado de bacia hidrográfica para avaliação do aproveitamento hidrelétrico no estado de Goiás**. EIBH – Bacia do Rio do Peixe, Goiânia, 2010.
- NICOLAU, R. F. Vulnerabilidade da paisagem à perda de solos da bacia hidrográfica do rio do Peixe –Goiás. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia-MG, v. 19, n. 66 p. 285–296. 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196620>
- NOGUEIRA, A. M., TOCANTINS, N., & SALOMÃO, F. D. T. Degradação de áreas com processo de Arenização na Bacia do Córrego Guanabara, Município de Reserva do Cabaçal-MT. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(3), 722-737. 2019.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030**. Genebra: UNISDR. 2015. Disponível em: <https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>. Acesso em: 15 de mar. de 2019.
- RIFFEL, E. S., RUIZ, L. F. C.; GUASSELLI, L. A. Mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos a partir de mineração de dados e do modelo SHALSTAB. **Revista Brasileira de Cartografia**, 68, 1805-1818, 2017.
- ROVANI, F. F. M.; CASSOL, R.; WOLLMANN, C. A.; SIMIONI, J. P. D. Análise da vulnerabilidade natural à perda de solo de Barão de Cotegipe, RS. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 29, p. 262-278, 2015. DOI: 10.11606/rdg.v29i0.102085.
- ROVANI, F. F. M.; VIERA, M. Vulnerabilidade Natural do Solo de Silveira Martins-RS. **Floresta Ambient.**, Seropédica, v. 23, n. 2, pág. 151-160, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.125614>.
- DA SILVA FILHO, A. L., DA COSTA, V. C. Análise Comparativa Da Modelagem Para Mapeamento De Suscetibilidade À Inundação, Nas Sub-Bacias Rio Da Prata Do Mendanha E Campinho, Município Do Rio De Janeiro. **Revista Tamoios**, 19(2), 4-23, 2023.
- SOUZA, J. C., DA SILVA, A. D. L., SALGADO, A. P., DA MATA, A. D. S., GODINHO, D. C. Avaliação geoambiental das margens da rodovia GO-070: trajeto entre as cidades de Goiás (GO) e Itaberaí (GO). **Cerrados**, 18(1), 23-43. 2020.
- TAVARES, K. S. R.; ROMAO, P. A.; OLIVEIRA, I. J. de. Vulnerabilidade Ambiental no Município de São Domingos (GO). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 13, p. 2212-2232, 2020. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2212-2232>.
- TRICART, J. **Ecodinâmica. Recursos Naturais e meio ambiente**. Rio de Janeiro. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, n.1, 1977.
- YOKOMIZO, G. K. I., ARIAS, C. A. A., DA SILVA NETO, S. P., DOS SANTOS, I. C. Desempenho de cultivares de soja no cerrado do amapá quanto a estabilidade e adaptabilidade. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, 9(1), 1-11, 2022.
- ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Editora da UNESP, 2010.

CARACTERIZAÇÃO GEOSISTÊMICA DOS DISTRITOS DE MOCAMBO E CABURI, PARINTINS-AM COM USO DE SENSORIAMENTO REMOTO

GEOSYSTEMIC CHARACTERIZATION OF THE MOCAMBO AND CABURI DISTRICTS, PARINTINS-AM USING REMOTE SENSING

CARACTERIZACIÓN GEOSISTÉMICA DE LOS DISTRITOS DE MOCAMBO Y CABURI, PARINTINS-AM MEDIANTE TELEDETECCIÓN

João D'Anuzio Menezes de Azevedo Filho¹

 0000-0002-2673-1261
jdazevedo@uea.edu.br

Deysson Moutinho da Gama²

 0009-0002-1870-1748
deyssonmouga@gmail.com

1 Professor curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2673-1261>. E-mail: jdazevedo@uea.edu.br.

2 Graduando em Geografia na Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1870-1748>. E-mail: deyssonmouga@gmail.com.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A paisagem é um tema de estudo na geoecologia que se baseia na análise do potencial dos recursos naturais. O objetivo da pesquisa é fazer um estudo dos aspectos naturais e socioambientais, especificamente geomorfologia, hidrografia, hipsometria e as microbacias hidrográficas, dos distritos de Mocambo e Caburi, município de Parintins-AM, com uso de recursos geotecnológicos e sistema de informação geográfica (GIS). Com o software QGIS versão 3.28.9 que é uma ferramenta de sistema de informação geográfica livre para a produção de mapas, edição e análises de dados georreferenciados. A metodologia constitui-se da aquisição e tratamento de dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Dados da iniciativa TOPODATA/INPE. O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi fundamental para este estudo, pois permitiu correlacionar as características fisiográficas dos distritos Mocambo e Caburi com a realidade por meio da criação de mapas temáticos que possibilitam a interpretação da paisagem.

Palavras-chave: Amazônia. Geossistemas. Geotecnologias.

ABSTRACT: Landscape is a topic of study in geoecology that is based on the analysis of the potential of natural resources. The objective of the research is to study the natural and socio-environmental aspects, specifically geomorphology, hydrography, hypsometry and micro-watersheds, in the Mocambo and Caburi districts, municipality of Parintins, Amazonas - Brazil, using geotechnological resources and geographic information system (GIS). With QGIS software version 3.28.9, which is a free geographic information system tool for producing maps, editing and analyzing georeferenced data. The methodology consists of the acquisition and processing of cartographic data (digital format) on the websites of the National Institute for Space Research (INPE) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Institute of Colonization and Agrarian Reform (INCRA) and Data of the TOPODATA/INPE initiative. The use of the Geographic Information System (GIS) was fundamental for this study, as it allowed the physiographic characteristics of the Mocambo and Caburi districts to be correlated with reality through the creation of thematic maps that enable the interpretation of the landscape.

Keywords: Amazonia. Geosystems. Geotechnologies.

RESUMEN: El paisaje es un tema de estudio en geoecología que se basa en el análisis del potencial de los recursos naturales. El objetivo de la investigación es estudiar los aspectos naturales y socioambientales, específicamente geomorfología, hidrografía, hipsometría y microcuencas, en los distritos de Mocambo y Caburi, municipio de Parintins, Amazonas - Brasil, utilizando recursos geotecnológicos y sistemas de información geográfica (SIG). Con el software QGIS versión 3.28.9, que es una herramienta gratuita del sistema de información geográfica para producir mapas, editar y analizar datos georreferenciados. La metodología consiste en la adquisición y procesamiento de datos cartográficos (formato digital) en los sitios web del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) y del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), del Instituto de Colonización y Reforma Agraria (INCRA) y Datos de la iniciativa TOPODATA/INPE. El uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) fue fundamental para este estudio, ya que permitió correlacionar las características fisiográficas de los distritos de Mocambo y Caburi con la realidad a través de la creación de mapas temáticos que posibilitan la interpretación del paisaje.

Palabras clave: Amazonía. Geosistemas. Geotecnologías.

INTRODUÇÃO

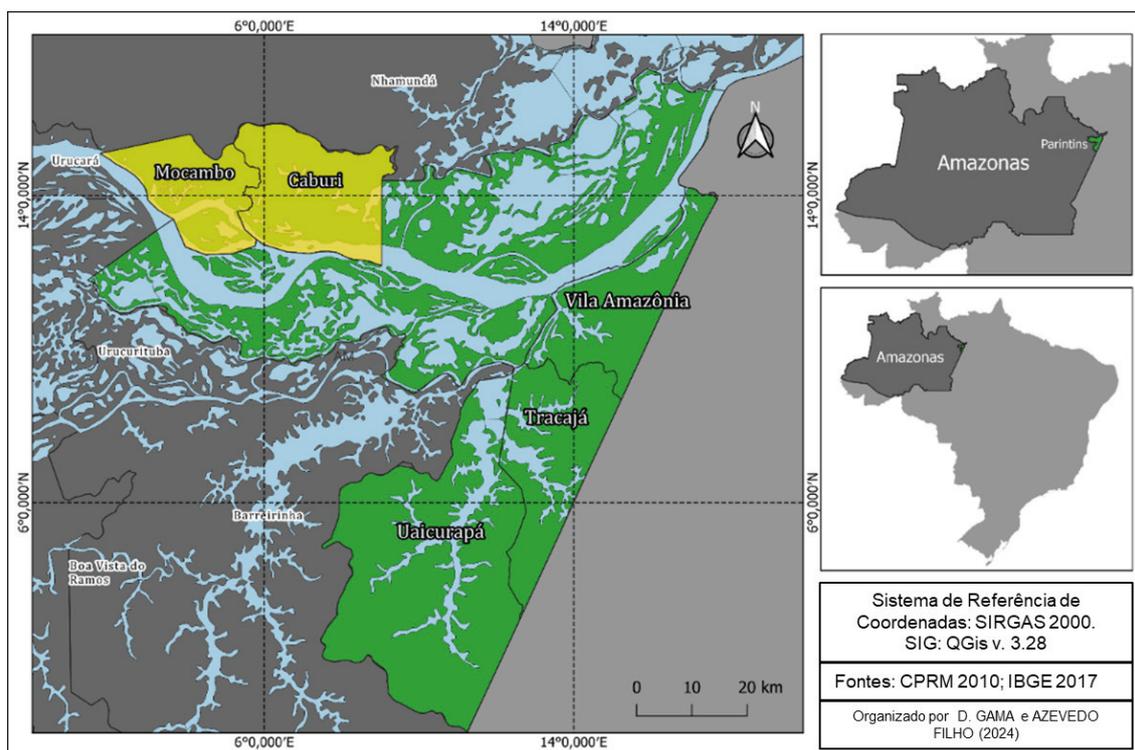
O conceito de paisagem é amplamente utilizado na ciência geográfica para compreender a interação entre seres humanos e o meio ambiente, identificando fenômenos naturais e socioespaciais em diferentes escalas.

Os poucos trabalhos com sensoriamento remoto e sua aplicação na obtenção de dados em grande escala na Amazônia representa uma lacuna significativa no conhecimento geoespacial de localidades como os distritos de Mocambo e Caburi, no município de Parintins. O sensoriamento remoto é uma poderosa ferramenta para a coleta de dados geoespaciais, permitindo a análise de características físicas e ambientais de localidades em lugares distantes. Além disso, o estudo da paisagem e o uso de geotecnologias são fundamentais para compreender a dinâmica espacial e os processos ambientais que ocorrem nesses distritos.

O trabalho foi desenvolvido através do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade do Estado do Amazonas, PAIC/FAPEAM (Edital 024/2023 e edital 075/2023-suplementar). A área de estudo de Mocambo e Caburi (Figura 1), vilas agrícolas localizadas na zona rural do município de Parintins, distantes cerca de 60 km.

Ambos estão localizados às margens de lagos de mesmo nome das vilas, o que significa que é preciso entrar no curso d'água para alcançá-los. A população de Caburi e Mocambo é de aproximadamente 2.112 e 1.948 habitantes, respectivamente. Essas localidades compartilham certa infraestrutura urbana: as ruas são pavimentadas e há rede pública de água e energia elétrica fornecida pelas mesmas empresa que prestam esses serviços na sede municipal; há escolas, creches, postos de saúde e outros equipamentos municipais, mas sem prefeitura local ainda carecem de alguns serviços básicos que lhes valeram o título de cidade (Silva, 2009).

O objetivo da pesquisa é realizar um estudo dos aspectos naturais, especificamente da geomorfologia, hidrografia, vegetação e as bacias hidrográficas, dos distritos de Mocambo e Caburi, município de Parintins, com uso de recursos geotecnologias, geoprocessamento e sistema de informação geográfica (GIS). A partir dessa construção pode-se obter informações sobre a diversidade física, geológica e geomorfológica ambiental; identificar as diversas paisagens da área de estudo com o uso do Sensoriamento Remoto e de um Sistema de Informação Geográfica (GIS); criar condições de análise do relevo, das bacias hidrográficas e da vegetação a partir de parâmetros e definição de seus limites; montar um banco de dados sobre a geografia física dos distritos.



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).

Figura 1. Parintins (AM) por Distritos: localização de Mocambo e Caburi.

A metodologia constou da aquisição dos dados cartográficos (formato digital) nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e Dados da iniciativa TOPODATA/INPE, que oferece livre acesso a variáveis geomorfométricas locais derivadas de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) para todo o território nacional. O tratamento dos dados no QGis possibilitou a construção dos mapas temáticos.

As geotecnologias compreendem as técnicas de coleta, processamento, análise e disponibilização de dados geográficos. O trabalho seguiu as quatro fases da técnica geotecnológica, coleta, processamento, análise e disponibilização de dados indicada por Rosa (2005).

A coleta baseou-se na coleta de informação sobre os distritos de Mocambo e Caburi, de mapas, e de bases cartográficas da base de dados do IBGE (2017) e do CPRM (2010) em formato digital vetorizado (shapefile). As informações foram armazenadas em bancos de dados do Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento do CESP/UEA; o tratamento, análise e integração de informação espacial foi realizado no software QGis, Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre, onde serão organizados os bancos de dados, o processamento digital das imagens e confecção de mapas temáticos.

A partir dos mapas temáticos foi possível produzir um mapa síntese das características naturais com potencial de análise geossistêmica da paisagem local.

O artigo organiza-se em três tópicos, o primeiro explica sobre o sensoriamento remoto e suas aplicações na abordagem geossistêmica. O segundo aborda as características físicas da área de estudo, como a geomorfologia, geologia, pedologia, hidrografia e da vegetação com síntese dos dados ambientais com mapas temáticos. Finalizando com as considerações finais, apresentando a importância do sensoriamento remoto para o entendimento e análise da paisagem local.

ESTUDO DA PAISAGEM MOCAMBO E CABURI COM USO DO SENSORIAMENTO REMOTO

A geotecnologia, também conhecida como “geoprocessamento”, é um conjunto de técnicas utilizadas para coletar, processar, analisar e fornecer informações georreferenciadas. A tecnologia geotécnica consiste em soluções de hardware, software e peopleware que, juntas, formam poderosas ferramentas de tomada de decisão. Dentro da tecnologia geotécnica podemos focar em: GIS, mapeamento digital, sensoriamento remoto, GPS e topografia (Rosa, 2005).

O sensoriamento remoto é o uso de aparelhos instalados em aeronaves ou satélites para coletar dados sobre objetos ou eventos na superfície terrestre. Outras definições podem ser mais abrangentes ou limitadas, como especificar o tipo de fenômeno físico observado (radiação eletromagnética) ou incluir as superfícies de outros corpos no sistema solar (Amaral, 1990, p. 2).

A integração de dados disponíveis, juntamente com a interpretação de imagens de satélite, contribui para uma compreensão mais abrangente e aprimorada do meio ambiente. De acordo com Tricart (1982), o sensoriamento remoto deve ser utilizado para aprimorar a descrição das paisagens e o conhecimento do nosso ambiente. Essa técnica permite a obtenção de informações sobre a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto. A abordagem geossistêmica do sensoriamento remoto busca compreender e analisar a interação entre os elementos da Terra, considerando a influência dos sistemas naturais e humanos. De acordo com Ferreira e Neves (2023), essa abordagem, proposta por George Bertrand, caracteriza a dinâmica das paisagens. O geossistema é definido como uma unidade de paisagem resultante da combinação de fatores naturais geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, que compreendem o potencial ecológico, incluindo flora, solos e fauna, definidos pela exploração biológica. Como resultado das interações entre esses componentes dos geossistemas, observa-se sua dinâmica, que, sob os efeitos da atividade humana, pode ou não se manter em equilíbrio.

A dinâmica de formação e transformação dos recursos naturais pode ser analisada por meio dos geossistemas, que são sistemas naturais organizados em uma hierarquia e inter-relacionados simultaneamente (Sotchava, 1978), buscando alcançar um equilíbrio dinâmico ao longo do tempo sempre que há uma alteração nos fluxos de matéria (Amorim, 2012). Dentro desse conceito, os geossistemas se referem exclusivamente ao meio físico natural, refletindo as características climáticas, topográficas, bióticas e outras de uma área específica, região ou do próprio planeta Terra.

Nesse contexto, Christofoletti (1999) argumenta que o geossistema se torna o principal objeto de estudo da Geografia Física e representa uma organização espacial resultante da integração dos elementos e componentes físicos da natureza, manifestando-se por meio dos fluxos de matéria e energia.

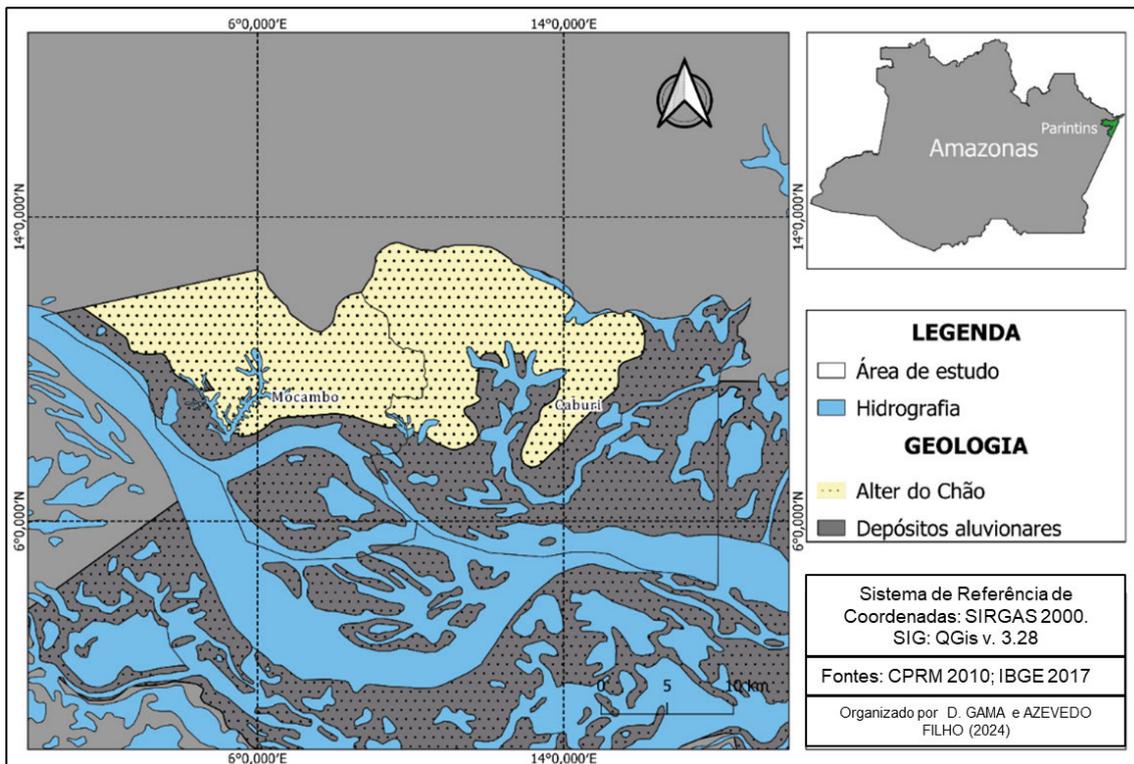
Geologia

Com uma área de aproximadamente 5.952 km², o município de Parintins está inserido na parte central da bacia do Amazonas, uma área de aproximadamente 606.234 km², em uma porção deprimida na parte norte do Brasil.

O estado do Amazonas se localiza na entidade geotectônica Cráton Amazônico, cujo embasamento está exposto nas províncias de Tapajós e Rio Branco, separadas pela Província Amazônica (incluindo a Bacia do Alta Tapajós) (Hasui *et al.*, 2012, p. 138).

A Bacia Sedimentar Amazônica caracteriza-se por ser uma bacia intracratônica de idade paleozoica, tendo como limites naturais o Arco do Purus e o Arco das Gurupá a oeste e a leste, respectivamente, separando-a das bacias do Solimões e do Marajó (Sardinha, 2021, p.64). A bacia Amazônica contém sequências sedimentares continentais, oceânicas, marinhas rasas e fluviais, além de rochas intrusivas. Na parte mais superficial da bacia, é constituída por unidades estruturais geomorfológicas, das quais a Formação Alter do Chão é a mais proeminente, datando do final da Era Mesozoica (Cretáceo) e estendendo-se até ao Período Terciário, constituída por uma variedade de composição de arenitos e argilitos (incluindo caulim). Destacam-se também os espessos sedimentos Holocenos (Quaternários) distribuídos ao longo dos canais do rio Amazonas e seus afluentes (Sardinha, 2021, p.64).

Nos distritos de Mocambo e Caburi prevalecem os depósitos aluvionares e a formação de Alter do Chão. A Formação Alter do Chão, de idade Cretácea/Terciária, é representada por uma grande variedade de arenitos e argilitos, incluindo caulins, que dominam no restante do território. Os distritos, apresentam uma geologia predominantemente composta por rochas sedimentares da bacia do Amazonas. Essas rochas têm composição arenosas, argilosas e carbonáticas, com idade variando do Paleozoico ao Cenozoico (Maia *et al.*, 2010). Na região, é possível encontrar também depósitos de minerais como ferro, manganês e outros (Figura 2).



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).

Figura 2. Geologia dos distritos de Mocambo e Caburi (Parintins-AM).

A região também se destaca pelo contato entre duas estruturas geológicas: a parte norte é composta por material mesozoico, enquanto a parte sul é formada por depósitos aluvionares holocênicos (Quaternário).

Além disso, os distritos também são marcados pela presença de depósitos sedimentares quaternários, que incluem sedimentos fluviais. Esses depósitos são comuns nas áreas próximas aos rios e desempenham um papel importante na compreensão da dinâmica fluvial e no uso dos recursos naturais da região. Dessa forma, a geologia apresenta características que refletem a história geológica da região e a influência dos processos naturais que moldaram seu relevo e seus recursos geológicos.

Ao realizar a caracterização geossistêmica da área, foi possível obter maiores informações sobre suas características físicas, como a geomorfologia da área. O tratamento desses dados e a produção de mapas temáticos foi realizado com software livre QGIS, versão 3.28 e superior, nele desenvolveu os mapas de acordo com os dados obtidos sobre os distritos Caburi e Mocambo.

Geomorfologia

Todo o estado do Amazonas está enquadrado, segundo Ab'Saber (2003), no Domínio Morfoclimático das Terras Baixas Equatoriais da Amazônia.

A partir dos parâmetros hidrológicos de Nascimento, Mauro e Garcia (1976), é possível classificar a planície quaternária do rio Amazonas como "planície fluvial alagada" e "planície inundável". Seguindo essa mesma abordagem, Marques (2017) indica que:

várzea baixa corresponde a "planície fluvial alagada", que em condições consideradas normais do regime hidrológico do rio Amazonas, começa a ser transbordada nos três primeiros meses do ano, enquanto que a várzea alta foi classificada como "planície inundável", cujo transbordamento total pelas águas do rio só acontece durante as grandes enchentes (Marques, 2017, p. 68).

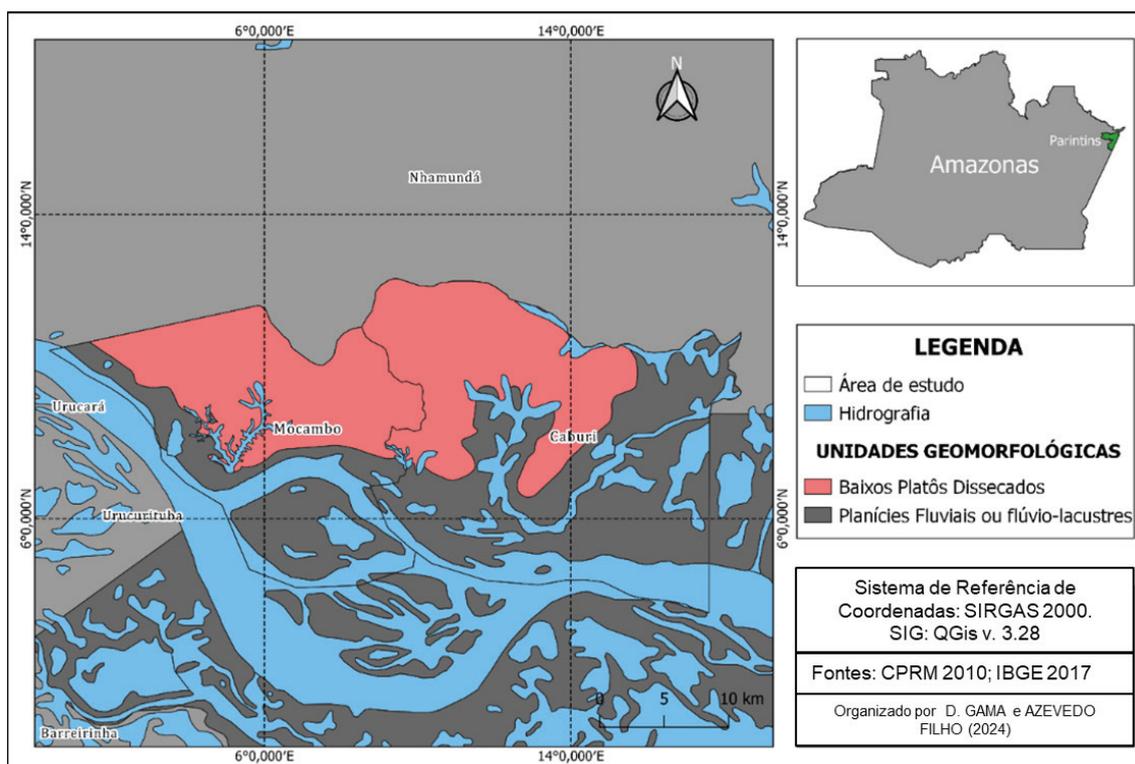
Com base na descrição genética, Iriondo (1982) acredita que a Planície do rio Amazonas é uma área de depressão onde corre um rio, onde há sedimentos aluviais espessos, formando assim uma planície de inundação que penetra em ambas as margens do rio Amazonas. Notavelmente, a planície aluvial da Amazônia apresenta uma diversidade morfológica significativa, refletindo principalmente diferentes tipos de deposição aluvial.

O sistema geomórfico é caracterizado por planícies periodicamente inundadas, solos hidromórficos e solos aluviais. Já as terras altas não são afetadas pelos regimes hídricos, possuem solos mais profundos e bem drenados e são dominadas por florestas densas e fechadas (Azevedo Filho, 2013; Albuquerque, 2012).

Segundo Dantas e Maia (2010), as áreas de planície aluvial são tipicamente cobertas por vegetação adaptada a locais sujeitos a inundação, como o igapó e as matas de várzea. Essas planícies são compostas por depósitos sedimentares que se formaram recentemente ou em épocas passadas, enquanto os terraços fluviais estão relacionados ao período do Pleistoceno Superior e as planícies de inundação ao período do Holoceno.

Segundo Ross (1985), o relevo dentro das planícies corresponde essencialmente a áreas planas, resultantes da deposição de sedimentos recentes de oceanos, lagos ou rios.

O terreno das localidades Mocambo e Caburi está localizado na zona rural do município de Parintins e é caracterizado por mata de igapó, baixos platôs e planícies aluviais (Figura 3). Igapó é uma área permanentemente alagada onde a vegetação está adaptada para ter suas raízes sempre debaixo d’água. As planícies aluviais são terrenos mais elevados e são inundados apenas durante as épocas de cheias dos rios. Os baixos platôs ou terra firme estão localizados nas áreas mais altas, geralmente fora do alcance das cheias dos rios.



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).

Figura 3. Geomorfologia dos distritos de Mocambo e Caburi (Parintins-AM).

Os baixos platôs amazônicos são cobertos por florestas de terra firme, ocupa uma extensão significativa da parte oriental do estado do Amazonas e é caracterizado por terrenos baixos (menos de 200 m), solos densos, pobres e bem drenados, com latossolos amarelo (Eduardo; Maia, 2010, p.37).

Os baixos platôs dissecados destacados nos distritos são formações geológicas que se caracterizam por terem sido erodidas ao longo do tempo, resultando em uma paisagem que apresenta características típicas da região amazônica com vales profundos, com baixa profundidade e estreitos. As duas áreas possuem as mesmas características geomorfológicas, concluindo que os baixos platôs dissecados estão em maior abrangência nos distritos possuindo as mesmas particularidade e floresta, sendo localizado em floresta de terra firme na formação de Alter do Chão.

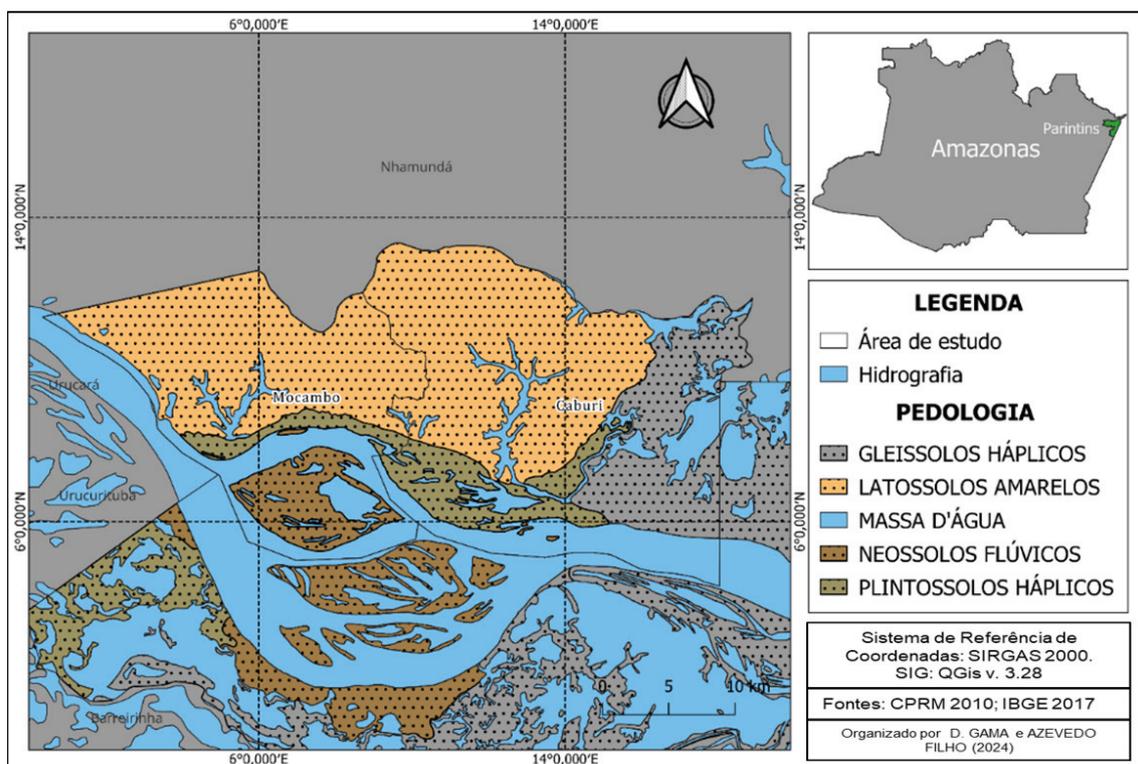
Pedologia

No Estado do Amazonas, a Companhia de Pesquisa e Recursos Naturais – CPRM (2010), procurou identificar os principais tipos de solo estimando sua porcentagem, bem como a área de ocorrência. As principais classes de solos identificadas foram: Argilosos 45%, Latossolos 26%, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos 9%, Espodossolos 7%, Plintossolos 3,5%.

Na área dos distritos de Mocambo e Caburi predominam os Latossolos Amarelos, Gleissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e Plintossolos Háplicos (Figura 4).

Os Latossolos Amarelos predominam nos distritos de Mocambo e Caburi. Conforme o IBGE (2007), esses solos se desenvolvem a partir de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras, na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica associados à Formação Alter-do-Chão. Por estarem localizados na formação de Alter-do-Chão, esses solos ocupam a maior parte dos distritos, apresentando uniformidade significativa em termos de cor, textura e estrutura. São solos profundos e muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e muito argilosa. Devido a essa característica, as raízes da vegetação local não se estendem muito profundamente, devido à baixa fertilidade desse tipo de solo. Segundo a EMBRAPA (1997), esses solos estão presentes nos horizontes A e Bw, com predominância do horizonte superficial do tipo A moderado e proeminente, e raramente do tipo húmico. Apresentam baixa fertilidade natural, com baixa soma de bases e teores muito baixos de fósforo assimilável, além de reagirem fortemente a moderadamente ácidos.

A classe dos Latossolos consiste em solos minerais, não hidromórficos, que normalmente apresentam uma sequência de horizontes A, Bw (horizonte mineral bastante intemperizado, evidenciado pela completa ou quase completa ausência (> 4%) de minerais primários facilmente intemperizáveis; mostram estrutura forte muito pequena ou pequena granular, ou em blocos subangulares, bem como textura franco-arenosa ou mais fina e teores reduzidos de silte) (latossólico) e C, com pouca diferenciação entre os horizontes Bw e, geralmente, com transição entre os horizontes plana e difusa (Teixeira *et al.*, 2010).



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).

Figura 4. Pedologia dos distritos de Mocambo e Caburi (Parintins-AM)

Os Latossolos na região do Amazonas predominantemente apresentam caráter distrófico ou álico. Os valores predominantes de pH indicam solos com reação extremamente a moderadamente ácida.

O segundo tipo de solo que predomina na maior parte da região são os Gleissolos Háplicos que, conforme IBGE (2007), são solos formados por materiais originários estratificados ou não sujeitos a constante ou periódico excesso de água. Eles geralmente se desenvolvem em sedimentos recentes próximos a cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia (ambientes influenciados pela presença de água), podendo se formar também em áreas planas de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, além de materiais residuais em áreas rebaixadas e depressões.

Os Gleissolos Háplicos são caracterizados por apresentar uma camada superficial escura e rica em matéria orgânica, comumente encontrada em regiões de várzea e baixadas na Amazônia. Esses solos são influenciados pela dinâmica de inundação sazonal, o que resulta em condições de hidromorfia, ou seja, excesso de água no solo.

‘No entanto, a utilização desses solos para atividades agrícolas é desafiadora devido às condições de inundação e à baixa oxigenação do solo. O manejo adequado desses solos requer técnicas específicas que levem em consideração a dinâmica hidrológica da região (Segovia *et al.*, 2020).

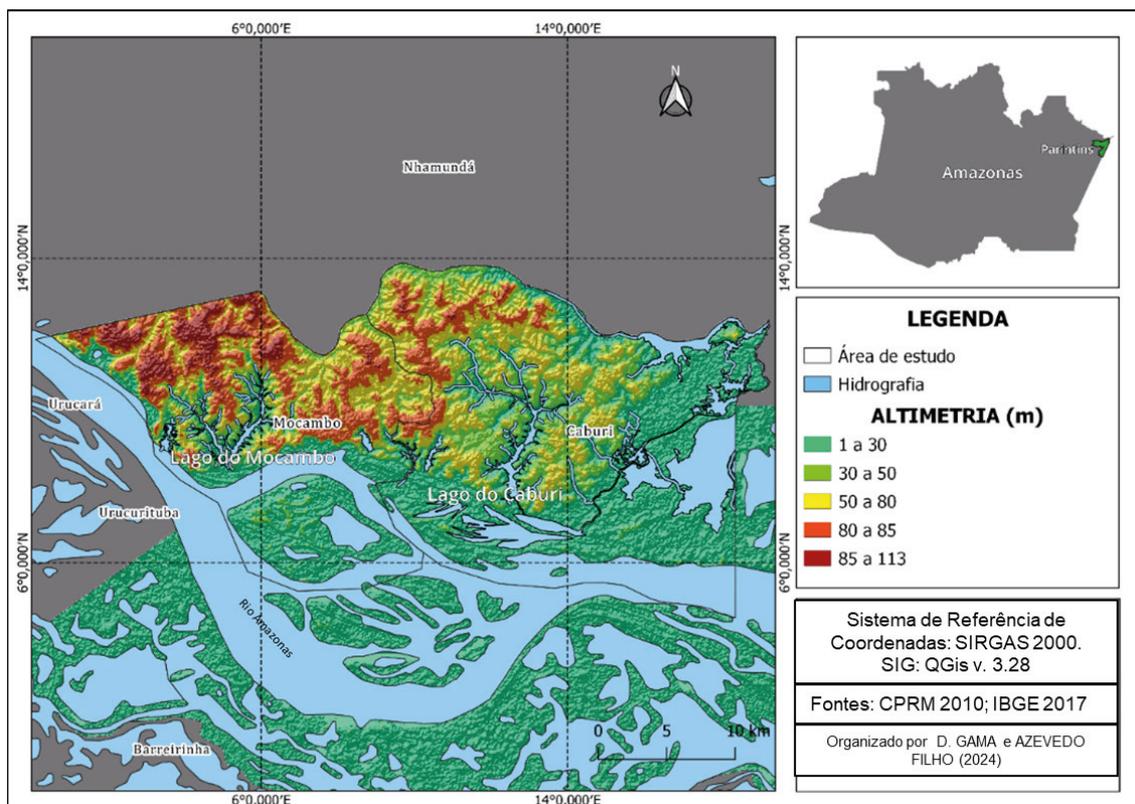
Hidrografia

Segundo Kimura (2011) acredita que o estudo dos sistemas hídricos é muito importante para a compreensão da dinâmica dos rios. Também auxilia na compreensão das interações entre os diversos componentes que os fazem funcionar e no planejamento de qualquer natureza que envolva o comportamento humano frente a esses componentes, como situações de uso e ocupação do solo.

As localidades de Mocambo e Caburi estão localizadas na bacia hidrológica do Amazonas, o maior sistema fluvial do mundo. O principal sistema de drenagem da Área Hidrográfica Amazônica é o rio Amazonas, que atravessa o município de Parintins. Na margem esquerda do rio encontram-se os distritos de Mocambo e Caburi.

Em geral, os lagos de Mocambo e Caburi apresentam baixa declividade. A Figura 5 apresenta a formação do terreno da microbacia em estudo. A microbacia do Mocambo e Caburi são afluentes do rio Amazonas. Segundo a Agência Nacional de Águas (2020), microbacia hidrográfica é uma área com corpo hídrico bem definido, mas de tamanho menor que uma bacia hidrográfica ou mesmo uma bacia hidrográfica secundária, com área de até 10.000 hectares, ou 100 quilômetros quadrados. As microbacias Mocambo e Caburi possuem área de 1.741 e 3.631 hectares respectivamente.

Pode-se verificar uma maior concentração na porção norte no distrito do Mocambo, com as cores vermelha e laranja, ultrapassando os 100 m de altitude. No distrito do Caburi as altitudes não ultrapassam os 85m, onde o lago do Caburi possui pouca drenagem e baixa declividade, por conta de estar em uma área plana, fazendo com que a drenagem seja lenta e os rios estreitos. As referidas microbacias hidrográficas apresentam elevação e topografia significativas, com as maiores elevações concentradas na parte norte do Mocambo, onde as declividades são maiores, o que pode resultar em maiores velocidades e picos no escoamento superficial. A vulnerabilidade da área à erosão e o aumento do escoamento superficial dependerá da presença ou ausência de vegetação (Figura 5).



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).
Figura 5. Sistema hídrico e altimetria dos distritos de Mocambo e Caburi (Parintins-AM).

O mapa hipsométrico e da hidrografia demonstra que os distritos de Mocambo e Caburi estão altitudes que vão de 30 a 113 m da formação Alter do Chão. De acordo com o mapa os rios, lagos e igarapés estão encaixados na parte depressiva do local destacada, que deságuam no nível estabelecido pelo rio Amazonas.

Vegetação e a interação geossistêmica

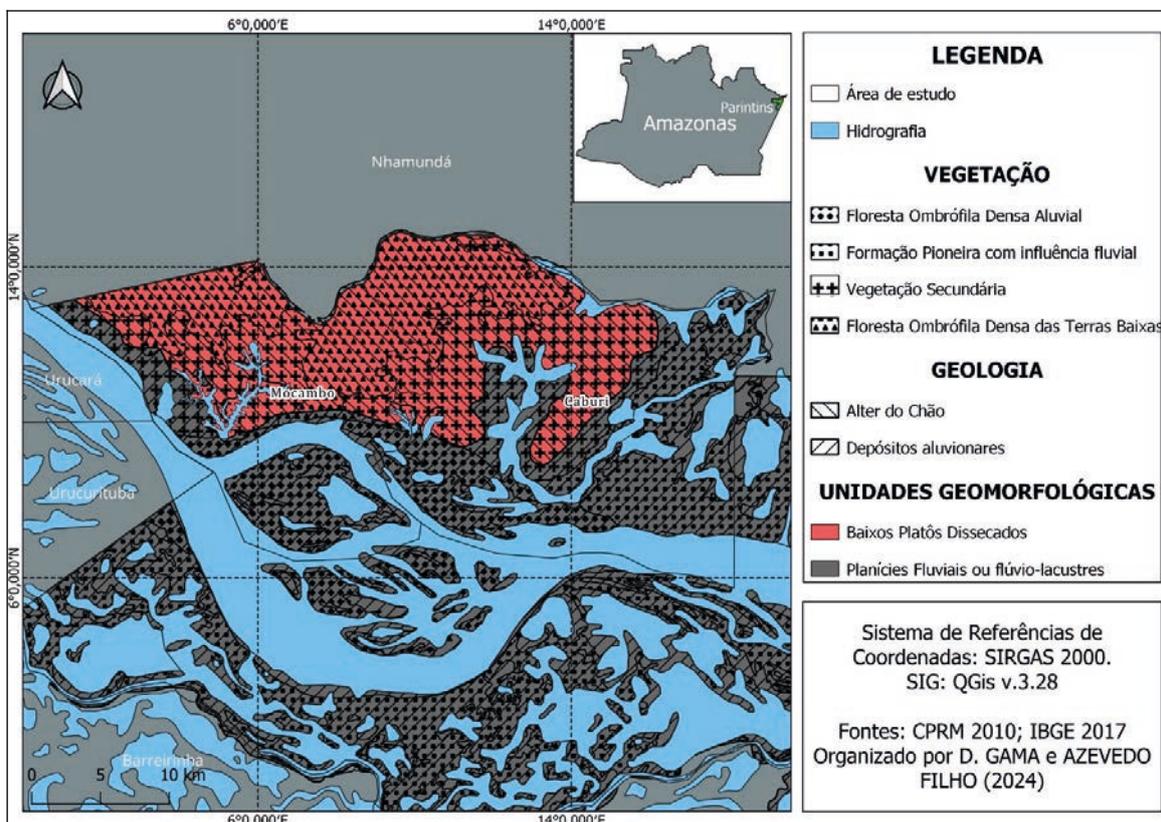
A vegetação dos distritos de Mocambo e Caburi é composta pela floresta ombrófila densa aluvial, floresta ombrófila densa das terras baixas, vegetação secundária e floresta ombrófila densa das terras baixas (Figura 6).

A floresta ombrófila densa aluvial são formações fluviais ou "florestas ciliares" que se formam ao longo de cursos de água e ocupam antigos terraços de planícies quaternárias. Sua formação é caracterizada por plantas de grande, médio e pequeno crescimento, de rápido crescimento, com casca lisa e troncos cônicos, às vezes com raízes características em forma de garrafa e em forma de placa, muitas vezes apresentando novas copas uniformes, mas devido à exploração madeireira, sua paisagem tornou-se bastante aberta (IBGE, 2012).

A floresta ombrófila densa aluvial que se encontra nas duas áreas dos distritos de Mocambo e Caburi tem influência da planície fluvial e depósitos aluvionares na área de várzea é um ecossistema de extrema importância ecológica e riqueza biológica. Localizada em regiões próximas a rios e sujeitas a inundações sazonais, essa floresta se adapta às condições únicas desse ambiente. A proximidade com as planícies fluviais proporciona um constante fornecimento de água, essencial para a sobrevivência da vegetação exuberante encontrada nesse ecossistema. Os depósitos aluvionares provenientes das cheias dos rios enriquecem o solo, tornando-o fértil e propício para o desenvolvimento de uma grande diversidade de espécies vegetais.

As formações pioneiras com influência fluvial, também conhecidas como vegetação de várzea, representam tipos associados a ambientes naturais altamente vulneráveis. Eles ocorrem em ambientes sazonalmente a permanentemente saturados de água e são geomorfologicamente muito homogêneos. Porém, também possuem suas especificidades, principalmente relacionadas à flora, que podem estar relacionadas às diferentes unidades geográficas do solo em que a espécie ocorre. Aspectos do ambiente natural, como regimes hídricos, tipos de solo e topografia, bem como características climáticas, podem ter relação direta com a ocorrência e distribuição de espécies na paisagem. (Kozera *et al.*, 2009, p.309).

Segundo o IBGE (2012), o termo de vegetação secundária, é definida como áreas onde a intervenção humana no uso da terra, seja para fins mineiros, agrícolas ou pecuários, resultou na destruição da vegetação nativa. Essa vegetação ocorre em áreas que já foram desmatadas ou degradadas e estão em processo natural de recuperação. A formação Alter do Chão, caracterizada pela decomposição das rochas em minerais que enriquecem o solo, contribui para a fertilidade e sustentabilidade deste ambiente regenerativo. Os depósitos aluviais do rio fornecem os nutrientes necessários ao crescimento das plantas, enquanto os princípios baixo-alto proporcionam diferentes microclimas e condições para o desenvolvimento da vegetação.



Fonte: CPRM (2010), IBGE (2017); Organizadores: D. Gama e Azevedo Filho (2024).

Figura 6. Mapa geossistêmico dos distritos de Mocambo e Caburi (Parintins-AM).

A presença de depósitos sedimentares nesse contexto pode influenciar na composição do solo e na disponibilidade de água, impactando diretamente no tipo de vegetação que se estabelece nesses locais. A interação entre todos esses elementos cria um ambiente dinâmico e propício para a recolonização da flora e fauna locais. A vegetação secundária com essas influências apresenta uma grande diversidade de espécies vegetais pioneiras, adaptadas a condições adversas, que gradualmente dão lugar a uma comunidade mais complexa à medida que o ecossistema se restabelece. Esse processo de sucessão ecológica é fundamental para a restauração de áreas degradadas e a recuperação da biodiversidade.

As florestas ombrófilas densas das terras baixas ocorrem em acidentes geográficos quaternários, muitas vezes em planícies acima do nível do mar que foram depositadas pela erosão das montanhas costeiras e estuários (IBGE, 2012). A floresta ombrófila densa das terras baixas com influência da formação de Alter do Chão e baixos platôs é um ecossistema exuberante e diversificado, caracterizado por uma rica biodiversidade e uma complexa interação entre os elementos naturais presentes nesse ambiente.

Nesse cenário, é possível encontrar uma grande variedade de árvores altas, arbustos densos, epífitas coloridas e uma diversidade de animais que dependem desse habitat para sobreviver. A interação entre as plantas, fungos, animais e micro-organismos forma uma rede complexa de relações ecológicas que sustentam a vida na floresta.

Nessa complexidade ambiental, estabelecida pela interação natural entre os diversos elementos que compõe a paisagem, a ocupação humana e adaptação ao longo do tempo foi se estabelecendo. Ambos os sistemas hídricos são locais adequados ao refúgio das intempéries da margem do grande rio Amazonas. Ao mesmo tempo, oferece possibilidade de pesca e produção agrícola, que foi se modificando ao longo do tempo. Atualmente a área é muito utilizada para a pecuária sazonal, sendo um período na várzea (durante a vazante) e durante a cheia nos platôs (terra-firme).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada no presente trabalho, bem como os procedimentos técnicos utilizados, mostrou-se eficaz na medida em que proporcionaram uma visão ampla, concisa e possível, embora muitas outras questões levantadas exijam maior explicação, o que só poderá ocorrer através de uma pesquisa mais aprofundada e construindo mapas temáticos. A área de estudo tem topografia variada, com áreas planas e outras mais onduladas, resultantes da ação de processos erosivos e deposicionais ao longo do tempo. Essas áreas muitas vezes apresentam solos férteis devido à deposição de sedimentos aluviais, o que pode favorecer o desenvolvimento da agricultura. Além disso, a presença de rios e cursos d'água pode proporcionar recursos hídricos importantes para atividades humanas e ecossistemas locais. Em termos de uso da terra, essas características podem influenciar as práticas agrícolas, a ocupação urbana e a conservação ambiental da região.

A utilização de softwares de sensoriamento remoto para análise de paisagens tem se mostrado uma ferramenta poderosa e eficaz. Através da combinação de dados coletados por satélites e outras plataformas, é possível obter informações detalhadas sobre a cobertura vegetal, uso do solo, recursos hídricos e mudanças ambientais. Essa abordagem possibilita uma análise abrangente e precisa, contribuindo para o planejamento ambiental, gestão de recursos naturais e tomada de decisões sustentáveis. Os softwares de sensoriamento remoto oferecem uma gama de ferramentas para processamento, análise e visualização de dados, permitindo que pesquisadores e profissionais realizem estudos detalhados e gerem informações valiosas para diversas aplicações. Em resumo, o sensoriamento remoto aliado aos softwares especializados representa uma importante contribuição para a compreensão e preservação das paisagens naturais e antropizadas.

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi fundamental para este estudo, pois permitiu correlacionar as características fisiográficas dos distritos Mocambo e Caburi com a realidade por meio da criação de mapas temáticos. Espera-se que essa pesquisa contribua para a tomada de decisões, oferecendo uma análise abrangente dos dados. Além disso, a caracterização geossistêmica é essencial para a gestão e monitoramento do território ao longo do tempo, possibilitando a avaliação das mudanças nos componentes geográficos e a identificação de possíveis impactos ambientais, incluindo aspectos hidrológicos, geomorfológicos, geológicos e biológicos, como a diversidade de espécies vegetais e animais na região.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003, p. 159.
- ALBUQUERQUE, C. C. **Análise geocológica da paisagem de várzea na Amazônia Central: um estudo estrutural e funcional no Paraná de Parintins-AM, 2012**. Tese (Doutorado em Geografia) Departamento de Geografia, da Faculdade de Geociências, da Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2012.
- AMARAL, G. **Princípios de sensoriamento remoto**. São Paulo: Epusp, 1990. Simposio Brasileiro de Geoprocessamento. [Anais...] Disponível em <<https://repositorio.usp.br/directbitstream/2495b691-ac34-43a6-b505-ad33ca903158/0808637.pdf>>. Acesso em 24 fevereiro 2024.

- AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80- 101, 2012.
- AZEVEDO FILHO, J. D. M. **A Produção e a Percepção do Turismo em Parintins, Amazonas**. Orientador Marcello Martinelli. Tese (Doutorado)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Programa de Pós-graduação em Geografia. Área de concentração. Geografia Humana. São Paulo, 2013.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Edgard Blücher: São Paulo, 1999.
- CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Organização: Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. Manaus, 2010.
- DANTAS, M. E.; MAIA, M. A. M. Compartimentação geomorfológica. In: CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Organização: Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. Manaus, CPRM, 2010, p. 29-43.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2º ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- FERREIRA, M. O.; NEVES, C. E. Abordagem geossistêmica de Georges Bertrand: perspectiva sobre o pensamento geográfico. **Formação** (Online), [S. l.], v. 30, n. 57, p. 7–30, 2023. Disponível em <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/8865>>. Acesso em 8 janeiro 2024.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. Dal Ré; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Orgs.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia** (Col. Manuais técnicos em geociências, n. 4). 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- IRIONDO, M. H. Geomorfologia da planície Amazônica. **Simpósio do Quaternário do Brasil**, v. 4, p. 323-348, 1982.
- KIMURA, S. P. R. **Caracterização de carga poluente na lagoa da Francesa no município de Parintins/AM**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, 2011.
- KOZERA, C. et al. **Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil**. 2009.
- MAIA, M. A. M.; TEIXEIRA, S. G.; MARMOS, J. L.; AGUIAR, C. J. B.; SHINZATO, E. Geodiversidade: adequabilidades/potencialidades e limitações frente ao uso e ocupação. In: CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Organização: Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. Manaus, CPRM, 2010, p. 163 -210.
- MARQUES, R. O. **Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM**. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Amazonas), Manaus-AM, 2017.
- NASCIMENTO, D. A.; GARCIA, M. G. L.; MAURO, C. A. Geomorfologia. In.: MME. DG. **Projeto Radam-Brasil**. Folha SA. 21-Santarém: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. v. 10. Brasília: MME1976.
- ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>.
- ROSS, J. L. S. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 4, 1985, p. 25-39
- SARDINHA, F. P. Q. et al. **Análise geoestrutural de colapso sísmico em trecho do rio Amazonas e suas implicações para a comunidade da Costa da Águia, Parintins (AM)**. (Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM). Manaus: UFAM, 2021.
- SEGOVIA, J. F. O.; ORELLANA, J. B. P.; KANZAKI, L. I. B. Características físico-químicas dos principais solos na Amazônia. In.: SEGOVIA, J. F. O. (Ed.). **Floricultura tropical: técnicas e inovações para negócios sustentáveis**. Brasília-DF: EMBRAPA, 2020.
- SILVA, C. M. M. **Mocambo, Caburi e Vila Amazônia no município de Parintins: múltiplas dimensões do rural e do urbano na Amazônia**. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Amazonas), Manaus-AM, 2009
- SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de Geossistemas de vida terrestre**. Biogeografia, São Paulo, v.14, p. 1-21, 1978

TEIXEIRA, W. G.; ARRUDA, W.; SHINZATO, E.; MACEDO, R. S.; MARTINS, G. C.; LIMA, H. N.; RODRIGUES, T. E. Solos. In.: CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Organização: Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. Manaus, CPRM, 2010, p. 71-86

TRICART, J. Paisagem e ecologia. **Inter- Fácies, escritos e documentos**. São José do Rio Preto. IBILCEUNESP NO. 76. 1982.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALGADO, SUL DA BAHIA

WATER PRODUCTION CAPACITY OF THE SALGADO RIVER BASIN, SOUTHERN BAHIA

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO SALGADO, SUR DE BAHÍA

Katrine Conceição dos Santos¹

 0009-0005-5016-9386
katrinesantos15@gmail.com

Danusa Oliveira Campos²

 0000-0002-7721-8767
danusa.campos@ufsb.edu.br

1 Graduanda do curso de Eng. Agrícola e Ambiental da Universidade Federal do Sul da Bahia, Ilhéus, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5016-9386>. E-mail: katrinesantos15@gmail.com.

2 Professora do Centro de Formação em Ciências Agroflorestais da Universidade Federal do Sul da Bahia, Ilhéus, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7721-8767>. E-mail: danusa.campos@ufsb.edu.br.

AGRADECIMENTOS: A Universidade Federal do Sul da Bahia pelo apoio material para o desenvolvimento desta pesquisa.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A água ao longo dos anos vem sofrendo uma degradação em termos de qualidade e quantidade, que conduz à possibilidade de escassez de sua forma potável. Neste contexto, o planejamento ambiental sustentável dos recursos hídricos se mostra essencial para minimizar os impactos. Assim, este estudo objetivou mapear a capacidade natural e ambiental de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado, localizada no sul da Bahia. A metodologia adotada consiste no uso da Análise de Multicritérios em ambiente Sistema de Informação Geográfica para a determinação da capacidade de produção de água da bacia utilizando metodologia proposta por Campos (2014). Para tanto, foram considerados os elementos naturais e antrópicos formadores da paisagem e suas inter-relações com a produção de água. Os resultados mostraram a Capacidade Natural de Produção de Água das paisagens classificadas como: média e alta; e a Capacidade Ambiental de Produção de Água das paisagens como: baixa, média e alta. A pastagem foi a atividade mais impactante. Houve redução significativa em áreas com 'Alta' capacidade de produção de água (295 km²), aumento das áreas com 'Média' capacidade (719 km²) e de paisagens com 'Baixa' capacidade de produção de água (24,5 km²).

Palavras-chave: Recursos hídricos. Análise multicritérios. Bacia hidrográfica.

ABSTRACT: Water over the years has suffered a degradation in terms of quality and quantity, which leads to the possibility of a shortage of its drinkable form. In this context, analysis of landscape changes can help environmental planning and the organization of geographic space, based on the sustainable use of water resources. This study aimed to determine the natural and environmental water production capacity of the Salgado River basin, located in southern Bahia. The methodology adopted consists of using Multicriteria Analysis in a Geographic Information System environment to determine the water production capacity of the basin proposed by Campos (2014). To this end, the natural and anthropic elements that form the landscape and their interrelationships with water production were considered. The Natural Water Production Capacity of the basin under study was classified as: medium and high, and the Environmental Water Production Capacity was classified as: low, medium and high. The dynamics of land use and occupation have altered its water production capacity. Pasture is the main human activity with a negative impact for water production in the basin.

Keywords: Water resources. Multicriteria analysis. Hydrographic basin.

RESUMEN: El agua a lo largo de los años ha sufrido una degradación en cuanto a calidad y cantidad, lo que conlleva la posibilidad de una escasez de su forma potable. En este contexto, el análisis de los cambios del paisaje puede ayudar a la planificación ambiental y a la organización del espacio geográfico, basada en el uso sostenible de los recursos hídricos. Este estudio tuvo como objetivo determinar la capacidad de producción de agua natural y ambiental de la cuenca del río Salgado, ubicada en el sur de Bahía. La metodología adoptada consiste en utilizar Análisis Multicriterio en un entorno de Sistema de Información Geográfica para determinar la capacidad de producción de agua de la cuenca propuesta por Campos (2014). Para ello se consideraron los elementos naturales y antrópicos que forman el paisaje y sus interrelaciones con la producción de agua. La Capacidad Natural de Producción de Agua de la cuenca en estudio se clasificó en: media y alta, y la Capacidad Ambiental de Producción de Agua se clasificó en: baja, media y alta. La dinámica de uso y ocupación del suelo ha alterado su capacidad de producción de agua. El pastoreo es la principal actividad humana con un impacto negativo en la producción de agua en la cuenca.

Palabras clave: Recursos hídricos. Análisis multicritério. Cuenca hidrográfica.

INTRODUÇÃO

A água apresenta múltiplos usos para as civilizações, influencia a dinâmica de organização social participando ativamente das atividades de geração de renda das populações, como a produção agrícola, abastecimento, transporte, indústria e recreação. Apesar de sua importância universal, as intervenções antrópicas causam intensa degradação qualitativa da água interferindo de forma significativa na dinâmica hidrológica (Ranchel, 2008) e consequentemente, na capacidade de produção de água das paisagens (Campos, 2014).

Para melhor compreender a dinâmica de produção de água se faz necessário estudar os elementos formadores da paisagem, suas interações com a água e as modificações impostas ao ambiente. Análises sobre as mudanças impostas às paisagens são essenciais pois fornecem subsídio para o planejamento ambiental e a tomada de decisão (Pires *et al.*, 2015), de modo que se torne possível prever a magnitude dessas mudanças e seus impactos para a biodiversidade e para o fornecimento de serviços ecossistêmicos (Gonzaga, 2016).

A perspectiva de análise baseada nas mudanças das paisagens é empregada em contextos ambientais diversos, como: planejamento voltado à conservação de áreas naturais fragmentadas (Pires *et al.*, 2015); avaliação de impacto ambiental e cálculo do valor da compensação ambiental de uma obra (Silva; Medeiros, 2017); produção e qualidade de bens de origem animal e vegetal (Felipe Neto, 2015; Andrade; Moura, 2016), no estudo dos impactos sobre a qualidade das águas fluviais (Sampaio; Pinto, 2022) e sobre a capacidade de produção de água (Campos; Santos; Assis, 2018; Campos; Delabie, 2023).

A capacidade de produção de água é obtida a partir da análise da capacidade natural de produção de água (CNPA) e pela capacidade ambiental de produção de água (CAPA). A CNPA é definida por Campos (2014) como a “aptidão que a paisagem possui de produzir e armazenar água”. Esta capacidade é medida por meio da análise dos elementos formadores da paisagem e suas inter-relações com a água, de modo que, depende dos fenômenos climáticos (precipitação e evapotranspiração), atributos do solo, geologia, relevo e vegetação. Ainda, a Capacidade Ambiental de Produção de Água (CAPA) de uma Bacia Hidrográfica (BH) é definida como a “capacidade que um ambiente possui de produção de água após um impacto potencial provocado pelo uso antrópico” (Campos, 2014); assim, a CAPA é resultado da alteração da paisagem natural provocada pelos modos de uso e ocupação do solo.

A bacia hidrográfica do rio Salgado (BHRS), localizada na região sul da Bahia é parte integrante da bacia do rio Cachoeira e contempla os municípios de Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicarai e Itapé. Embora desempenhe grande importância no contexto regional, pois seus cursos d'água são utilizados no abastecimento de água para a população, dessedentação animal e para a agricultura irrigada, apresenta diversos problemas.

Trabalhos desenvolvidos na BHRS discutem diversos problemas pontuados acima evidenciando a degradação de seus recursos hídricos (Santos; Paula; Rego, 2007; Santos; Gomes; Rego, 2011; De Paula *et al.*, 2012; Teixeira *et al.*, 2017; Bahia, 2017). O estudo de Teixeira *et al.*, (2017) revela a ineficiência dos serviços de esgotamento sanitário na Bacia Hidrográfica do rio Salgado, com baixas taxas de coleta e tratamento, o que torna os solos, as águas superficiais e subterrâneas da BH vulneráveis a contaminação; corrobora os resultados obtidos por Bahia (2017), onde são descritas violações dos parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, relativos aos valores padrão da Resolução CONAMA n.º 307/05, na região do rio Salgado, sobretudo, nos trechos dos municípios Floresta Azul e Ibicarai.

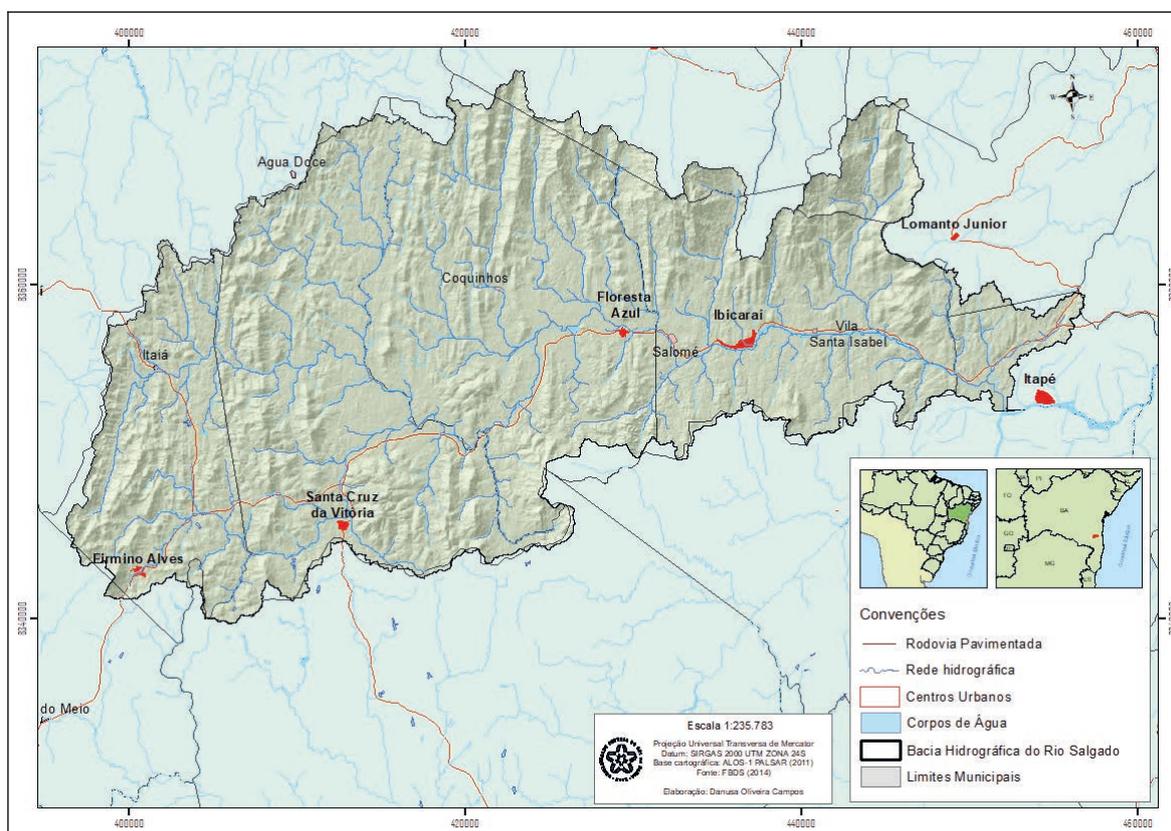
Diante do exposto, este estudo objetivou mapear a Capacidade de Produção de Água da bacia hidrográfica do rio Salgado, Sul da Bahia. Para tanto, objetivos específicos foram: (1) Analisar os dados biofísicos e de uso e ocupação do solo da BHRS; (2) Obter a capacidade natural de produção natural de água da BHRS; (3) Levantar a capacidade ambiental de produção de água da BHRS; e (4) Avaliar a influência antrópica sobre a capacidade de produção de água da BHRS.

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Salgado (BHRS) configura uma das seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) das Bacias do Leste da Bahia, conforme instituiu o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Inema (Teixeira *et al.*, 2017). A BHRS constitui uma sub-bacia do rio Cachoeira e está localizada na região sul da Bahia, nas coordenadas 14° 53' 59" S e 39° 26' 46" W, abrangendo os municípios de Firmino Alves, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicarai e Itapé (Figura 1).

A BHRS apresenta área de drenagem de 1.225,61 km² e perímetro de 240,41 km, com uma população total de aproximadamente 55.090 habitantes (IBGE, 2022). O rio Salgado, seu principal afluente, nasce na serra do Salgado, no município de Firmino Alves e possui um curso de 64 km até chegar à confluência com o rio Colônia, dando origem ao rio Cachoeira, no município de Itapé. Tanto o rio Salgado como o rio Colônia, formadores do rio Cachoeira, são intermitentes e podem secar por até oito meses durante o ano (Ceplac, 1976), fato que irá refletir sobre a vazão do rio Cachoeira (Engelbrecht *et al.*, 2019). Juntas as três bacias apresentam grande importância no contexto regional, com o uso de seus cursos d'água para o abastecimento de água para a população, irrigação na agricultura, atividade industrial e dessedentação animal.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

Métodos e técnicas

Os procedimentos metodológicos que foram adotados neste trabalho seguem a proposta de Campos (2014) para a mapear a capacidade de produção de água da bacia hidrográfica do rio Salgado. A primeira etapa constou em coleta e análise de documentos bibliográficos que discorram sobre o tema, para fundamentação da abordagem teórica e metodológica da pesquisa.

Para elaborar os mapas foram utilizadas geotecnologias como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), ArcGis 9.2, e o Sensoriamento Remoto para processar e análise a base de dados da BHRS.. Os dados vetoriais da BHRS foram convertidos para o formato matricial (*raster*) para a obtenção dos mapas de capacidade natural e ambiental de produção de água. Após rasterizados os dados foram submetidos a operações de álgebra de mapas. Os pesos específicos e os pesos gerais foram atribuídos aos elementos formadores da paisagem e suas variáveis, empregando a álgebra de mapas, de forma a hierarquizar suas contribuições para a produção de água.. A Capacidade Natural de Produção de Água foi obtida a partir dos dados rasterizados dos atributos pluviosidade, evapotranspiração, geologia, geomorfologia, solo, declividade e vegetação. Posteriormente foram aplicados os pesos gerais utilizando a seguinte equação:

$$CNPA = (Isoieta * 0.17) + (Evapotranspiração * 0.13) + (VegetaçãoNativa * 0.15) + (Solo * 0.15) + (Geomorfologia * 0.12) + (Declividade * 0.14) + (Geologia * 0.14)$$

Para a Capacidade Ambiental de Produção de Água foram considerados os dados de capacidade natural de produção de água e uso e ocupação do solo, para analisar como a interferência antrópica na paisagem influência na capacidade de produção de água. Para tanto, foram atribuídas as variáveis pesos gerais e específicos (discutidos no texto) para emprego na álgebra de mapas implementada pela equação:

$$CAPA = (CNPA * 0.7) + (Uso da Terra * 0.3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Capacidade de Produção de Água da BHRS foi obtida considerando os pesos atribuídos aos elementos formadores da paisagem, conforme análises realizadas por Campos (2014). Para análise da pluviosidade da BHRS foram utilizados dados de isoietas da SEI (2003). Os índices pluviométricos variam entre 900 mm e 1300 mm, aumentando no sentido oeste-leste. Deste modo, a região onde ocorre pluviosidade entre 900 mm e 1000 mm foi classificada com 'Baixa' capacidade de produção de água, as regiões com precipitação entre 1000 mm e 1200 mm foram consideradas com 'Média' capacidade e as com índices pluviométricos entre 1200 mm e 1300 mm foram classificadas com 'Alta' capacidade de produção de água.

Os índices de evapotranspiração na BHRS se apresentam em ordem crescente no sentido oeste-leste, e são definidos pelos seguintes índices: 124 mm, 125 mm, 126 mm e 127 mm. Respectivamente, os índices de evapotranspiração da bacia receberam as classificações de 'Alta', 'Média', 'Baixa' e 'Muito Baixa' capacidade de produção de água.

A geologia da BHRS é formada por rochas ígnea-metamórficas, formado pelos Complexos Almadina, Complexo Ibicaraí, Complexo Ibicuí-Ipiaú, Corpo Itabuna e Corpo Ibirapitanga/Ubaitaba e rochas metaultramáficas. O Complexo Almadina, formado pelo granulitos alumino-magnesianos, quartzitos e bandas metabásias intercaladas (Campos, 2014), foi classificado com 'Média' capacidade de produção de água. De igual modo, os granitóides granulizados do Corpo Ibirapitanga/Ubaitaba (EMBRAPA, 2015), e as rochas metaultramáficas apresentaram classificação 'Média' de produção de água.

O Complexo Ibicuí-Ipiaú, formado por ortogneisses de composição diversa metamorfisados nas fácies anfibolito e, ocasionalmente, granulito (Luciano, 2010), e o Completo Ibicaraí, formado pelas rochas cálcio-alcalinas metamorfisadas nas fácies granulito (Luciano, 2010) apresentam 'Baixa' capacidade de produção de água na bacia.

As classes de solos presentes na BHRS são Luvissole Crômico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Chernossolo Argilúvico. Os Luvissoles Crômicos são encontrados ao longo de toda a BHRS é o solo mais expressivo cobrindo 57% da área. Eles se formam em áreas de relevo suave ondulado, são pouco profundos, com limitação ao uso de mecanização agrícola devido à quantidade de pedras no horizonte superficial (EMBRAPA, 2021a). Assim, Os Luvissoles Crômicos presentes na BHRS foram classificados como 'Média' capacidade de produção de água.

Os Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos são solos com baixa atividade da argila, forte a moderadamente ácidos, encontrados principalmente em relevos ondulados a fortemente ondulados (Campos, 2014). Estão presentes na região nordeste da BHRS, cobrindo 12% da área, e foram classificados como 'Média' capacidade de produção de água.

Os Chernossolos Argilúvicos ocorrem na parte oeste da BHRS, cobrindo 31% da área. São solos pouco profundos, caracterizados pela presença de argilas de alta atividade e horizonte B pouco permeável, que acentuam a pegajosidade e plasticidade do solo quando exposto a precipitação e o poder de fendilhamento, quando seco (EMBRAPA, 2002). Tais características colaboram para uma deficiência em água que é comum a todos os Chernossolos, o que levam a ser classificado com 'Baixa' capacidade de produção de água.

A BHRS é formada pelo Planalto Pré-litorâneo, composto por colina com desníveis entre 20 e 50 m, morros com desníveis entre 50 e 100 m e serras (SEI, 2003). As regiões formadas pelas colinas com desníveis entre 20 e 50 m foram classificadas com 'Baixa' capacidade de produção de água. Ela é a forma de relevo predominante na BHRS cobrindo cerca de 54 % da área. Serras, montanha e elevações estão presentes em 44 % da área da bacia perpassando por regiões mais planas e foram classificados com 'Alta' capacidade de produção de água. Morros e montes com desníveis entre 50 e 100 m estão presentes na BHRS em menor proporção, representando 2% da área da bacia, e foram classificados com 'Baixa' capacidade de produção de água.

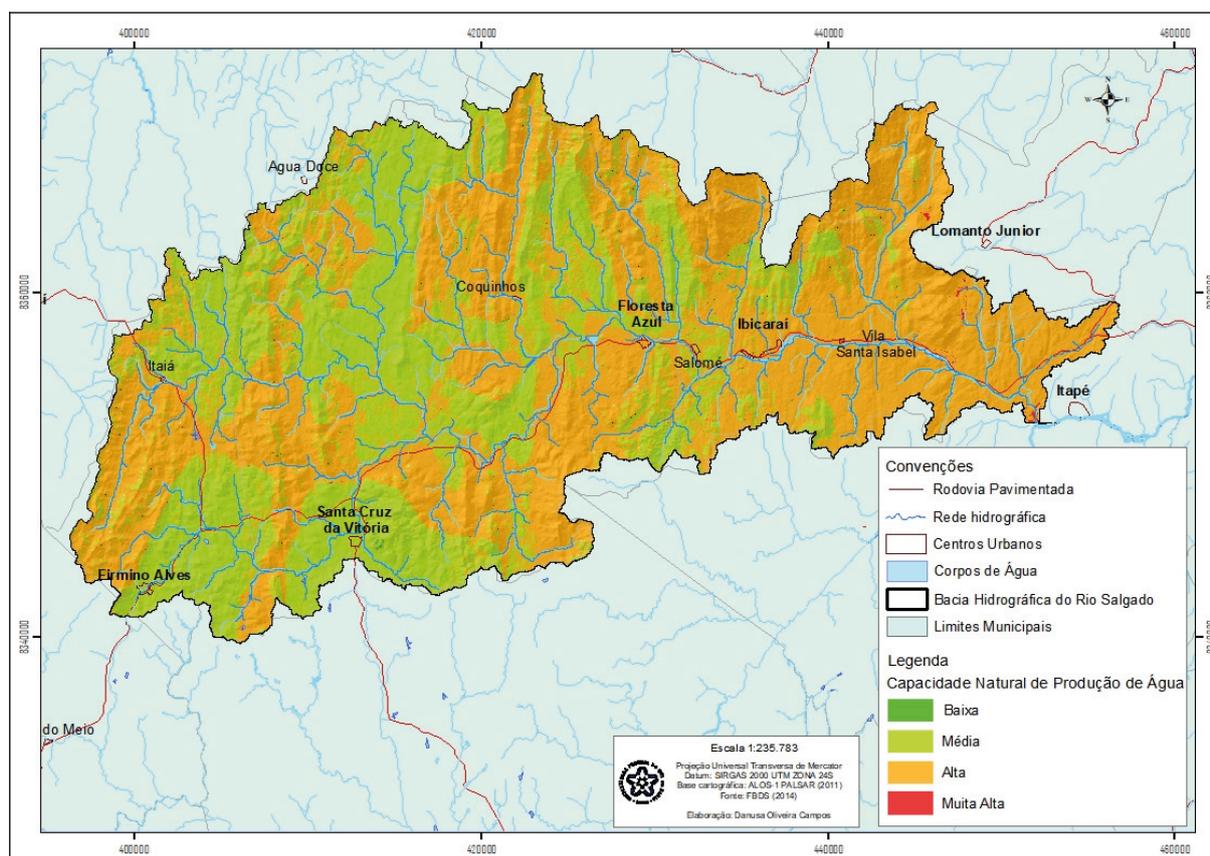
Maior área da BHRS é formada por Floresta Ombrófila Densa, seguida de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual. A Floresta Ombrófila Densa está inserida no Bioma Mata Atlântica e é a tipologia vegetacional de maior ocorrência dentre as florestas Ombrófilas. A Floresta Ombrófila Densa está presente ao longo de toda a área da BHRS e foi classificada com 'Muito Alta' capacidade de produção de água.

A Floresta Estacional Semidecidual está localizada na região leste da BHRS. Se desenvolve em ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido. No período chuvoso sua formação vegetacional é confundida com a da Floresta Ombrófila Densa, no entanto, no período seco o seu estrato arbóreo apresenta uma razoável perda de folhas, o que faz sua distinção (EMBRAPA, 2021b). A Floresta Estacional Semidecidual apresenta 'Alta' capacidade de produção de água.

Dentre a tipologias vegetacional de ocorrência na BHRS, a Floresta Estacional Decidual apresenta menor capacidade de produção de água, com classificação 'Média' em produção. A Floresta Estacional Decidual ocorre nos biomas brasileiros Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, e é caracterizada por espécies com grande perda foliar nos períodos de estiagem e grande perenidade nos períodos de chuvas (Costa, 2012).

A BHRS expressa uma capacidade natural de produção de água significativa, com 628 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, e 410 km² classificado com 'Média' capacidade de produção (Figura 2). Ainda, em menor expressão a BHRS apresenta áreas em 'Baixa' (0,1 km²) e 'Muito Alta' (0,7 km²) capacidade de produção de água, correspondendo, respectivamente, a km² e km² do seu território.

As áreas em 'Alta' capacidade de produção de água se apresentam ao longo de toda a BHRS, com aumento de concentração na faixa leste da bacia. Sua ocorrência ao leste está relacionada a paisagens com maiores índices pluviométricos, superiores a 1000 mm, que associada a solos de 'Média' capacidade de produção de água, como o Luvissole Crômico e o Argissolo Vermelho-Amarelo Distróficos, e a alta cobertura vegetal dada pela Floresta Ombrófila Densa, resultam em uma maior capacidade de produção de água na paisagem, cobrindo os efeitos de uma maior evapotranspiração ao leste da bacia.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 2. Capacidade natural de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

As regiões classificadas como 'Média' capacidade de produção de água na BHRS, mesmo que beneficiadas pela alta cobertura vegetal da Floresta Ombrófila Densa, ainda muito presente ao oeste da bacia, têm a capacidade de produção de água na paisagem reduzida. Isso ocorre devido à presença de um solo de menor capacidade de produção de água nessas regiões, o Chernossolo Argilúvico. Os Chernossolos Argilúvicos são considerados solos com deficiência em água (EMBRAPA, 2002), de drenagem imperfeita (Lemos *et al.*, 1973 *apud* Budke *et al.*, 2005), em função da presença de argilas expansivas que acentuam a pegajosidade e plasticidade do solo quando molhados (Pinto; Laus Neto; Pauletto, 2004) e estão presentes apenas na região oeste da BHRS. Os limites das manchas de Chernossolo Argilúvico em muito se assemelham aos limites de 'Média' CNPA apresentados pela BHRS, o que evidencia a sua grande influência na redução da capacidade de produção de água nessa paisagem.

A Floresta Estacional Decidual está presente em duas regiões ao sudeste e uma a noroeste da BHRS e apresentam 'Média' capacidade de produção de água. De modo análogo aos solos, os contornos das regiões em que a Floresta Estacional Decidual é a cobertura vegetal se assemelham aos contornos das regiões de 'Média' CNPA da BHRS. Nessa região o Chernossolo Argilúvico também é o tipo de solo predominante, o que contribui para a redução da capacidade de produção de água da paisagem.

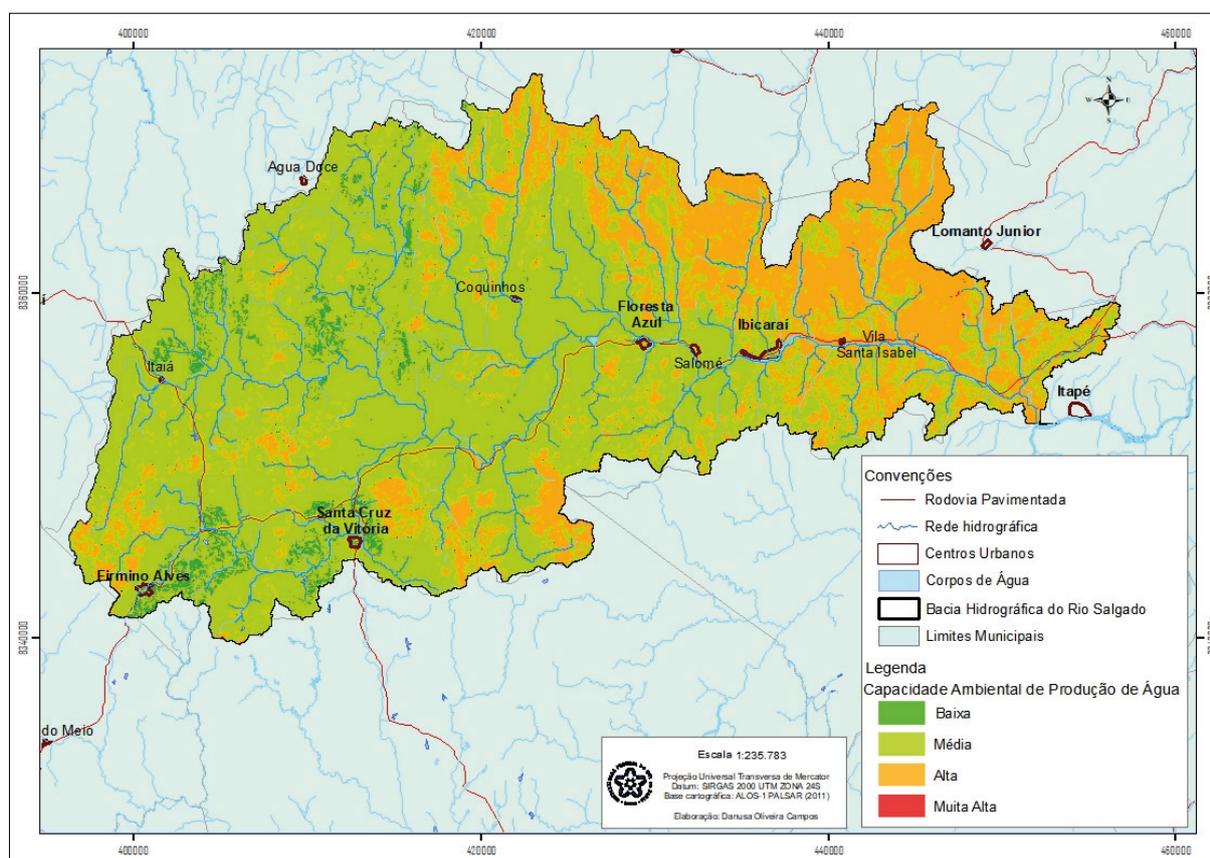
Nota-se ainda que a Floresta Estacional Semidecidual, de ocorrência em um ponto único ao centro-leste da BHRS, e classificada com 'Alta' capacidade de produção de água da paisagem, encontra-se em uma região de transição de índices pluviométricos e de evapotranspiração. Nessa região os índices pluviométricos seguem de 'Baixa' para

'Média' capacidade no sentido oeste-leste, enquanto os de evapotranspiração seguem de 'Média' para 'Baixa' em igual sentido, o que faz dessa uma região também de transição de CNPA.

A menor evapotranspiração ao oeste da BHRS, ainda que benéfica a produção de água, não sobrepasa as contribuições de outros elementos formadores da paisagem, como o tipo de solo e a pluviosidade. O menor índice de evapotranspiração nessas regiões está relacionado a menor densidade da cobertura vegetal (Cunha; Tsuyuguchi; Rufino, 2011).

A capacidade ambiental de produção de água demonstra que a alteração da paisagem natural da BHRS, sobretudo, a substituição de zonas de mata densa por áreas em pastagem, atividade antrópica dominante na região da bacia, formam um importante mecanismo de redução da capacidade de produção de água da BHRS. Nota-se na BHRS uma significativa redução das áreas em 'Alta' capacidade de produção de água (295 km²), e o aumento das áreas com 'Média' capacidade (719 km²), bem como, o aumento de áreas com 'Baixa' capacidade de produção de água (24,5 km²). O que reflete uma CAPA (Figura 3) inferior a CNPA apresentada pela bacia.

Esse efeito se dá pela menor capacidade de retenção de água no solo em áreas cuja cobertura do solo se faz reduzida. A presença de cobertura vegetal densa e serrapilheira aumenta a macroporosidade dos solos, e por consequência a capacidade de infiltração da água precipitada (Cândido *et al.*, 2014). Áreas em mata densa são menos propícias a erosão hídrica, devido a interceptação da água da chuva pelas folhagens, diminuindo a energia cinética da gota da chuva, o seu impacto sobre o solo, e por consequência, a redução do escoamento superficial (Guadagnin *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2018). Em contrapartida, áreas sem vegetação ou degradadas são mais susceptíveis a erosões hídricas devido ao selamento superficial gerado pelo impacto da gota da chuva no solo descoberto, aumentando o escoamento superficial e a ocorrência de sulcamento do solo (Guadagnin *et al.*, 2005). Sendo, portanto, desfavorável a infiltração da água.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Figura 3. Capacidade ambiental de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

A expansão da urbanização e da agropecuária por meio da adoção de manejos inapropriados tem contribuído com alterações na paisagem, como a impermeabilização e compactação dos solos, supressão vegetal, desmatamento e degradação, que favorecem o escoamento superficial e afetam diretamente o potencial de recarga da bacia (Santana *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019; Rosa, 2020).

A pastagem, que representa 603 km² da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Rio Salgado (BHRS), oferece menor capacidade de retenção de água no solo quando comparada a áreas em vegetação densa. A qualidade do pasto, em nível de cobertura do solo, é um importante indicador de resistência ao escoamento superficial e a erosão hídrica, o que traz impacto a sua

capacidade de infiltração de água no solo. Além disso, o pisoteio animal de ocorrência comum em áreas em pasto provoca a compactação da camada superficial do solo, o que dificulta a infiltração da água (Miguel; Vieira; Grego, 2009).

De acordo com Dias (2013) a substituição de áreas em floresta por áreas agrícolas modifica os índices de área foliar, de profundidade das raízes das plantas e de rugosidade da superfície. O autor supracitado mostra preocupação frente a possibilidade de grandes problemas ambientais como a erosão hídrica e a perda de nutrientes do solo, visto que as coberturas em pastagem produzem coeficientes de escoamento superficial maiores do que áreas em cobertura de floresta. Tal conjunto de características provocam uma menor capacidade de infiltração da água no solo capaz de alterar os perfis de capacidade de produção de água em uma bacia.

Miguel, Vieira e Grego (2009) identificaram a redução gradativa da infiltração de água no solo em áreas em pasto sujeito a pisoteio animal. Conforme os autores a taxa de infiltração diminui a cada passagem de gado sobre a área, com maior redução a faixa de 0,10 m de profundidade. Corroboram os estudos de Kurz *et al.* (2006 *apud* Miguel; Vieira; Grego, 2009) sobre o impacto do pisoteio do gado nas propriedades físico-químicas do solo, onde além das alterações da taxa de infiltração da água no solo que favorecem o escoamento superficial, a presença do gado aumenta a concentração de fósforo, potássio e nitrogênio na água do escoamento superficial, o que altera a fertilidade do solo e o potencial poluidor das enxurradas.

Destaca-se ainda na BHRS, o surgimento e distribuição de zonas em formação savânica caracterizadas pela ocorrência de espécies arbustivas, arbórea e herbáceas em intensidades de cobertura vegetal variadas (Pinheiro, 2010). "A origem dessas formações é atribuída a diferentes fatores como influências edáfica, climática e antrópica, através de queimadas" (Pinheiro, 2010). No Brasil as formações savânicas ocorrem em regiões que abrigam o Cerrado, sendo a formação vegetal característica do bioma. Por tanto a formação savânica não é comum a região sul da Bahia, cuja paisagem é formada por um mosaico complexo de diversos tipos de vegetação que integram o Bioma da Mata Atlântica (Blinder, 2005).

Áreas urbanizadas, mosaicos de agricultura e pastagem e outras áreas não vegetadas contribuem em menor significância para a redução da capacidade de produção de água da BHRS em razão de sua menor distribuição espacial na bacia. Entretanto, a impermeabilização dos solos nos centros urbanos, bem como a sua compactação e erosão em decorrência de atividades agrícolas tradicionais ou pelo impacto das precipitações sobre o solo descampado formam um importante contribuinte para a redução da infiltração da água no solo (Champs, 2009 *apud* França, 2018; Araújo; Goedert; Lacerda, 2007; Miguel; Vieira; Grego, 2009; Tonello *et al.*, 2006; Macedo *et al.*, 2016), o que influencia diretamente a capacidade da bacia em produzir água.

As consequências da impermeabilização, erosão e compactação dos solos são o aumento da predisposição da bacia a ocorrência de enchentes (França, 2018), a contaminação da água de rios, riachos e outras formações hídricas por sólidos e químicos carregados (Kurz *et al.*, 2006 *apud* Miguel; Vieira; Grego, 2009), bem como impactos sociais indiretos, como perdas materiais e pessoais, disseminação de doenças hídricas (Sousa; Gonçalves, 2018), desabastecimento de água potável (Assis, 2018), entre outros.

Por fim, este estudo evidencia que a gestão e planejamento do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas são fundamentais para a manutenção e melhoria da capacidade de produzir água das paisagens e ao uso sustentável dos seus recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica de uso e ocupação do solo tem alterado a capacidade de produção de água da bacia hidrográfica do Rio Salgado (BHRS). A Capacidade Natural de Produção de Água da BHRS apresentou 628 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, 410 km² classificado com 'Média' capacidade de produção, e em menor expressão 0,1 km² classificado com 'BAIXA' capacidade de produção e 0,7 km² classificado com 'Muito Alta' capacidade de produção de água. Por outro lado, a Capacidade Ambiental de Produção de Água da BHRS apresentou 295 km² de seu território com 'Alta' capacidade de produção de água, 719 km² com classificação 'Média' em capacidade de produção e 24,5 km² classificado com 'Baixa' capacidade de produção de água. O que refletiu uma CAPA inferior a CNPA apresentada pela bacia.

A pastagem é principal atividade antrópica de impacto negativo a produção de água na BHRS. As regiões em floresta tiveram uma redução da área ocupada na bacia, sendo substituídas por áreas em atividade agrícola, de pastagem, infraestrutura urbana, formações savânicas e outras áreas não vegetadas. As alterações das paisagens em decorrência da atividade antrópica na BHRS evidenciam a degradação dos recursos hídricos da bacia, que é confirmada pela redução da Capacidade de Produção de Água; 333 km² das paisagens com 'Alta' Capacidade Natural de Produção de Água tiveram sua constituição física e função alteradas, parte destes foram reclassificadas para 'Média' Capacidade Ambiental de Produção de Água que obteve um aumento de 308 km². Também é possível observar o aumento de áreas com 'Baixa' Capacidade Ambiental de Produção de Água na BHRS (24 km²).

Espera-se que essas informações possam ser utilizadas como ferramenta de subsídio à tomada de decisão em estudos voltados para a gestão e planejamento do uso sustentável dos recursos hídricos da referida bacia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. H. S.; MOURA, L. S. Estudo da dinâmica da paisagem sob influência do plantio de eucalipto em Matões/MA entre os anos 2008 e 2015. **Revista REGNE**, v. 2, n. 2, 2016.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado Nativo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.
- ASSIS, F. C. **A cidade encontra o rio: características da ocupação e conflitos de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu, na RMNatal**. 2018. 239 p. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente. Plano estratégico para revitalização da bacia do rio Cachoeira. In: CORREIA, P. B. (coord.). **Consórcio NEMUS Ltda/V&S Ambiental Ltda**, v. 1, 345 p. 2017.
- BLINDER, D. Análise da fragmentação da Mata Atlântica na região sul da Bahia: uma contribuição da geotecnologia para o estudo da dinâmica da paisagem. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005 [Anais...], p. 2101-2128.
- BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Revista IHERINGIA**, Sér. Bot., v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.
- CAMPOS, D. O. **Zoneamento Geohidroecológico: uma proposta de análise integrada da paisagem em bacias hidrográficas**. 2014. 181 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014.
- CAMPOS, D. O.; DELABIE, J. H. C. Produção de água em paisagens da região cacauzeira da Bahia no contexto da crise na lavoura: um estudo de caso. **Revista Agrotrópica**, v. 35, n. 2,3, p. 117-134, 2023.
- CAMPOS, D. O.; SANTOS, J. W. B.; ASSIS, P. R. Application of the SMAP hydrological model in the determination of water production in a coastal watershed. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n. 1, p. 124-138, 2018.
- CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BATISTA, P. V. G. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de Eucalipto na bacia do rio Paraná, no Leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1565-1575, 2014.
- CEPLAC. Diagnóstico socioeconômico da região cacauzeira. **Convênio IICA/CEPLAC**, v.5, 1976, 133 p.
- COSTA, S. C. R. **Identificação da Floresta Estacional Decidual na bacia do rio São Miguel, região do Alto São Francisco – MG**. 2012. 28 p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- CUNHA, J. E. B. L.; TSUYUGUCHI, B. B.; RUFINO, I. A. A. Utilização da detecção remota para estimar a distribuição espacial da evapotranspiração de região semiárida e série temporal MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 2011, [Anais...], p. 5262-5269.
- DIAS, L. C. P. **Efeito da mudança na cobertura vegetal na evapotranspiração e vazão de microbacias na região do Alto Xingu**. 80 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da bacia do rio Almada, estado da Bahia. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento/Embrapa Solos**, v. 256, 2015. 171 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Solos do assentamento Paiolzinho, Corumbá-MS: caracterização e potencial agrícola. **Embrapa Pantanal. Documentos**, v. 32, 2002. 28 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Floresta Estacional Semidecidual**, 2021a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual>>. Acesso em 31 de Agosto de 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Luvisolos Crômicos**. 2021b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos/luvisolos-cromicos>>. Acesso em 31 de Agosto de 2022.
- ENGELBRECHT, B. Z.; GONÇALVES, R. D.; TERAMOTO, E. H.; CHANG, H. K. Disponibilidade hídrica e balanço hídrico da bacia do rio Cachoeira na região de Itabuna/BA. **Revista Geociências (UNESP)**, v. 38, n. 3, p. 731-740, 2019.
- FELIPE NETO, C. A. L. **Influência da estrutura da paisagem sobre a produção e qualidade de mel da abelha Jandaíra (Melipona subnitida, Apidae: Meliponini) na Caatinga**. 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Ecologia e Conservação do Semiárido) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2015.

- FRANÇA, E. G. **A Infiltração da água no solo em parque urbano na cidade do Recife**. 2018. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal De Pernambuco, Recife, 2018.
- GONZAGA, M. R. **Avaliação da influência dos Pagamentos por Serviços Ambientais sobre a estrutura da paisagem**. 2016. 173 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.
- GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 277-286, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/>>. Acesso em 31 de Agosto de 2022.
- LUCIANO, R. L. **Mapeamento geológico do embasamento granulítico da extremidade norte da bacia do rio Pardo, Bahia, Brasil**. 2010. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
- MACEDO, F. L.; SILVA, H. R.; ROMERO, C. W. S.; RODRIGUES, R. A. F.; MARQUES, A. P. Determinação da evapotranspiração real diária em diferentes usos e ocupação do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.09, n.05, p. 1529-1542, 2016.
- MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; REGINA GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1513-1519, 2009.
- OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAUJO, R. C. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)**, v. 5, n. 3, p. 60-83, 2018.
- PAULA, F. C. F.; SILVA, D. M. L.; SOUZA, C. M. Tipologias Hidroquímicas das Bacias Hidrográficas do Leste da Bahia. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 4, p. 365-373, 2012.
- PINHEIRO, M. H. O. Formações savânicas mundiais: uma breve descrição fitogeográfica. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 306-313, 2010.
- PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: **Arroz irrigado no sul do Brasil**, ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 75-95.
- PIRES, V. R. O.; GARCIA, M. A.; MARTINS, M. R.; TOPPA, R. H. 2015. Análise da estrutura da paisagem para o estabelecimento de estratégias conservacionistas em fragmentos de Mata Atlântica. In: **Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias, [Anais...]**, 1., 2015, Uberaba.
- RANCHEL, M. L. **A percepção sobre a água na paisagem urbana: bacia hidrográfica da barragem mãe d'água - região metropolitana de Porto Alegre/RS**. 2008. 164 p. Dissertação mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- ROSA, F. M. **Análise espectro-temporal da interferência antrópica na produção de água no aquífero Guarani**. 2020. 147 p. Dissertação mestrado – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, 2020.
- SAMPAIO, B. D. S.; PINTO, A. L. Paisagem e qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Formação**, v. 29, n. 54, p. 199-223, 2022.
- SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de urbanização da bacia do sangradouro Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador (UFPI)**, v. 5, n. 4 (Edição Especial 03), p.164-186, 2018.
- SANTOS, J. T. S.; NUNES, H. G. G. C.; ROSA, A. G.; COSTA, D. L. P.; SOUZA, P. H. N.; TAVARES, L. B.; SOUSA, A. M. L. Análise da distribuição de água na bacia do Rio Apeú através do modelo SWAT. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n.3, p.368-384, 2019.
- SANTOS, J. W. B.; PAULA, F. S. F.; REGO, N. A. C. Tipologia fluvial da bacia hidrográfica do rio Salgado — Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 217-226, 2007.
- SANTOS, A. A.; GOMES, R. L.; REGO, N. A. C. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)**, v. 8, n. 2, p. 5-18, 2011.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI. 2003b. **Base Cartográfica Digital**. V. 10. ISBN: 85-240-3169-7. CD-ROOM
- SILVA, C. O. F.; MEDEIROS, G. A. Cálculo da compensação ambiental de uma transposição fluvial em Jundiá/SP utilizando análise de paisagem. In: Congresso ABES/ FENASAN, **[Anais...]**, 2017, São Paulo.
- SOUZA, R. E. S.; GONÇALVES, G. F. G. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 591-605, 2018.
- TEIXEIRA, T. C. S.; SANTOS, K. V.; AGUIAR, G. S.; JULIEN, D. L. L.; PERTE, M.; SOUZA, F. P.; ACSELRAD, M. V. Desenvolvimento humano e saneamento básico em bacias hidrográficas baianas: a RPGA Leste/BA. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, [Anais...]**, 22., 2017, Florianópolis.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. **Revista árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

ESPAÇO, TERRITÓRIO E PAISAGEM NA ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

SPACE, TERRITORY AND LANDSCAPE IN THE ANALYSIS OF URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT

ESPACIO, TERRITORIO Y PAISAJE EN EL ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Altermar Amaral Rocha¹

 0000-0002-6278-052X
altermarrocha@gmail.com

Sidnei Rocha Matos²

 0009-0001-5432-2318
sidneirmattos@hotmail.com

Meirilane Rodrigues Maia (*in memoriam*)³

 0000-0001-8757-0601
meire.maia@uesb.edu.br

1 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6278-052X>. E-mail: Altermarrocha@gmail.com.

2 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5432-2318>. E-mail: sidneirmattos@hotmail.com.

3 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8757-0601>. E-mail: meire.maia@uesb.edu.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O texto em tela traz inicialmente reflexões acerca da produção do espaço urbano enquanto resultado das ações e interações sociais, inclusive com o próprio espaço, considerando as dimensões tempo e espaço. Além desta discussão inicial, da conceituação da produção do espaço urbano e espaço, seguem reflexões acerca da relação sociedade/natureza, concatenadas as categorias geográficas basilares espaço e paisagem na análise da gestão dos resíduos sólidos, dando ênfase também ao novo marco regulatório do saneamento básico.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Sociedade & Natureza. Paisagem. Território.

ABSTRACT: The text on screen initially brings reflections on the production of urban space as a result of social actions and interactions, including with space itself, considering the dimensions of time and space. In addition to this initial discussion, the conceptualization of the production of urban space and space, reflections on the relationship between society and nature follow, combining the basic geographic categories of space and landscape in the analysis of solid waste management, also emphasizing the new regulatory framework for basic sanitation.

Keywords: Basic Sanitation. Society & Nature. Landscape. Territory.

RESUMEN: El texto en pantalla inicialmente trae reflexiones sobre la producción del espacio urbano como resultado de acciones e interacciones sociales, incluso con el espacio mismo, considerando las dimensiones del tiempo y el espacio. Además de esta discusión inicial, de la conceptualización de la producción del espacio y del espacio urbano, siguen reflexiones sobre la relación entre sociedad y naturaleza, combinando las categorías geográficas básicas de espacio y paisaje en el análisis de la gestión de residuos sólidos, enfatizando también las nuevas normas regulatorias. marco para el saneamiento básico.

Palabras clave: Saneamiento Básico. Sociedad & Naturaleza. Paisaje. Territorio.

INTRODUÇÃO

Na busca da compreensão das relações existentes entre a produção do espaço urbano e os resíduos sólidos, utilizando-se para isto as categorias geográficas basilares espaço e paisagem nesta análise, torna-se relevante entender primeiramente as dinâmicas que ocorrerem na relação entre a sociedade/natureza, especialmente o processo de apropriação da natureza pelo homem, não desprezando as dimensões tempo e espaço.

Para refletir acerca da conceituação do espaço, apropriou-se nesta análise das concepções de Santos (1996), sobretudo no que tange ao espaço enquanto totalidade. Já nas reflexões da conceituação da produção do espaço urbano, os entendimentos de Correa (1995) e Carlos (2007) foram fundamentais, pois além de estabelecer que este resulte das ações e interações sociais, traz os agentes sociais que o produz. Já no que concernem as conceituações das categorias geográficas basilares, a saber, o espaço e a paisagem, as acepções de Santos (2004) foram indispensáveis para a análise.

O desenvolvimento das técnicas, sobretudo a partir da eclosão da Revolução Industrial em meados do século XVIII, quebra efetivamente os ciclos naturais, ou seja, meio natural na concepção de Santos. O meio técnico, concebido por Santos, inicia-se com este processo de desenvolvimento tecnológico iniciado na Inglaterra, o qual o modo de produção vigente moldou com o objetivo do lucro pela acumulação de riquezas e transforma a natureza em mais uma mercadoria.

A transformação da natureza em mera mercadoria pelo modo de produção vigente, faz com que mais e mais matérias-primas sejam exploradas, retiradas do natural, e transformadas em produtos e objetos, que já nascem obsoletos, programados para serem substituídos, sendo que inclusive certas “necessidades” criadas desencadeiam o consumo frenético, o consumismo, que produz, gera, resíduos sólidos urbanos e inúmeros problemas socioambientais, que também analisados neste texto.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi o teórico documental a partir do estudo comparativo relacional em perspectiva comparada para se compreender a evolução das políticas ambientais e a sua confluência com o marco regulatório da política de resíduos sólidos. O estudo visa relacionar a teoria espacial e ambiental com a questão da regulação dos resíduos sólidos no âmbito nacional, buscando relacionar com as ações locais no âmbito dos municípios, sobretudo os municípios que comportam cidades pequenas. Verifica-se que nos municípios com cidades pequenas a questão da coleta dos resíduos sólidos dificilmente consegue adequar ao marco regulatório definido em 2020. Na Bahia o percentual de

municípios sem plano de Gestão de resíduos sólidos é de 66% segundo os dados do SNIS, a região Nordeste possui 58% dos municípios sem plano de resíduos sólidos (Plansab, 2023).

O estudo baseia-se no uso de levantamento de dados com mapeamento e discussão teórica. Busca analisar as desigualdades e diversidades das territorialidades no (s) território (s), realiza-se indagações sobre o desenvolvimento territorial por meio das políticas públicas mediadas com as contribuições da ciência geográfica, utiliza-se o levantamento de dados sobre a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, Os dados foram obtidos pelo acesso ao banco de dados do ministério da integração nacional, do Ministério das Cidades, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, da Agencia Nacional das Águas- ANA e com o cruzamento das informações de associações e entidades que fazem o acompanhamento dessas políticas territoriais no País.

REFLEXÕES TEÓRICAS

A produção do espaço urbano e relação sociedade/natureza

Compreender como o espaço urbano é produzido, é preciso antes de tudo conceber a natureza na sua totalidade e dinamicidade, não desprezando as maneiras pelas quais a sociedade transforma e produz o espaço social, com suas dimensões histórica e social, criando-o e recriando-o na medida das ações e interações sobre ele. Sobre o conceito de espaço, Santos afirma:

O espaço deve ser considerado como um conjunto indissociável de que participam de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos espaciais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento. O conteúdo (da sociedade) não é independente da forma (os objetos geográficos), e cada forma encerra uma fração do conteúdo. O espaço, por conseguinte, é isto: um conjunto de formas contendo cada qual frações da sociedade em movimento. As formas, pois, têm um papel na realização social (Santos, 1991, p.27).

Sendo o espaço produzido socialmente, por meio das ações e interações e inclusive com o espaço, considerando a espacialidade e temporalidade, Santos (2007, p.141) afirma ainda que “O espaço é o maior conjunto de objetos existentes. Se ele associa o que, pela origem, tem idades diversas, tais coisas são todas, a cada momento, movidas e vivificadas por uma lei única, a lei do hoje, a que se submetem todas as relações sociais”.

A produção do espaço é dinâmica e está diretamente ligada a forma de apropriação da natureza pela sociedade, que varia no tempo e no espaço, haja vista que as primeiras alterações na natureza foram na perspectiva da sobrevivência dos seres humanos, que com o passar dos tempos com os “excessos”, passou da produção para o consumo para a produção de excedentes para a troca, base do modo de produção vigente, que a tornou mais um produto social.

Sobre a produção do espaço no espaço-temporal, Carlos, vai afirmar que

A sociedade constrói, através da prática, um mundo real e objetivo, realizando-se assim, na qualidade de uma relação espaço-temporal. Na prática sócio-espacial, esse mundo se revela em suas contradições, em um movimento que aponta um processo em curso em que a ação dos sujeitos sociais, à medida que produzem sua existência, o fazem efetivamente produzindo um espaço, aí inscrevendo e realizando as relações sociais que os mantêm vivos em um lugar determinado através de um tempo que marca a duração da ação. É nesta medida que espaço e tempo aparecem através da ação humana em sua indissociabilidade (Carlos, 2007, p.24).

Assim, a sociedade produz o espaço necessário à sua existência humana, de maneiras distintas no tempo e no espaço, o que denota dizer que a produção tem características próprias a depender do momento histórico e da sociedade analisada.

O espaço é dinâmico e um produto social, tendo Corrêa conceituado o espaço urbano como

O espaço urbano capitalista – fragmentado, articulado, reflexo, condicionante social, cheio de símbolos e campo de lutas – é um produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, e engendradas por agentes que produzem e consomem espaço. São agentes sociais concretos, e não um mercado invisível ou processo aleatórios atuando sobre o espaço abstrato. A ação destes agentes é complexa, derivando da dinâmica de acumulação de capital, das necessidades mutáveis de reprodução das relações de produção, e dos conflitos de classe que dela emergem (Correa, 2004, p. 11).

O espaço urbano é carregado de dinamicidade e de outras questões que são norteadas pelos agentes sociais que produzem e consomem o espaço, criando-o, recriando-o conforme as práticas e interesses. São as ações destes agentes que definem os processos que materializados no espaço definem e redefinem a configuração do espaço urbano, como a incorporação de novas áreas, deterioração de outras, relocação de infraestrutura, dentre outras.

Segundo Corrêa (2004, p. 12), estes agentes sociais que fazem e refazem o espaço urbano, são os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos, que estão inseridos na temporalidade e espacialidade, e que tem e determinam os interesses sobre dado espaço urbano.

As alterações na natureza estão intimamente ligadas ao modo de produção vigente, o capitalista, e especialmente ao processo de produção do espaço. Inicialmente, pode se afirmar que a natureza era concebida como algo intocável pelo homem, posteriormente, o homem, entendido enquanto agente social passa a enxergar a natureza como um recurso a ser dominado, apropriado, o homem superior. Estas alterações, cada vez maiores ensejam diversas transformações e a gênese de inúmeros problemas ambientais, como a gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

ESPAÇO E PAISAGEM NA ANÁLISE DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS

O entendimento do espaço urbano enquanto produto das relações entre sociedade e natureza, e consequentemente a geração de resíduos – sobras, tendo como mote a análise da gestão dos resíduos urbanos, perpassa primeiramente pela compreensão e discussão das categorias geográficas basilares, a saber, o espaço e a paisagem.

Compreender o espaço é entender como o homem, no transcorrer dos tempos a partir das ações e transformações empreendidas, no sentido de atender e suprir as suas necessidades gerais, desde aquelas ligadas a sobrevivência, entendidas como básicas, até as relacionadas à construção ideológica de acumulação de bens, o que não constitui uma necessidade da ótica da sobrevivência, mas uma necessidade criada pelo modelo econômico vigente, capitalista, que busca incutir, criar, gerar necessidades supérfluas, a fim de gerar e promover o consumo frenético e cada vez mais lucros.

Buscando sobreviver, o homem inicialmente utilizou-se dos recursos disponíveis na superfície terrestre a fim de perpetuar a espécie. Com o passar dos tempos, a transformação da espécie e o desenvolvimento cognitivo, intelectual, atrelado a outras tantas questões gerou um homem sedento que não mais desejava somente utilizar-se dos recursos disponíveis na superfície para sobreviver, mas desejoso pelo poder, os transforma, domina e para isto fixa-se, produz e constrói objetos que dão sustentação a sua sede de acumulação.

Neste sentido, entender o espaço pressupõe a compreensão do mesmo como um conjunto de fixos e fluxos, como aponta Santos (1978), no qual os fixos seriam os elementos fixados em cada lugar, entendidos nesta concepção como equipamentos ou objetos criados pelo homem, já os fluxos seriam as ações humanas, que criam, recriam, se instalam e modifica os fixos, modificando-se também.

Santos, buscando entender o espaço, o compreende como

Um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza, selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina. Através da presença desses objetos técnicos: hidroelétricas, fábricas, fazendas modernas, portos, estradas de rodagem, estradas de ferro, cidades, o espaço é mercado por esses acréscimos, que lhe dão um conteúdo extremamente técnico (Santos, 1996, p. 154).

Assim, o autor não somente entende o espaço como totalidade, mas também como produto das ações humanas, que ao longo dos tempos vão substituindo os objetos naturais, como a selva, por objetos artificiais, como as estradas de rodagem, as ferrovias e as fábricas, ou seja, como apontou o autor, são os objetos artificiais que dão ao espaço um conteúdo técnico.

Ainda segundo Santos, sobre o conceito de espaço,

O espaço deve ser considerado como uma totalidade, a exemplo da própria sociedade que lhe dá vida(...) o espaço deve ser considerado como um conjunto de funções e formas que se apresentam por processos do passado e do presente(...) o espaço se define como um conjunto de formas representativas de relações sociais do passado e do presente e por uma estrutura representada por relações sociais que se manifestam através de processos e funções (Santos, 1978, p.122).

Santos, ao tratar sobre forma, função, estrutura e processo, concebe,

Forma é o aspecto visível de uma coisa. Refere-se, ademais, ao arranjo ordenado de objetos, a um padrão. Tomada isoladamente, temos uma mera descrição de fenômenos ou de um de seus aspectos num dado instante do tempo. (...) As formas são governadas pelo presente, e enquanto se costume ignorar o seu passado, este continua a ser parte integrante das formas. Estas surgiram dotadas de certos contornos e finalidades-funções (Santos, 2014 P. 69).

Indubitavelmente as categorias concebidas por Santos, forma, função, estrutura e processo, nos auxiliam na compreensão da organização espacial atual, mesmo distinto, mas concatenados. O Próprio autor entende que quando tomados individualmente, representam apenas realidades parciais, limitadas, do mundo. Considerados em conjunto, porém, e relacionados entre si, eles constroem uma base teórica e metodológica a partir da qual podemos discutir os fenômenos espaciais em totalidade. É nesta perspectiva, que o lócus da análise dos fenômenos não pode e não deve partir da tentativa do entendimento das partes fragmentadas, mas do todo concatenado, haja vista que as partes estão interligadas.

As ações humanas, a partir da transformação da natureza a fim de atender os seus anseios, perpetuação e desejo de acumular gerou, como é perceptível, a transformação da natureza intocada pelo homem em outra natureza humanizada, na qual o artificial sobressai, visto que são estes objetos artificiais, técnicos, que dão ao homem a possibilidade de cada vez mais transformar a superfície terrestre e acumular bens e capitais, “produzindo” assim o outro espaço, que é ao mesmo tempo físico e social, o espaço geográfico.

A transformação da natureza pelo homem a fim de atender as suas necessidades básicas do ponto de vista da sobrevivência da espécie e outras atreladas à acumulação de bens e capitais vai gerar mudanças substanciais no meio ambiente e o mais relevante para este estudo em questão, havendo assim a interação entre o sistema de objetos e o sistema de ações.

É a interação entre o sistema de objetos, e o sistema de ações, que vai desencadear a dinamicidade e a transformação do espaço. É esta transformação que irá escancarar, genericamente, a materialização da interação entre os elementos naturais e o homem, ou seja, a paisagem.

Segundo Santos,

Todos os espaços são geográficos porque são determinados pelo movimento da sociedade, da produção. Mas tanto a paisagem quanto o espaço resultam de movimentos superficiais e de fundo da sociedade, uma realidade de funcionamento unitário, um mosaico de relações, de formas, funções e sentidos (Santos, 1998, p.67).

É nas artes visuais que a paisagem será tratada e valorizada primeiro, especialmente no que tange ao final do século XVIII, com as pinturas de Caspar David Friedrich, com a ação integratória do ser humano com a natureza, entretanto o termo começa a ganhar tons mais científicos a partir das viagens exploratórias dos pioneiros, principalmente com Humboldt, que vai entender a paisagem enquanto a configuração da superfície do planeta em dada região.

Com o desenvolvimento da Geografia no transcorrer do século XX, a utilização científica do termo paisagem ganhará força, sobretudo com a Geografia alemã, principalmente por meio dos trabalhos de C. Troll, que utilizará insistentemente o “vocábulo” *Landschaft*, que após sucessivas modelagens, será definido pelo autor como sendo o aspecto visual do vivido pelo homem, ou seja, definição que mais se aproximará do conceito defendido pelos geógrafos posteriores.

Segundo Santos (1998, p. 98), sobre a definição de paisagem, “é o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Não é formada apenas por volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons (...) A dimensão da paisagem é a dimensão da percepção, o que chega aos sentidos”.

A percepção do que está sendo visto é a dimensão da paisagem, a relevância do aparelho cognitivo, haja vista que cada ser humano terá uma visão e uma compreensão diferente do visível, o que torna a paisagem algo complexo, um mosaico, algo que precisa ser desvelado, analisado, além da aparência, do que é visto.

Ainda segundo Santos, sobre a definição de paisagem,

A paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; é formada por frações de ambas, seja quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério. A paisagem é sempre heterogênea. A vida em sociedade supõe uma multiplicidade de funções e quanto maior o número destas, maior a diversidade de formas e de atores. Quanto mais complexa a vida social, tanto mais nos distanciamos de um mundo natural e nos endereçamos a um mundo artificial (Santos, 1998, p.65).

Ainda na perspectiva da definição da paisagem, Santos,

A paisagem não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança. É um resultado de adições e subtrações sucessivas. É uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas. Por isso, ela própria é parcialmente trabalho morto, já que é formada por elementos naturais e artificiais. A natureza natural não é trabalho. Já o seu oposto, a natureza artificial, resulta de trabalho vivo sobre trabalho morto. Quando a quantidade de técnica é grande sobre a natureza, o trabalho se dá sobre o trabalho. É o caso das cidades, sobretudo as grandes. As casas, a rua, os rios canalizados, o metrô etc., são resultados do trabalho corporificado em objetos culturais. Não faz mal repetir: suscetível a mudanças irregulares ao longo do tempo, a paisagem é um conjunto de formas heterogêneas, de idades diferentes, pedaços de tempos históricos representativos das diversas maneiras de produzir as coisas, de construir o espaço (Santos, 1998, p.73).

Embasado em uma ótica culturalista, Claval, concebe que a paisagem,

A paisagem traz a marca da atividade produtiva dos homens e de seus esforços para habitar o mundo, adaptando-o às suas necessidades. É marcada pelas técnicas materiais que a sociedade domina e moldada para responder às convicções religiosas, às paixões ideológicas ou aos gostos estéticos dos grupos. Constitui desta maneira um documento-chave para compreender as culturas, o único que subsiste frequentemente para as sociedades do passado (Claval, 1999, p. 443).

É a partir da análise da visão de Claval, imerso nos estudos da Geografia Cultural, que iremos entender sua concepção de paisagem atrelada às transformações que o homem imprime no meio natural, por meio da utilização das técnicas. Dentro do debate e reflexão acerca da paisagem na contemporaneidade, percebem-se duas vertentes, sendo a primeira entrelaçada à cultura humana, concebida como paisagem cultural e a segunda, ligada as múltiplas relações entre os elementos naturais (clima, relevo, solo, vegetação, geologia e hidrografia) mais a ação antrópica como os fatores responsáveis pela morfologia da paisagem, denominada de sistêmica ou geossistêmica, como entende Costa (2004).

A vertente sistêmica de análise foi estrutura a partir da Teoria Geral dos Sistemas Dinâmicos, publicada em 1948, por Ludwig Von Bertalanffy, que propõe a possibilidade de não só se estudar as partes e os processos isoladamente, mas principalmente a interação entre ambos. É a partir de 1960 que a paisagem ganhará outro mote de análise, quando Sotchava (1977), apresentou os estudos sobre o geossistema, no qual destaca que a natureza não deve ser compreendida somente pelos seus componentes, mas através das conexões entre eles. É partindo da perspectiva sistêmica de análise da realidade, do espaço geográfico, tendo em vista a problemática ambiental atual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atuais padrões de consumo e a geração de resíduos sólidos.

De modo geral, os impactos causados pelos humanos ao planeta Terra, a natureza, são perceptíveis desde o surgimento do primeiro homínido, quando o próprio se utilizou dos recursos disponíveis a fim de facultar a sobrevivência, entretanto, é a partir do aumento do número de seres humanos, da capacidade intelectual e, principalmente, do desenvolvimento das técnicas, que os impactos irão se acentuar gradualmente.

Certamente um dos grandes marcos na história evolutiva dos humanos que vai contribuir sensivelmente para o aumento dos impactos gerados ao planeta, foram as mudanças ocorridas na transição do Paleolítico para o Neolítico, concebida como Revolução Neolítica, que irá permitir ao homem o domínio da agricultura, domesticação de animais e sobretudo o incremento das técnicas, que vão permitir o sedentarismo, ou seja, a fixação em dado espaço.

Sobre este processo, Kruger vai dizer que:

Em um estágio inicial, a Natureza domina o Homem. Entre 50 e 40 mil anos atrás, caçadores e coletores apresentavam técnicas rudimentares, tendo o nomadismo sem acumulação de bens como principal modo de vida. A organização tanto das pequenas comunidades como do tempo era primitiva. Com o surgimento da agricultura (10 mil anos atrás), houve o domínio das técnicas por todos os membros da comunidade. O modo de vida tornou-se sedentário, havendo o aparecimento de regras, chefias, com organização política e temporal marcada por períodos de plantio e colheita. A era do ferro fundido (3 a 4 mil anos atrás) marcou o início da especialização do trabalho com uma estratificação da sociedade e do conhecimento e uma conseqüente perda individual do domínio do conhecimento (Kruger, 2001, p. 37).

Contudo mesmo utilizando os recursos naturais de maneira impensada e desenfreada, sem pensar na própria sobrevivência, o homem continua sua epopéia, mas a natureza, a Terra, a partir dos ciclos naturais, vai concomitantemente absorvendo os impactos, até a eclosão da Revolução Industrial em meados do século XVIII, quando ocorre a quebra definitiva dos ciclos naturais, por meio do aumento da extração dos recursos naturais, matérias primas para a fabricação dos produtos e bens e conseqüentemente do consumo, bem como o aumento da concentração populacional nas áreas urbanas, propiciado pelos fatores atrativos da cidade, que atraem as populações do campo.

Com a Revolução Industrial, com o aprimoramento e desenvolvimento das técnicas, o meio técnico concebido por Santos, com a substituição do homem pelos autômatos, sobretudo da manufatura artesanal, pela produção industrial em série e larga escala, que as transformações se acentuam, não somente da ótica econômica, mas principalmente socioambiental, como concebe, quando afirma: “Mas o fator tecnológico provoca profundas alterações na vida social, econômica, política e ambiental. Os produtos e processos envelhecem mais cedo e são rapidamente substituídos [...]” (Krüger, 2001, p. 38). A abundância dos bens industriais produzidos continuamente, bem como a aquisição dos mesmos, por grupos e indivíduos de posições sociais distintas, revela o consumismo. Ou seja, o “ter” em detrimento do “ser”, enquanto manifestação dos valores e, principalmente, da classe social de seus usuários.

Com a expansão da sociedade de consumo, influenciada por fatores diversos, como o modo estadunidense de consumo, pela moda e propaganda, os indivíduos consomem cada vez mais. Haja vista que a ideologia de consumo incutida, concebe que somente serão reconhecidos, julgados e avaliados por meio daquilo que consomem o que leva não somente ao aumento do consumo, mas essencialmente ao uso e usufruto daquilo que é supérfluo, em detrimento da exploração contínua dos recursos naturais para a geração de matérias-primas para a produção de mais e mais mercadorias.

É nesse bojo do consumismo, da mudança nos padrões de consumo, do supérfluo, que tem se o disparate de 20 % da população mundial, que habita especialmente os países do hemisfério norte, consumir cerca de 80 % dos recursos naturais e energia do planeta e produzir mais de 80% da poluição e da degradação dos ecossistemas, enquanto 80% da população mundial, que habita principalmente os países pobres do hemisfério sul, fica com apenas 20% dos recursos naturais, o que retrata o dado alarmante de que a população mundial está consumindo 50% a mais recursos naturais do que o planeta terra pode oferecer, como pontua o Caderno de educação Ambiental do Governo do Estado de São Paulo, 2010.

No Brasil, analisando-se os dados divulgados anualmente pela Abrelpe - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, especialmente do Paronama dos Resíduos Sólidos no Brasil do ano 2020, identifica-se que a geração saltou de 66,7 milhões de toneladas no ano de 2010, para 79,1 milhões de toneladas em 2019, tendo cada brasileiro ou brasileira produzido 379,2 kg de resíduos/ lixo em média por ano, ou seja, mais de 1 kg por dia, sendo que nos Estados Unidos, para fazer um comparativo, segundo dados da Agência de Proteção Ambiental - EPA, uma pessoa gera em média 1,9 kg por dia de resíduos/lixo, anualmente um norte americano produz quase o dobro de um brasileiro ou brasileira.

A degradação frenética dos ecossistemas provocada pelas mudanças de padrões de consumo, sobretudo pela cultura do “descartável” impera nas sociedades contemporâneas, especialmente nos espaços urbanos, o que indubitavelmente tem gerado inúmeras mazelas, como poluição de rios, córregos, poluição visual, dentre outras, que está diretamente ligada à obsolescência programada ou planejada, que representa plausivelmente os avanços de produção no modo de produção capitalista vigente, com mercadorias com prazos para serem substituídas, descartadas, o que aumenta o consumo, a extração de matérias-primas para a produção de novas mercadorias e a quantidade de resíduos gerados e descartados no espaço e conseqüentemente problemas socioambientais.

Os problemas causados pelos resíduos não se dão somente em virtude do aumento da produção dos próprios, mas também pelo destino inadequado dos resíduos gerados, sendo que na maioria das cidades os mesmos são encaminhados para lixões ou aterros controlados, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), do ano de 2020, cerca de 40% dos resíduos coletados no Brasil foram despejados em lixões ou aterros controlados, sendo que dos 1493 municípios brasileiros que ensejaram este percentual, 844 são municípios nordestinos.

A destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos, seja em lixões ou aterros controlados, podem e indubitavelmente geram problemas socioambientais diversos, como poluição atmosférica, hídrica, visual, dos solos, proliferação de doenças, dentre outras, que podem e devem ser sanadas com medidas concretas adotadas por parte do poder público em parceria com as sociedade civil organizada, a começar pelo cumprimento de legislações em vigência, que normatizam a coleta, disposição e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, como a Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos e a Lei do Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico Brasileiro.

OS RESÍDUOS SÓLIDOS E O NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO BRASILEIRO

Em meados do século XX inicia-se no Brasil, com a mudança do modelo agroexportador, para o urbano-industrial, o processo de urbanização propriamente dito. O deslocamento da população rural para as cidades, o modelo e o ritmo da urbanização implementada, não fora acompanhada pela disponibilização e oferta dos serviços de saneamento básico pelo território nacional, o que gerou disparidades entre as regiões e na insuficiência dos serviços disponíveis para a população.

É nesse bojo e com o objetivo de buscar resolver os problemas de cunho ambiental, é que ocorreram os primeiros debates relacionados a temática. É na Conferência Rio – 92 que se tratará de forma prioritária a nível global das problemáticas desencadeadas pela gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos.

A aprovação e a conseqüente sanção da Lei Federal 11.445/07 - Lei Nacional de Saneamento Básico, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e conceitua o próprio como sendo o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitários, limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais, constituirá uma das primeiras legislações a tratar dos resíduos sólidos.

É a Lei Federal 12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que será o marco, instituindo a gestão compartilhada dos resíduos sólidos, entre o cidadão, a sociedade e o Estado, na perspectiva da redução, reciclagem e destinação ambientalmente correta dos resíduos. Além de estabelecer ao poder público municipal a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, desde a coleta a disposição, destinação final ambientalmente adequada, por meio da elaboração e implementação do plano de gestão de resíduos sólidos, a PNRS

determinou o prazo em quatro anos a partir do ano de 2010, para que todos os rejeitos produzidos no país tivessem a destinação final ambientalmente correta, o que não ocorreu nos prazos estabelecidos pela legislação.

Apesar dos avanços trazidos pelo PNRS, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), do ano de 2020, cerca de 40% dos resíduos coletados no Brasil foram despejados em lixões ou aterros controlados, sendo que dos 1493 municípios brasileiros que ensejaram este percentual, 844 são municípios nordestinos.

O não cumprimento das metas e objetivos elencados na PNRS, bem como outros de cunho político-administrativo, especialmente a partir do ano de 2016, merecendo destaque algumas medidas provisórias publicadas pelo Governo Temer sobre o tema, ensejaram a discussão, aprovação e promulgação pelo Congresso da Lei Federal 14.305/20, o Novo Marco Regulatório do Saneamento Brasileiro, que além da ampliação do prazo para o ajustamento da disposição adequada dos rejeitos, resíduos sólidos urbanos, de 31 de dezembro de 2020 até 02 de agosto de 2024, tendo como referência o contingente populacional, condição para os municípios que até a data da promulgação da lei tenham elaborado o plano de gestão de resíduos sólidos e que dispunham de mecanismos de cobrança dos serviços de coleta, transporte e disposição final dos resíduos e que garantam a sustentabilidade econômica e financeira. No entanto verifica-se uma grande quantidade de população tanto urbana quanto rural sem a coleta regular de resíduos sólidos no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa da população não atendida com coleta regular de Resíduos Sólidos Urbanos por estado - Brasil - 2022.

Estado	População total sem coleta (hab)	(%)	População urbana sem coleta (hab)	(%)	População rural sem coleta (hab)	(%)
Acre	238.940	26,70%	47.968	7,40%	190.972	77,50%
Alagoas	667.292	19,90%	83.064	3,30%	584.228	67,40%
Amapá	119.245	13,80%	61.850	8,00%	57.395	63,10%
Amazonas	860.590	20,50%	141.093	4,20%	719.497	82,80%
Bahia	3.415.878	22,90%	710.582	6,50%	2.705.296	66,60%
Ceará	1.631.543	17,80%	219.719	3,20%	1.411.824	62,60%
Distrito Federal	61.103	2,00%	60.193	2,00%	910	0,90%
Espírito Santo	328.596	8,10%	33.664	1,00%	294.932	45,60%
Goiás	605.873	8,50%	136.344	2,10%	469.530	71,60%
Maranhão	2.266.557	31,90%	398.621	8,90%	1.867.936	71,30%
Mato Grosso	629.267	17,80%	135.936	4,70%	493.331	77,70%
Mato Grosso do Sul	362.197	12,90%	21.467	0,90%	340.729	84,60%
Minas Gerais	2.303.689	10,80%	458.809	2,50%	1.844.880	60,90%
Pará	2.429.393	28,10%	382.775	6,50%	2.046.618	74,20%
Paraíba	920.722	22,80%	198.262	6,50%	722.460	74,10%
Paraná	1.128.056	9,80%	94.333	1,00%	1.033.723	63,80%
Pernambuco	1.607.877	16,70%	436.900	5,70%	1.170.977	61,60%
Piauí	969.391	29,50%	130.168	6,00%	839.223	75,10%
Rio de Janeiro	258.151	1,50%	86.494	0,50%	171.657	29,40%
Rio Grande do Norte	597.618	16,90%	149.446	5,40%	448.172	58,40%
Rio Grande do Sul	922.208	8,10%	68.239	0,70%	853.969	52,00%
Rondônia	489.185	27,20%	145.791	10,90%	343.394	75,50%
Roraima	128.514	20,40%	9.725	2,00%	118.789	86,90%
Santa Catarina	668.779	9,20%	71.389	1,20%	597.390	55,00%
São Paulo	1.050.954	2,30%	123.734	0,30%	927.219	48,90%
Sergipe	348.949	15,00%	51.331	3,00%	297.618	49,70%
Tocantins	311.877	19,60%	59.655	4,70%	252.222	78,10%

Fonte: Plansab (2023).

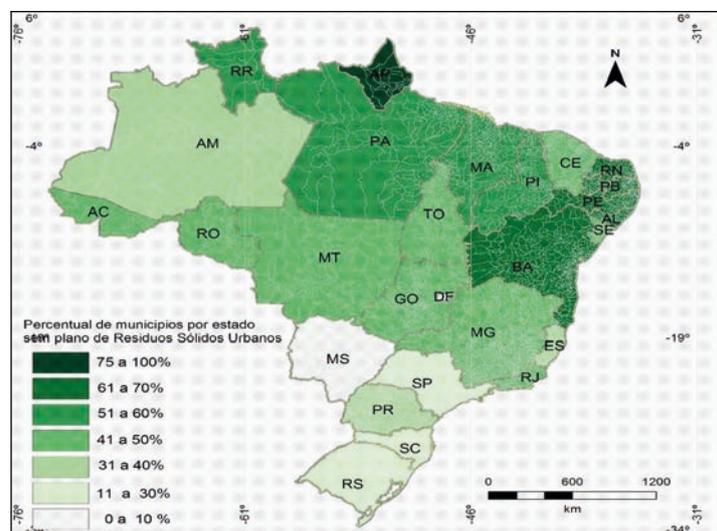
Quando se analisa o número de municípios sem a coleta regular de resíduos sólidos ou sem a adoção de um plano de gerenciamento da coleta esses números são ainda maiores veja os dados na Tabela 2 verifica-se um grande número de municípios, sobretudo aqueles que comportam as cidades pequenas ou com população abaixo de 50.000 (cinquenta mil) habitantes. No Estado da Bahia conforme o Sistema Nacional de informações sobre Saneamento 46% dos municípios e cidades baianas estavam sem plano de Gerenciamento dos Resíduos ao passo que com o levantamento feito em 2022 pela Sanasb esse número é de 66,2% de municípios sem plano de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Tabela 2. Percentual de municípios sem planos de resíduos sólidos por estado - Brasil-2022.

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios Sem Planos de Resíduos (SNIS, 2020)	Municípios Sem Planos de Resíduos urbanos. Estimativa Sanasb (2022)	% Estimativa Sanasb (2022)
Acre	22	5	7	33,30%
Alagoas	102	52	63	61,90%
Amapá	16	6	12	75,00%
Amazonas	62	11	16	26,20%
Bahia	417	194	276	66,20%
Ceará	184	70	82	44,30%
Distrito Federal	1	0	0	0,00%
Espírito Santo	78	15	17	21,40%
Goiás	246	98	115	46,90%
Maranhão	217	81	123	56,60%
Mato Grosso	141	41	57	40,20%
Mato Grosso do Sul	79	6	6	8,10%
Minas Gerais	853	305	357	41,90%
Pará	144	52	79	54,70%
Paraíba	223	101	138	62,00%
Paraná	399	84	93	23,20%
Pernambuco	185	83	123	66,40%
Piauí	224	93	131	58,50%
Rio de Janeiro	92	39	43	46,40%
Rio Grande do Norte	167	67	107	63,80%
Rio Grande do Sul	497	77	85	17,10%
Rondônia	52	17	20	37,80%
Roraima	15	7	9	58,30%
Santa Catarina	295	54	58	19,50%
São Paulo	645	80	85	13,20%
Sergipe	75	25	29	39,10%
Tocantins	139	41	49	35,00%

Fonte: Plansab- Ministério das Cidades (2023).

Proporcionalmente os estados que possuem o maior número de Municípios e cidades sem o plano de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos são Minas Gerais com 357 municípios e Bahia com 276 municípios (Figura 1).

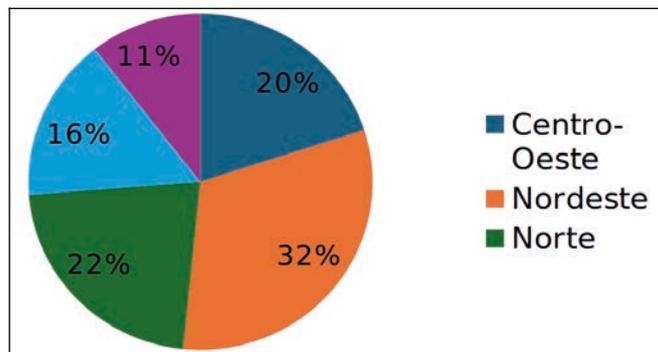


Fonte: Elaborado por Rocha (2024).

Figura 1. Distribuição do percentual de municípios por estados sem plano de coleta de resíduos sólidos urbanos- Brasil – 2022.

Quando se compara os dados por grandes regiões, os dados são os seguintes: a Região Norte e Nordeste são as que possuem os maiores percentuais de municípios sem planos de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, ver Gráfico 1.

Gráfico 1. Percentual de municípios e cidades sem plano de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos por Região - Brasil - 2022.



Fonte: Plansab (2023).

As alterações esboçadas na Lei Federal 14.305/20 prever ainda a desestatização do setor e a consequente privatização de empresas públicas estatais de saneamento. Isso pode ocorrer e certamente ocasionará a concorrência pela oferta dos serviços nos municípios que podem aumentar as taxas municipais e por consequência uma precarização ainda maior da vida urbana desses moradores uma vez que a grande maioria da população não possui rendimentos nem para os serviços básicos de alimentação e moradia, essa realidade as prefeituras das pequenas cidades e municípios já vem demonstrando, seja pela dificuldade de implementar tais cobranças de taxas de coleta, seja pela dificuldade de elaborar tais planos de gerenciamento sem a cobrança prevista em lei. De um lado há que pensar em compensações financeiras para os municípios que são formados por populações em sua maioria de baixa renda e, por conseguinte não conseguem pagar pelas taxas municipais diversas dentre elas a taxa municipal de coleta, conforme o levantamento feito pela Secretaria Nacional de Saneamento Básico (2023) em muitos estados sobretudo os estados das regiões Norte e Nordeste do Brasil possuem quase a sua totalidade dos municípios sem a adoção da cobrança de taxas de coleta dos resíduos sólidos urbanos. Na Bahia o percentual é de 96% dos municípios sem a cobrança, nos estados de Maranhão e Sergipe nenhum município cobra a taxa de coleta. A Nível Nacional 63% dos municípios e cidades brasileiras não cobram a taxa de coleta (Plansab, 2023). Esses dados reflete a realidade das pequenas cidades brasileiras que possuem um espaço urbano em formação sem, contudo, adotar uma série de normativas relativas ao planejamento urbano, tais como plano de desenvolvimento urbano, plano e normas de posturas de obras, dentre outros, por outro lado, evidencia a confluência do urbano e do rural onde a maioria da população vive na cidade, mas depende essencialmente da renda da terra e da produção da agricultura familiar para sobrevivência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível perceber que o espaço é produto dinâmico das ações e interações sociais e inclusive com o próprio espaço, sendo que estas relações ensejam transformações no meio natural, com a natureza transformada em mercadoria pelo homem, e a consequente geração de resíduos sólidos e problemas socioambientais.

Por meio da análise e leitura das categorias espaço e paisagem é possível perceber as contradições existentes, especialmente no que tange ao modo de produção vigente, que explora demasiadamente as matérias-primas no meio natural e as transforma em mercadorias com datas programadas para serem substituídas, ou seja, a obsolescência programada das mercadorias, que já nascem como resíduos sólidos, sendo que o mesmo modo de produção posteriormente busca-se mecanismos para direcionar os resíduos sólidos originados, com o discurso da não geração de problemas que afetam os humanos.

É neste bojo de reflexões, das transformações da natureza, da apropriação da mesma pelos humanos, não apenas para atender as suas necessidades básicas do aspecto da sobrevivência, mas especialmente para “suprir” necessidades supérfluas criadas que prospera-se o consumismo desenfreado e a produção cada vez maior dos resíduos sólidos urbanos, que trazem consigo os mais diversos problemas socioambientais, que tanto afetam os humanos, que seriam resolvidos caso alterassem-se as definições de consumo, as maneiras de apropriação da natureza, indo mais adiante, a substituição do modo de produção vigente.

Constata-se que há uma dificuldade para a maioria dos municípios brasileiros em adotar um sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos conforme o estabelecido no marco regulatório do saneamento, por outro lado evidencia-se a necessidade de uma adoção de políticas de estado a nível federal e ou estadual para subsidiar essa

exigência da lei do saneamento que de um lado exige o cumprimento da universalização de acesso ao saneamento básico para atender aos objetivos do desenvolvimento sustentável preconizado pela Organização das Nações Unidas para o Milênio e por outro ainda é perceptível a enorme desigualdade socioespacial na maioria dos municípios e cidades brasileiras que não conseguem honrar com tais metas estabelecidas nos ODS da ONU.

O novo marco do saneamento básico (Lei nº 14.026/2020) atribui um ajustamento da disposição final adequada, tendo o ano de 2024 como prazo final para os municípios que até a data da promulgação da lei consiga programar o plano de gestão de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de gestão e cobrança da coleta. A grande questão é que os municípios que comportam as cidades pequenas no Brasil, em sua maioria não conseguem regulamentar tais exigências previstas na lei do saneamento. Ou seja, falta um direcionamento claro e conciso dessa política nacional de resíduos sólidos urbanos, sobretudo para a população de baixa renda que não consegue sobreviver nas cidades e manter a vida urbana terá que pagar a partir de 2024.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE, **O futuro do setor de gestão de resíduos: tendências, oportunidades e desafios para a década (2021-2030)**. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/wp-content/uploads/2022/08/O-futuro-do-setor-de-gestao-de-residuos-ISWA-2022.pdf>>. Acesso 20 de março de 2024
- BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. p.120.
- BRUYNE, P. de; *et al.* **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: FFLCH, 2007, 123p.
- CHIAVENATO, I. **Introdução a Teoria Geral da Administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. Rio de Janeiro : Elsevier, 2004.
- CLAVAL, Paul. **A Geografia Cultural**. Tradução de Luiz F. Pimenta e Margareth C.A. Pimenta. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1999, p. 453.
- CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. 3ª Ed São Paulo. Editor Ática S. A, 1995.
- COSTA, Maria de Fátima G. **O Brasil de hoje no espelho do século XIX: artistas refazem a expedição Langsdorff**. São Paulo: Estação Liberdade, 1995.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2004.
- HAESBAERT, R. (2004) **O mito da desterritorialização**. E. Bertrand Brasil, 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 de julho de 2022.
- KRUGER, L. E. **Uma Abordagem Sistêmica da Atual Crise Ambiental**. Revista Educação e Tecnologia, CEFETs, RJ.
- PEDREIRA, A. J. A. **Prospecção do departamento de Compras nas Organizações**. Rio de Janeiro, 2001.31p. Monografia (Especialização Em Gestão Empresarial) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2001.
- PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico. **Modelo para cálculo de necessidade de investimentos**. Brasília, SNSA, 2023.
- RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993. p. 143- 220.
- SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo; razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.
- SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985.
- SANTOS, M. **Espaço e Sociedade**. Petrópolis: Vozes, 1979.
- SANTOS, M. **Por uma Nova Geografia**. São Paulo: Hucitec, Edusp, 1978.
- SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado**. São Paulo: Hucitec, 1988.
- SANTOS, M. **Natureza do Espaço – Técnica e tempo. Razão e emoção**. São Paulo. Hucitec, 1996.
- SANTOS, M. **Sociedade e Espaço: A Formação Social como Teoria e como Método**. São Paulo: **Boletim Paulista de Geografia**, n.54, jun., 1977.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico temático serviço de água e esgoto**. Brasília, SNSA, 2023.
- STRAUCH, M; PEIXOTO, P. A. **Resíduos: como lidar com os recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008. p.220

AVALIAÇÃO DO ESTADO AMBIENTAL DA PAISAGEM COSTEIRA DE ARACAJU/SE, BRASIL

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE COASTAL LANDSCAPE OF ARACAJU/SE, BRAZIL

EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL DEL PAISAJE COSTERO DE ARACAJU/SE, BRASIL

Luana Santos Oliveira Mota¹

 0000-0001-7310-3180

luanaoliveira@academico.ufs.br

Geisedrielly Castro dos Santos²

 0000-0001-6789-6110

geise.castrosantos@academico.ufs.br

1 Professora do Departamento de Geografia de Itabaiana da Universidade Federal de Sergipe - Itabaiana, Sergipe, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7310-3180>. E-mail: luanaoliveira@academico.ufs.br.

2 Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe - São Cristóvão, Sergipe, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6789-6110>. E-mail: geise.castrosantos@academico.ufs.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A cidade de Aracaju/SE tem sido palco de um processo de urbanização desmedido, associado à ausência de um planejamento ambiental eficaz, o que tem ocasionado a supressão de feições naturais e a interrupção das suas funções naturais e induzido uma série de processos geocológicos degradantes. Tendo em vista tal problemática, o presente artigo tem por objetivo realizar uma avaliação qualitativa do estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju/SE, alicerçado nos preceitos teórico-metodológicos manifestos na Geocologia das Paisagens. As etapas metodológicas perfizeram a análise da estruturação natural da paisagem; a avaliação da inserção antrópica; e a análise do estado ambiental da paisagem. O estudo realizado apontou que grande parte da área investigada pode ser inserida no nível de instabilidade, que se revela na ocorrência de processos geocológicos degradantes a exemplo de alteração da drenagem natural, fragmentação dos ecossistemas, aumento da frequência e intensidade dos alagamentos, alteração da dinâmica sedimentar e processos erosivos. Não obstante esse cenário, a paisagem costeira de Aracaju ainda dispõe de unidades com grau maior de estabilidade, mas que estão sujeitas a processos degradantes, haja vista a ausência de políticas públicas efetivas que visem dirimir o impacto do avanço da ocupação na paisagem costeira.

Palavras-chave: Geocologia das paisagens. Dinâmica dos ambientes costeiros. Processos geocológicos degradantes. Planejamento Ambiental.

ABSTRACT: The city of Aracaju/SE has been the scene of an excessive urbanization process, associated with the absence of effective environmental planning, which has caused the suppression of natural features and the interruption of their natural functions and induced a series of degrading geocological processes. In view of this problem, the present article aims to carry out a qualitative assessment of the environmental state of the coastal landscape of Aracaju/SE, based on the theoretical-methodological precepts manifest in the Geocology of Landscapes. The methodological steps comprised the analysis of the natural structuring of the landscape; the assessment of anthropogenic insertion; and the analysis of the environmental state of the landscape. The study carried out pointed out that a large part of the area investigated can be placed at the level of instability, which is revealed in the occurrence of degrading geocological processes such as changes in natural drainage, fragmentation of ecosystems, increased frequency and intensity of flooding, changes in the dynamics sedimentary and erosion processes. Despite this scenario, the coastal landscape of Aracaju still has units with a greater degree of stability, but which are subject to degrading processes, given the absence of effective public policies aimed at mitigating the impact of the advance of occupation on the coastal landscape.

Keywords: Geocology of landscapes. Dynamics of coastal environments. Degrading geocological processes. Environmental planning.

RESUMEN: La ciudad de Aracaju/SE ha sido escenario de un proceso de urbanización excesiva, asociado a la ausencia de planeación ambiental efectiva, que ha provocado la supresión de elementos naturales y la interrupción de sus funciones geocológicas e inducido una serie de procesos geocológicos degradantes. Frente a esta problemática, el presente artículo tiene como objetivo realizar una evaluación cualitativa del estado ambiental del paisaje costero de Aracaju/SE, basado en los preceptos teórico-metodológicos manifestos en la Geocología de los Paisajes. Los pasos metodológicos comprendieron el análisis de la estructuración natural del paisaje; la evaluación de la inserción antropogénica; y el análisis del estado ambiental del paisaje. El estudio realizado indicó que gran parte del área investigada puede ubicarse en el nivel de inestabilidad, lo que se revela en la ocurrencia de procesos geocológicos degradantes como cambios en el drenaje natural, fragmentación de los ecosistemas, aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones, cambios en la dinámica de los procesos sedimentarios y erosivos. Pese a este escenario, el paisaje costero de Aracaju aún presenta unidades con mayor grado de estabilidad, pero que están sujetas a procesos degradantes, dada la ausencia de políticas públicas efectivas orientadas a mitigar el impacto del avance de la ocupación sobre el paisaje costero.

Palabras clave: Geocología de paisajes. Dinámica de ambientes costeros. Planeación ambiental.

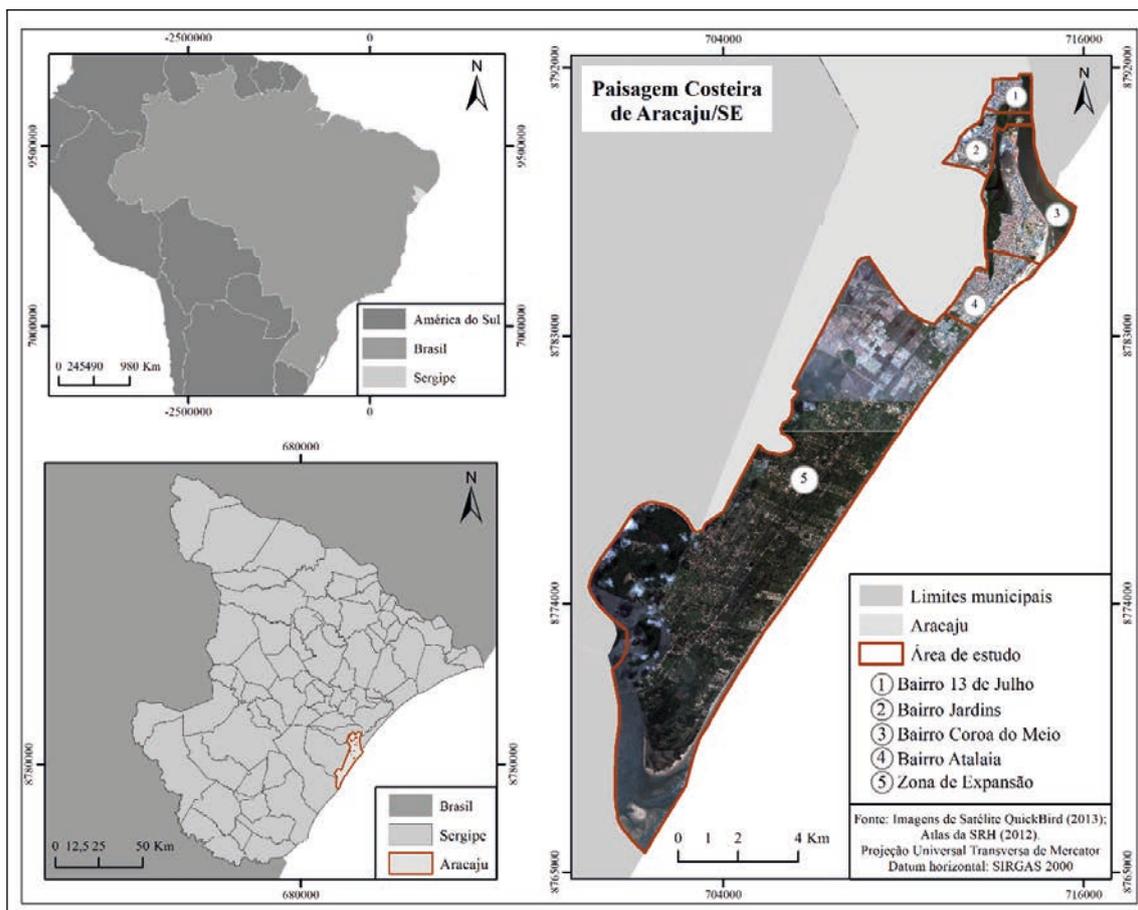
INTRODUÇÃO

A paisagem costeira se caracteriza como um dos ambientes mais dinâmicos tendo em vista a atuação conjunta de diversos agentes que a modela, a exemplo da ação das ondas, das marés, dos ventos, numa escala temporal que varia do curto ao longo prazo. Soma-se a essa elevada dinamicidade natural, a grande pressão antropogênica sobre os espaços costeiros, que se materializa na paisagem, em sua grande maioria, de forma dissonante à estruturação natural deste ambiente.

Tal conjuntura resulta na alteração, supressão e até substituição completa de sistemas naturais, como dunas e manguezais, por edificações, loteamentos, vias de ligação etc. A completa ou parcial alteração das funções

geoecológicas desses ambientes tem resultado em problemas ambientais consideráveis, que se associam a processos geoecológicos degradantes, que podem resultar na alteração dos mecanismos de formação e regulação das paisagens, e alterar o seu estado ambiental (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2017).

Inserida no cenário acima descrito encontra-se a paisagem costeira de Aracaju/SE. A referida cidade possui uma população estimada de 602.757 habitantes (IBGE, 2022), uma área de 181.857 km² e encontra-se dividida em 44 bairros. Dentro das demarcações estabelecidas pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, e pela composição biofísica, todo o município está associado ao que se entende por paisagem costeira. No entanto, para os fins objetivos deste artigo, o recorte realizado abrange os bairros localizados defronte ao mar e nas vizinhanças das desembocaduras do rio Sergipe e Vaza-Barris, são eles: 13 de Julho, Jardins, Coroa do Meio, Atalaia e Zona de Expansão (Figura 1). Este último foi recentemente dividido em seis novos bairros (Lei nº 5373 de 2021): Mosqueiro, Robalo, São José dos Naufragos, Areia Branca, Gameleira e Matapuã. Contudo, ao longo deste trabalho será utilizado a nomenclatura Zona de Expansão para referir-se a esta área, em razão dos processos de ocupação que lhe são próprios e comuns a toda sua extensão.



Fonte: Autoria própria.

Figura 1. Localização da área de estudo.

Diferentemente de grande parte das capitais litorâneas do Nordeste, a cidade de Aracaju não possuía ocupação efetiva da sua frente litorânea até meados da década de 1960. A concentração populacional dava-se ao longo do estuário do Rio Sergipe. Apenas na história recente, após a década de 1960, houve um redirecionamento do fluxo populacional, com ênfase para a classe média e alta, em direção aos bairros 13 de julho, Atalaia e Coroa do Meio. No bairro 13 de julho o avanço da ocupação foi acompanhado pelo processo de verticalização, enquanto nos bairros Coroa do Meio e Atalaia, avançou o padrão horizontal organizado em loteamentos. Somente após a década de 1980, houve um redirecionamento do fluxo populacional para a Zona de Expansão.

O padrão de ocupação de toda a costa aracajuana seguiu a lógica das parcerias público-privada na construção do espaço urbano, que consistia em dotar a área de mínima infraestrutura, seguida do loteamento dos bairros e venda dos terrenos destinados às classes mais abastadas (Ribeiro, 1985; Nogueira, 2006; França; Rezende, 2010). A crescente valorização do solo, que esteve associada à venda dos atrativos das paisagens praianas, resultou num incremento populacional nas últimas décadas. Acompanhando, nesse momento, a lógica das capitais litorâneas, todo esse processo ocorreu de forma predatória, sem planejamento, e preponderantemente, correlacionada à supressão das feições naturais do ambiente costeiro.

Toda essa conjuntura tem resultado na alteração contínua da estruturação da paisagem natural, que em Aracaju, apesar de se encontrar relativamente conservada em alguns pontos, tem sofrido com o avanço do adensamento urbano, o que tem despertado apreensão em relação ao aumento dos processos geocológicos degradantes. Nesse sentido, o presente artigo tem por escopo a avaliação do estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju, com fundamento nos preceitos da Geocologia, tencionando a definição das áreas em que há necessidade de medidas preventivas e/ou corretivas, no sentido do planejamento urbano-ambiental e ordenamento da ocupação.

METODOLOGIA

O presente estudo foi fundamentado nos princípios trazidos pela Geocologia das Paisagens, cujas bases metodológicas perfazem à análise concomitante entre dinâmica natural e dinâmica da produção territorial, as quais estabelecem a dinâmica e a evolução geral das paisagens. Dentre os enfoques analíticos que compõem à Geocologia, primou-se pela investigação da composição estrutural e funcional da paisagem costeira de Aracaju/SE.

As etapas que compreenderam o presente trabalho foram: análise da composição da paisagem, considerando os seus fatores de formação; compreensão da atual estruturação dos sistemas antrópicos; definição dos sistemas ambientais, tendo em vista a dimensão horizontal da paisagem; e, por fim, a definição do estado ambiental, a partir da análise dos processos geocológicos degradantes.

O entendimento da estruturação natural da paisagem deu-se pela avaliação da sua composição, levando em consideração aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e composição da vegetação. Além da revisão bibliográfica, utilizou-se como base cartográfica os dados fornecidos pelo Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe (2014). Foram adotados o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator - UTM e o datum SIRGAS BRASIL 2000 para elaboração dos mapas temáticos apresentados.

Após identificação e análise dos fatores que compõem a paisagem estudada, procedeu-se à análise da estruturação do sistema antrópico que a constitui. O mapeamento da evolução da ocupação urbana na paisagem costeira do município de Aracaju, foi efetuado com auxílio dos dados disponibilizados pelo Projeto MapBiomias, para os anos de 1985, 2005 e 2022. O *download* dos dados foi feito com auxílio do *Google Earth Engine*, no qual foi possível acessar o banco de dados do projeto e extrair as informações relativas ao uso e ocupação do solo do município em formato de arquivo matricial. Posteriormente, com auxílio do QGis 3.8, foi efetuada a transformação do arquivo *raster* em arquivo vetorial; recorte da máscara relativa aos bairros que compõem a área de estudo do presente artigo; organização da legenda conforme os códigos da coleção8 do MapBiomias e exportação do arquivo no formato *shapefile*. A partir da criação do campo área na tabela de atributos foi possível quantificar os polígonos relativos à ocupação urbana.

Da análise conjunta entre a estruturação natural e antrópica da paisagem costeira de Aracaju, resultou a classificação dos sistemas ambientais. Foi utilizado o procedimento de tipificar, apontado por Rodriguez. Silva e Cavalcanti (2017), o qual fundamenta-se na divisão territorial dos objetos semelhantes em razão de traços em comum. O critério adotado para a classificação foi a estruturação morfológica da paisagem. A base cartográfica utilizada para interpretação da composição dos sistemas ambientais foi composta por imagens de satélite QuickBird (2008, 2010 e 2014), obtidas junto à Empresa Municipal de Obras e Urbanização – EMURB, com resolução espacial de 0,60 cm. Utilizou-se o programa ArcGis 10.7 e o sistema de projeção e o Datum utilizados foram destacados anteriormente.

A fim de avaliar o estado ambiental da paisagem e o nível de degradação desta, a presente pesquisa foi alicerçada nos conceitos trazidos por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004, p. 139), os quais definem estado ambiental como “a situação geocológica da paisagem dada, determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas”, e apontam cinco classes para o estado ambiental: estável, medianamente estável, instável, crítico e muito crítico. A classificação dos sistemas ambientais conforme tais preceitos, foi efetuada com suporte numa avaliação qualitativa da paisagem, atentando-se às principais formas de uso do espaço costeiro, e processos geocológicos degradantes frutos do avanço desmedido da ocupação.

Realizou-se, ainda, trabalho de campo com a utilização de Veículo Aéreo não Tripulado – VANT, como ferramenta para obtenção de imagens atualizadas sobre a composição da paisagem, além dos diversos tipos de pressões antropogênicas, executado com o equipamento Drone DJI Mavic Mini.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

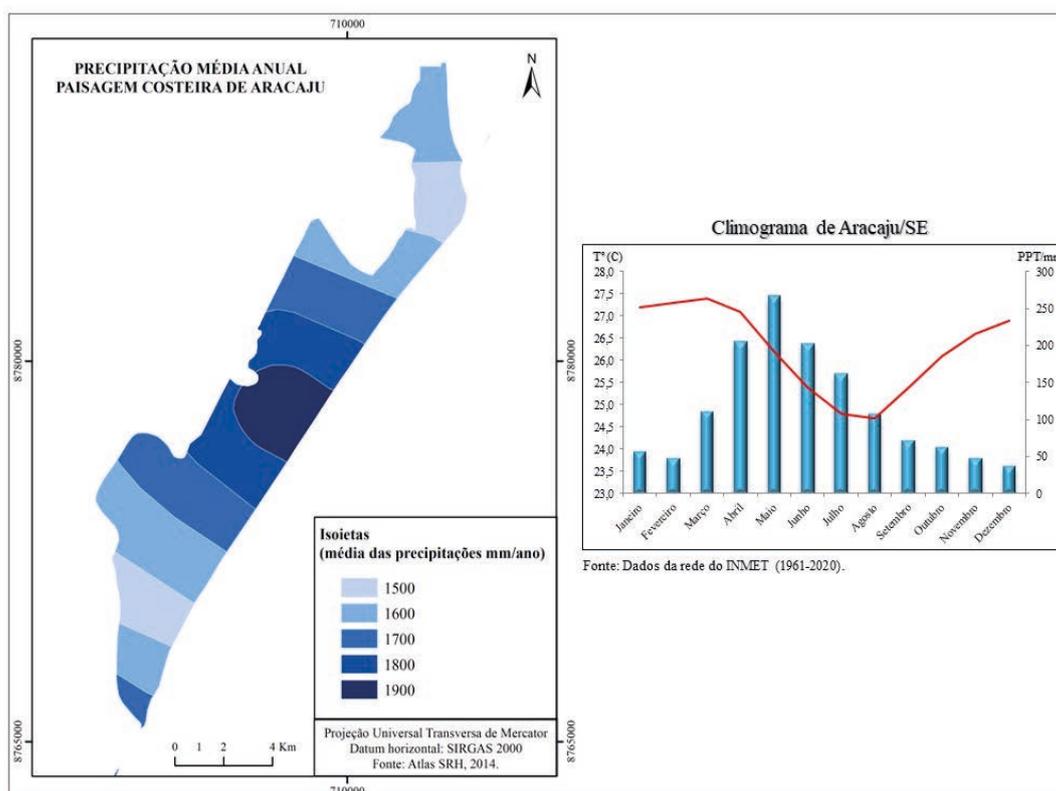
Estruturação do sistema natural da paisagem costeira de Aracaju

A paisagem costeira de Aracaju é classificada, dentro dos princípios adotados por Bertalanffy (1968) e Christofoletti (1980), como um sistema morfológico aberto, uma vez que muitos de seus atributos podem ser tidos como respostas ao fluxo de energia e matéria, através dos sistemas ao qual se encontra associada.

Nesse sentido, a estruturação atual da paisagem, decorre da inter-relação entre diversos fatores, a exemplo dos agentes climáticos – que influenciam os processos morfogenéticos atuantes, da composição litológica, das características geomorfológicas e pedológicas, e dos aspectos fitogeográficos. Tais fatores, denominados por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) como fatores de formação da paisagem, referem-se aos componentes naturais que caracterizam a sua composição e delineiam a sua estruturação e funcionamento.

Localizada numa zona tropical de baixa latitude, sob o efeito da maritimidade, a área investigada está inserida nos limites do clima Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental. Os sistemas atmosféricos responsáveis pelos atributos climáticos da área investigada são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Sistemas de Massas de Ar e a influência da maritimidade (Molion; Bernardo, 2002; Diniz; Medeiros; Cunha, 2014).

A interação entre esses sistemas produz um clima caracterizado por um regime pluviométrico que apresenta média anual de 1500mm (considerando todo o município de Aracaju), com precipitações concentradas entre as estações de outono-inverno, com destaque para o mês maio, que apresenta o máximo de chuvas (Figura 2). A distribuição espacial das médias pluviométricas para a área investigada encontra-se exposta na Figura 2. Já o regime térmico é relativamente uniforme (baixa amplitude térmica) com temperatura média anual de 28°C (Figura 2).



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 2. Aspectos climáticos da paisagem costeira de Aracaju.

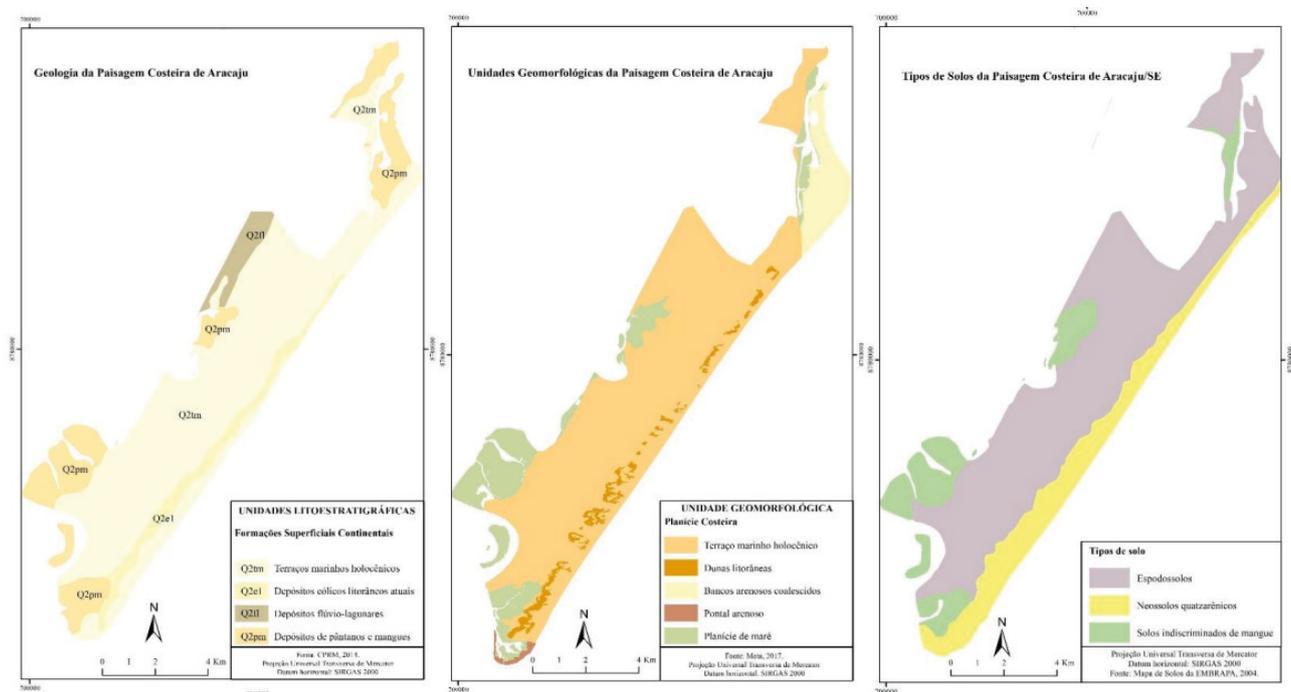
Fatores climáticos locais conjugados com as principais variações climáticas globais e regionais ao longo do Quaternário, foram responsáveis pelo modelamento da paisagem costeira, a partir dos processos de transgressão e regressão marinha ao longo Pleistoceno e Holoceno.

A área de estudo associa-se às Formações Superficiais, mais especificamente às Coberturas do Quaternário (Holoceno), a partir das quais se desenvolveu a unidade geomorfológica da Planície Costeira, disposta externamente à Formação Barreiras. Autores como Bittencourt *et al.* (2002) apontaram que na escala de longo prazo, a área investigada apresentou tendência à progradação da costa, fato que se justifica, entre outros fatores, pela presença de uma das

maiores descargas fluviais do litoral brasileiro, a do rio São Francisco, que contribuiu com um grande aporte sedimentar para a costa do estado de Sergipe. Em razão disso, a planície costeira aracajuana apresenta, relativamente, grandes extensões, de modo que a atual linha de costa dista em até 7km da Formação Barreiras.

Associada a essa planície desenvolveram-se modelados de acumulação, dos quais se destacam (Figuras 3 e 4):

- Terraço marinho holocênico – associados aos depósitos marinhos holocênicos (Q2tm); marcado pela presença de cordões litorâneos (antigas cristas de praia), entremeados por baixios úmidos;
- Campos dunares – associados aos depósitos eólicos litorâneos atuais (Q2el) e caracterizados pela presença de dunas frontais nas proximidades da linha de costa; apresenta ainda campos de dunas fixas e semifixas intercaladas por depressões interdunares;
- Planície de maré – superfície correlacionada à influência fluviomarinha, associada aos depósitos de pântanos e mangues (Q2pm), individualizada em seus três subambientes – inframaré (porção subaquosa), intermarés (áreas que são atingidas em períodos de maré cheia) e supramaré (também denominada de apicum, encontra-se acima do nível da maré cheia);
- Barras arenosas coalescidas: modelado particular presente na área estudo, originada a partir da migração de barras arenosas na desembocadura do rio Sergipe, as quais posteriormente anexaram-se ao continente (final do século 19).



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 3: Aspectos geológico, geomorfológicos e pedológicos da paisagem costeira de Aracaju/SE.



Fonte: Registro fotográfico dos autores.

Figura 4. Composição geomorfológica da paisagem costeira de Aracaju.

Vale ressaltar, no que concerne à estruturação da paisagem, a existência de Depósitos Tecnogênicos circunscritos ao bairro Coroa do Meio. Mota e Souza (2018) identificaram a partir de análise de registros bibliográficos, imagens de satélites e sondagens a presença de dois tipos de depósitos: materiais úrbicos e materiais de dragagem, ambos resultantes da ação direta do agente antrópico, em consequência da realização de aterros, após a migração e anexação das barras arenosas ao continente. Em razão da remobilização das coberturas superficiais, os solos de todo o bairro foram completamente alterados após as contínuas fases de aterro.

Correlacionado a uma litologia caracterizada majoritariamente pela presença de depósitos de areias litorâneas, desenvolveram-se dois tipos de solos: os Espodosolos e os Neossolos Quartzarênicos, predominantes na área investigada (vide Figura 3).

Os Espodosolos, via de regra, apresentam significativa diferença entre seus horizontes, caracterizado basicamente pela existência de um horizonte B espódico, o qual apresenta acumulação iluvial de matéria orgânica, associada a complexos de sílica-alumínio ou húmus-alumínio, com presença ou não do ferro (EMBRAPA, 2009; IBGE, 2007). Estes são caracterizados pela textura predominantemente arenosa e de baixa fertilidade, provenientes de matérias arenoquartzosas, constituídas sob condições de umidade elevada, em relevo plano ou suave ondulado (EMBRAPA, 2009; IBGE, 2007). Em função dessa característica genética, os Espodosolos estão presentes em grande parte da costa brasileira. Para o caso da área de estudo, este tipo de solo é predominante e está associado a unidade da planície costeira, mas especificamente aos terraços marinhos holocênicos.

Já os Neossolos são solos poucos desenvolvidos, constituídos por material mineral ou orgânico, caracterizado primordialmente pela não existência de um Horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2009). Dentro desta categoria de solos enfatiza-se os Neossolos Quartzarênicos, derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras (Tércio-quaternário) e sedimentos marinhos (Quaternário – Holoceno). Caracterizam-se por serem profundos ou muito profundos, com textura areia ou areia franca, em profundidade de até 150 cm a partir da superfície. Os Neossolos Quartzarênicos estendem-se por toda a faixa litorânea da área de estudo, compreendendo as dunas móveis, a faixa de praia e os depósitos associados à coalescência de bancos arenosos.

Além dos Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos, há presença dos Solos Indiscriminados de Mangue (SM) (vide Figura 3), desenvolvidos a partir dos depósitos de pântanos e mangue. São solos halomórficos, pouco desenvolvidos, e não apresentam, de modo geral, diferenciação de horizontes (IBGE, 2007). A formação desse substrato está relacionada às áreas de influência fluviomarinha, caracterizadas por condições de baixa energia (ausência da ação de ondas e fluxos elevados) em que há recorrente deposição de sedimentos finos, principalmente silte e argila, os quais originam um substrato lamoso. Na área de estudo, os substratos lamosos que compõem os Solos Indiscriminados de

Mangue são encontrados nas proximidades dos rios Vaza-Barris, Santa Maria, Poxim e Sergipe, associados ao ecossistema manguezal.

Correlacionadas às condições climáticas e, principalmente, às propriedades do substrato, as comunidades vegetais existentes na área de estudo estão sob a influência marinha e fluviomarinha, e se caracterizam pela distribuição não-homogênea ao longo da área de estudo. São encontradas formações pioneiras com influência marinha arbórea, arbustiva e herbácea e formações pioneiras fluviomarinhas arbórea e herbácea.

A vegetação típica da influência marinha, também denominada de vegetação de restinga, compreende grande parte da área estudada. Nas proximidades da linha de costa, associadas às praias e às dunas, e nos baixios úmidos, há o predomínio das comunidades herbáceas. À medida em que se afasta da linha de costa, encontra-se vegetação do tipo arbustiva e arbórea. No tocante aos ambientes de influência fluviomarinha, destaca-se a vegetação de mangue, que está presente nos estuários dos rios Sergipe e Vaza-barris, neste em maior dimensão. São encontradas nessas áreas os gêneros de mangue: *Avicennia sp.* (mangue preto) e *Laguncularia sp.* (mangue branco).

A complexa inter-relação entre os fatores climáticos, litológicos, geomorfológicos, pedológicos, associados à dinâmica fluvial e marinha, tornam essa paisagem um mosaico único de elevada dinamicidade natural, cuja análise geocológica revela fragilidade natural, principalmente diante das novas dinâmicas associada às diversas formas de uso e ocupação.

Sistema antrópico: evolução histórica da ocupação em Aracaju e impactos resultantes

Em 1855, a capital da província de Sergipe foi transferida de São Cristóvão para o povoado Santo Antônio do Aracaju. A nova capital sergipana estava localizada em uma área composta por lagoas, dunas e áreas alagadas que exigia de seus ocupantes uma série de medidas (drenagens e aterramentos) para tornar a área habitável. A escolha atendia aos padrões da época que demandavam a necessidade de estarem situadas à beira-mar ou nos melhores pontos às margens de rios (Nogueira, 2006).

O ordenamento inicial de Aracaju ocorreu no período entre 1855-1950, com a inserção de meios de transporte e formação dos bairros (Nogueira, 2006). Após 1950, o crescimento econômico da capital esteve ligado principalmente a sua função de grande centro comercial e de fornecedora de serviços, concentrando grande parte das atividades econômicas e sociais do estado de Sergipe. O crescimento populacional de Aracaju, neste período, ocorreu em função da migração da população dos municípios do interior do estado, em virtude de crises econômicas. Atraídas pelas oportunidades oferecidas, a população migrante acabou fixando-se na capital o que possibilitou a expansão dos bairros para além da sua área central, dando origem aos bairros periféricos de Aracaju (Diniz, 1971; Ribeiro, 1985).

Boa parte dos migrantes que não se fixaram na parte central de Aracaju e nas áreas periféricas das zonas norte e oeste acabaram por se realocarem na área costeira, mais especificamente nas proximidades da desembocadura dos rios: Sergipe e Poxim, no atual bairro Coroa do Meio (Santos, 2012).

O começo da ocupação da Coroa do Meio iniciou-se na década de 1970, através de uma colônia de pescadores. Naquele momento, não existia na Coroa do Meio qualquer forma de intervenção pública. Santos (2009) afirma que os pescadores eram provenientes do baixo São Francisco e trabalhavam em Aracaju, fazendo da Coroa do Meio o seu espaço residencial, de lazer e de complementação de renda. A população migrante expandiu a ocupação irregular em direção às margens do rio Poxim através de vários aterramentos na planície de maré e da construção de casas do tipo palafitas.

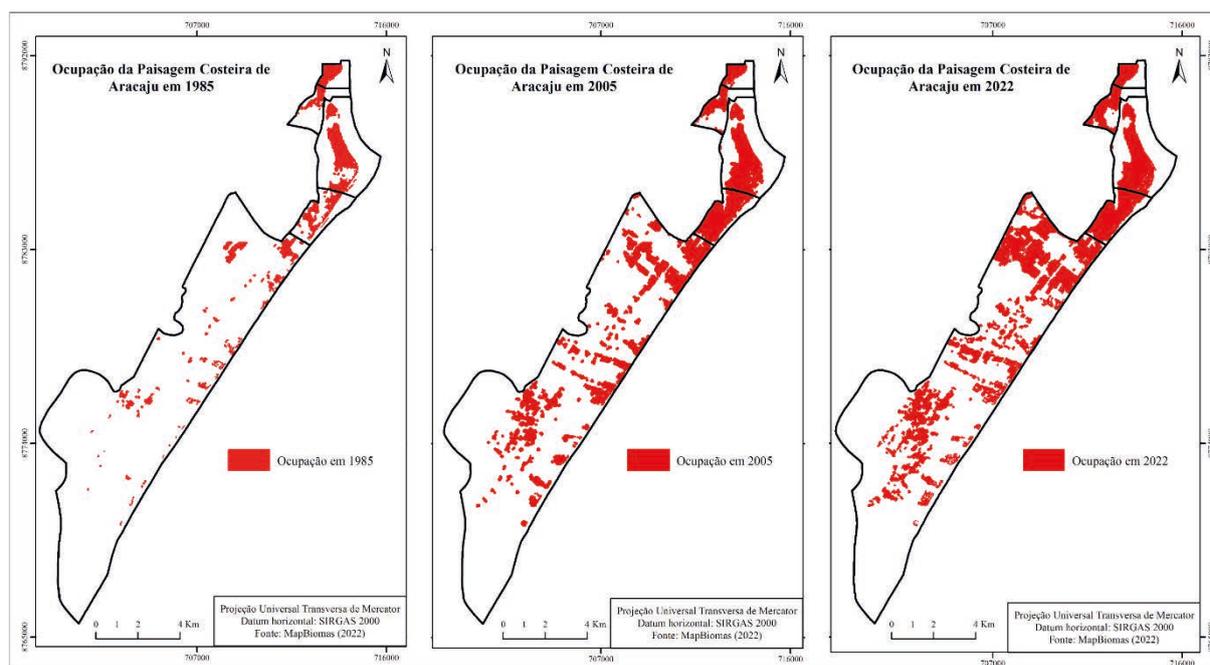
Até o ano de 1976, a Coroa do Meio fazia parte dos terrenos de marinha sob tutela da Secretaria de Patrimônio da União – SPU, quando foram concedidos à prefeitura os direitos de posse e de uso da área junto ao Governo Federal (Andrade *et al.*, 2005). A partir de então um grande projeto de urbanização foi implementado com o objetivo de integrar a área ao conjunto urbano do município, toda essa obra seria custeada a partir da aquisição de loteamentos e unidades habitacionais pela população. Entre os anos de 2001 e 2004 ocorreu o processo de reurbanização onde implementou-se um projeto de erradicação dos aglomerados subnormais da área conhecida como Maré do Apicum, situada na planície de maré associada ao rio Poxim.

A expansão urbana também cresceu em direção ao litoral sul da capital sergipana, no atual bairro Atalaia. O povoado Atalaia Velha, até a década de 1960, era constituído por sítios e loteamentos privados, sem condições básicas de saneamento e com poucas vias de acesso ao centro. Uma das primeiras tentativas da prefeitura para estimular a ocupação na Atalaia foi à abertura de crédito para a construção de pontes e aterros que abrigassem vias de acesso fazendo a comunicação entre as praias 13 de julho e a praia da Atalaia Velha (Santos, 2012).

A antiga Atalaia Velha teve sua ocupação intensificada após 1974, com a implantação de grandes empreendimentos imobiliários, a partir do conceito de melhor qualidade de moradia. O luxo, segundo Ribeiro (1985), era visível, como exemplo é citada a configuração das casas situadas nos centros dos terrenos. A área de elitização uniu a classe média e alta, o que levou a consolidação de um aparato comercial nos bairros voltado para o consumo de luxo.

Após a consolidação da ocupação nos bairros 13 de julho, Jardins, Atalaia e Coroa do Meio, houve uma lenta mudança no eixo de crescimento urbano da cidade, ainda na década de 1990, que foi direcionada para o sul do município, na Zona de Expansão (Mota, 2023). Em associação ao poder privado, ao dotar a área de mínima infraestrutura, a exemplo de projeto de eletrificação e construção de vias de ligação, o poder estatal acabou por incentivar a especulação nessa área, o que resultou na valorização do solo e aumento considerável da ocupação. Contudo, essa infraestrutura se mostrou insuficiente ante o volume populacional, o que acarretou diversos problemas, a exemplo da ausência da rede micro e macrodrenagem e saneamento básico eficazes.

A expansão urbana na paisagem costeira aracajuana fica evidente no mapa comparativo representado pela Figura 5. A quantificação da evolução entre 1985 e 2022 mostrou um aumento de 268% na área de ocupação urbana, passando de 7 mil km², em 1985, para 26 mil km², em 2022. Estas transformações sobre o espaço urbano notoriamente representam grandes pressões dos tensores antropogênicos sobre o estado natural da paisagem analisada e influencia diretamente nos fluxos energéticos que configuram o referido sistema ambiental.

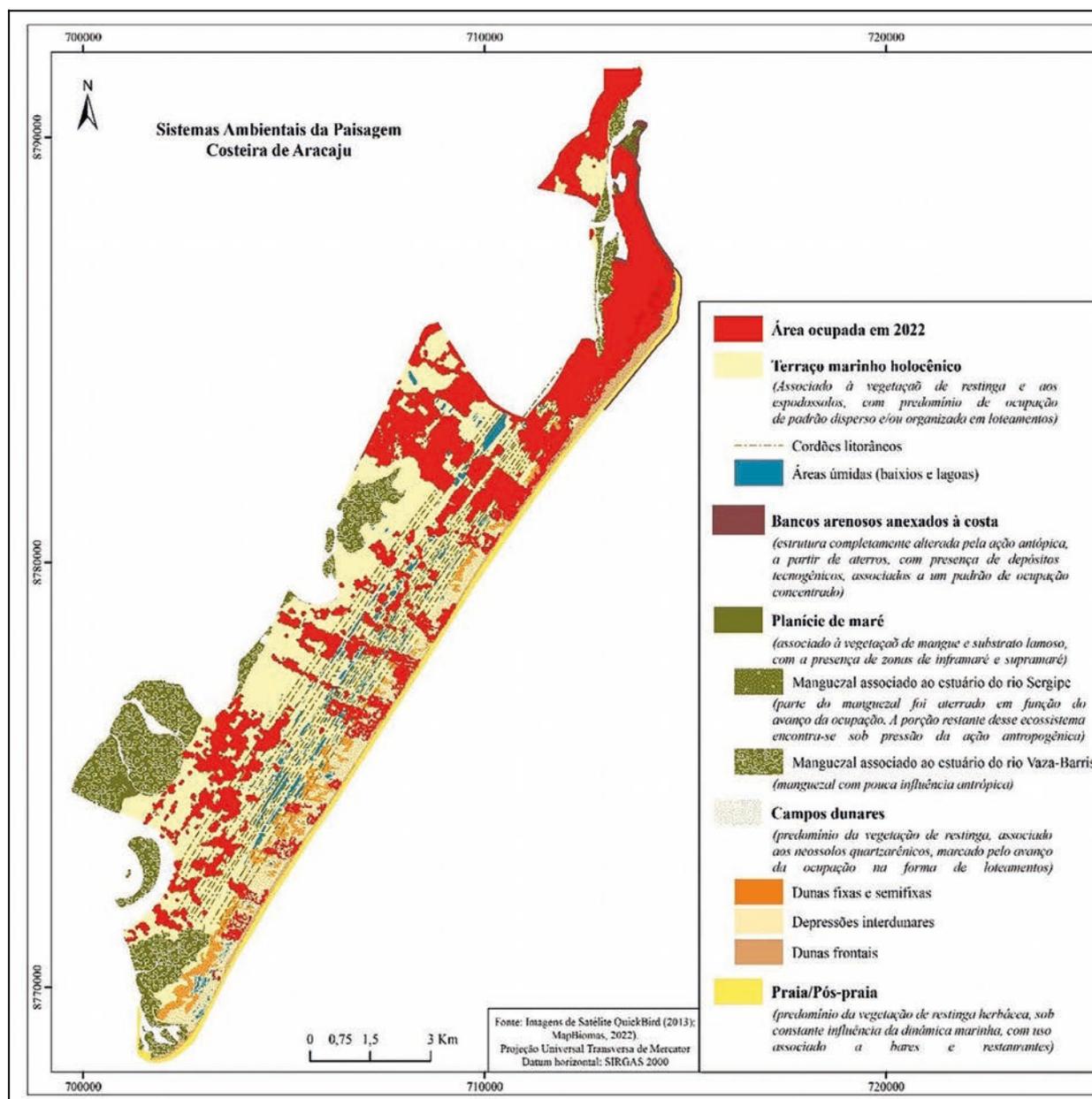


Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 5. Evolução da ocupação da paisagem costeira de Aracaju entre 1985 e 2022.

Estado ambiental da Paisagem Costeira de Aracaju

Para fins de entendimento do estado ambiental da área investigada, realizou-se a correlação entre as dinâmicas naturais e antrópicas para a área de estudo, expressas na Figura 6, a partir da individualização de complexos homogêneos – sistemas ambientais, no intuito de proporcionar uma análise integrada da paisagem.



Fonte: Organização Mota; Santos (2024).

Figura 6. Sistemas ambientais da paisagem costeira de Aracaju.

Na avaliação do estado ambiental da paisagem está imbricada a análise desta sob o viés funcional e, principalmente, antropogênico. Este pressupõe a identificação dos problemas resultantes da modificação das estruturas naturais da paisagem – os impactos geocológicos, associados ao entendimento da neodinâmica introduzida pela inserção antrópica (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2017).

À vista disso, destacam-se os processos geocológicos degradantes, que resultam na perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geocológicas e os mecanismos de autorregulação. A relação entre a alteração dos mecanismos de formação e regulação das paisagens e o nível e amplitude dos processos degradantes pode determinar o estado ambiental da paisagem (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2017).

A classificação do estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju, foi realizada com base nas premissas trazidas por Rodríguez; Silva; Cavalcanti (2017) que apontam para os seguintes estados: estável (estrutura natural conservada, sem problemas ambientais significativos); medianamente estável (poucas mudanças na estrutura, com problemas ambientais de intensidade moderada); instável (mudanças fortes na estrutura espacial e funcional); crítico (perda da estrutura espacial e funcional); muito crítico (em função da alteração generalizada da estrutura da paisagem, o geossistema não tem condições de cumprir suas funções geocológicas).

Com alicerce em tais premissas e fundamentado numa análise qualitativa da paisagem, elaborou-se um quadro síntese que reúne informações a respeito dos sistemas ambientais, principais intervenções antrópicas, nível de alteração da paisagem e processos geocológicos degradantes, a fim de subsidiar a identificação do estado ambiental (Quadro 1).

Ante os indicadores apontados, percebe-se que o grau de estabilidade para a área investigada varia entre o grau estável até crítico, não havendo áreas classificadas como muito crítico.

Quadro 1. Estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju.

Sistemas ambientais	Dinâmica natural	Intervenções antrópicas	Processos geocológicos degradantes	Nível de alteração da paisagem	Estado Ambiental
Terraço marinho associado aos cordões litorâneos e vegetação de restinga	Estabilização da vegetação	Alterações pelo avanço da ocupação; retirada da cobertura vegetal; emissão de efluentes a céu aberto.	Impermeabilização do solo; alteração da drenagem; contaminação do lençol freático; poluição fragmentação dos ecossistemas.	Mediano	Instável
Terraço marinho associado aos baixios úmidos	Inundação periódica; formação de lagoas; drenagem natural	Alterações pelo avanço da ocupação; retirada da cobertura vegetal; emissão de efluentes a céu aberto; aterros.	Alteração da drenagem natural; impermeabilização do solo; aumento da frequência e intensidade de alagamentos	Mediano	Instável
Barras arenosas coalescidas e anexadas ao continente (Coroa do Meio)	Ação da dinâmica fluvio-marinha	Descaracterização completa da paisagem pelo padrão de ocupação urbano.	Modificação do substrato; impermeabilização do solo; aumento da frequência e intensidade dos alagamentos.	Alto	Crítica
Planície de maré vegetada pelo mangue associada ao estuário do rio Vaza-Barris	Inundação; sedimentação; acúmulo de matéria orgânica; remobilização de sedimentos; dinâmica fluvio-marinha	Sistema sem influência antrópica considerável		Muito baixo	Estável
Planície de maré vegetada pelo mangue associada ao estuário do rio Sergipe	Avanço de dunas; sedimentação; estabilização da vegetação; deflação eólica; inundação periódica.	Aterros; compactação do solo; retirada da cobertura vegetal natural; emissão de efluentes domésticos	Modificação do substrato; poluição do manguezal; alteração da dinâmica sedimentar.	Alto	Crítica
Campo de dunas fixas e semifixas, entremeadas pelas depressões interdunares		Alterações pelo avanço da ocupação; aterros; retirada da vegetação; extração de areia.	Impermeabilização do solo; alteração da drenagem; interrupção da troca bidirecional de sedimentos.	Mediano	Instável
Campo de dunas frontais	Migração e estabilização de dunas	Alterações pelo avanço das atividades turísticas (orla, bares e restaurantes) aterros, retirada da vegetação.	Impermeabilização do solo; processos erosivos	Mediano	Instável
Planície marinha atual com depósitos inconsolidados (ambiente praiado da Zona de Expansão)	Ação da dinâmica marinha; processos de sedimentação (acrescimento e erosão).	Alterações pelo avanço das atividades turísticas (orla, bares e restaurantes).	Setores com processos erosivos atuantes em razão a alteração do balanço sedimentar	Mediano	Mediamente estável
Planície marinha atual com depósitos inconsolidados (ambiente praiado dos bairros da Coroa do Meio e Atalaia)	Ação da dinâmica marinha; processos de sedimentação (acrescimento e erosão).	Alterações pelo avanço das atividades turísticas (orla, bares e restaurantes); construção de molhes de concentração.	Interrupção da dinâmica natural através de estruturas de contenção; alteração da dinâmica sedimentar das praias adjacentes; erosão costeira.	Alto	Instável

Fonte: elaborado pelos autores.

O único sistema que apresenta grau de estabilidade é o manguezal associado à planície de maré do estuário do rio Vaza-Barris. Tal classificação deve-se ao fato de que a dinâmica preponderante é a natural, sem alterações consideráveis na estruturação da paisagem pela ação antrópica (Figura 7), o que mantém conservado as funções

geoecológicas. Vale ressaltar que não obstante o limitado uso antropogênico, tal área tem sido alvo de inúmeras especulações no que diz respeito à atividade turística e imobiliária, uma vez que a expansão urbana tem se aproximado dos limites dessa unidade.

Inserido no nível de medianamente estável, tem-se o ambiente praial associado à Zona de Expansão. Tal classificação é devida às poucas mudanças na estrutura natural das praias, com a incidência de problemas pontuais relacionado ao uso atrelado a bares e restaurantes, mas que não comprometem severamente a integridade da unidade. Vale ressaltar que os pontos de instabilidade dessa paisagem estão associadas à interrupção da troca bidirecional de sedimentos, em razão da avenida beira-mar (Rodovia Inácio Barbosa), que em alguns pontos suprimiu as dunas frontais e alterou o balanço sedimentar das praias (Figura 7).

Identificou-se que a maior parte da área investigada se encontra no nível de instabilidade, a qual se vincula às consideráveis mudanças na estrutura espacial e funcional, o que altera a capacidade da realização das funções geoecológicas, a despeito de conservar a integridade da estrutural. Os sistemas postos nessa classificação são o terraço marinho (associado aos cordões e aos ambientes úmidos), os campos dunares, o manguezal associado à planície de maré do estuário do rio Sergipe e as praias dos bairros Coroa do Meio e Atalaia.

O avanço da ocupação sobre o terraço marinho, principalmente na direção da Zona de Expansão, provocou alterações consideráveis na estruturação natural dessa unidade. Apesar da área conservar grandes espaços vazios (destinados, em sua grande maioria, à futura expansão), a forma como se deu o adensamento urbano provocou rupturas na paisagem, uma vez que o padrão de ocupação organizado em loteamentos e/ou de forma dispersa, gerou um padrão reticulado (Figura 7). Lang e Blaschke (2009) chamam a atenção para esse tipo de intervenção antrópica na paisagem, quando as mudanças estruturais se dão muito mais em função do nível de retalhamento da paisagem, do que pela perda de área necessariamente. Para o caso da área estudada, uma das funções geoecológicas mais comprometidas por esse padrão de ocupação relaciona-se à função de drenagem natural dos excedentes pluviométricos realizada pelas lagoas e baixios úmidos. O constante aterro desses subsistemas tem resultado no aumento considerável da frequência e intensidade dos alagamentos, uma vez que a supressão das unidades que realizavam a drenagem natural, não foi compensada com infraestrutura de micro e macrodrenagem condizentes com aumento populacional (Mota; Souza, 2021).



Fonte: Registros fotográficos das autoras (2024).

Figura 7. Sistemas ambientais e impactos na paisagem costeira de Aracaju.

Os campos dunares conectam-se a mesma lógica descrita anteriormente, com o agravante do avanço da ocupação na modalidade de loteamentos, destinados à construção de condomínios de luxo à beira-mar (vide Figura 7). Tal lógica, fortalecida pelo discurso do uso cênico do ambiente costeiro, soma-se à fragilidade da proteção legal dos ambientes

dunares, uma vez que, dentro de uma conjuntura anômala, o Plano Diretor da cidade está sem revisão há 24 anos, o que é completamente incompatível com as mudanças ambientais ocorridas na cidade. A conjunção desses fatores tem alterado sobremaneira as funções do sistema dunar, seja pela interrupção da troca sedimentar, seja pelo desmanche e aterros dessas feições.

A última unidade categorizada como instável refere-se às praias dos bairros Atalaia e Coroa do Meio. A intervenção antrópica materializou-se nessas praias a partir das construções de molhes de contenção nas margens da desembocadura do rio Sergipe (vide Figura 7). Tal medida foi adotada como estratégia para conter o intenso processo erosivo na margem direita do rio, que ameaçava a estrutura urbana no bairro Coroa do Meio, culminado também na alteração significativa dos ciclos de sedimentação nas praias adjacentes (Santos, 2014).

Inserida no estado crítico, tem-se o sistema associado às barras arenosas coalescidas e anexadas ao continente, que perfazem o bairro Coroa do Meio. Foram vultosas as modificações na estruturação natural desse ambiente para fins de concretização do projeto de urbanização do bairro, o que comprometeu as funções geoecológicas dessa paisagem e a perda parcial da estruturação. As alterações perpassaram pela composição litológica, geomorfológica e pedológica, e da própria dinâmica fluviomarina correlacionada ao estuário do rio Sergipe. O elevado índice de ocupação sobreleva problemas ambientais, a exemplo dos alagamentos.

Soma-se a essa classificação a planície de maré colonizada por mangue no estuário do rio Sergipe. Após os constantes aterros para fins de urbanização da Atalaia, Coroa do Meio, 13 de julho e Jardins (iniciado no final da década de 1970) a área de manguezal sofreu impactos significativos, conforme descrito em Santos (2012). A paisagem costeira dos bairros onde predominava a presença dos manguezais, segundo a autora, perdeu cerca de 57% de área total, entre os anos de 1955 e 2008. As pressões antropogênicas restringiram a presença dessa unidade da paisagem às margens das desembocaduras associadas do rio Poxim e Sergipe.

A análise do estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju revela um diagnóstico preocupante no sentido da evolução dos sistemas ambientais. O aumento considerável das áreas ocupadas, além dos outros usos impostos a essa paisagem, não tem sido acompanhada de medidas que visem a garantia da sustentabilidade da paisagem. Premissas básicas do planejamento urbano-ambiental, no sentido de garantir um cenário de equilíbrio, têm sido sistematicamente ignoradas pelas esferas público e privada. O fato de a Zona Expansão, como dito anteriormente, deter grandes espaços vazios destinados à futura expansão, os quais se associam às belezas naturais presentes na área, tem sido a combinação nocente haja vista a forma como se tem conduzido a expansão urbana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A paisagem costeira distingue-se pela multiplicidade de suas formas, resultantes da interrelação entre fatores climáticos, geológico-geomorfológicos, pedológicos, bióticos e hidrodinâmicos, que caracterizam sua estrutura e seu funcionamento. É um sistema complexo, em que se sobrepõe dois componentes – naturais e antrópicos, com temporalidades, dinâmicas e processos distintos. Ante os atuais arranjos de apropriação do espaço costeiro, demarcados majoritariamente por intervenções que rompem com a estruturação natural e alteram substancialmente as unidades, cada vez mais destaca-se nessa paisagem situações que comprometem o seu funcionamento, levando a cenários de impactos ambientais nas mais diversas escalas.

A cidade de Aracaju não foge a esse contexto, uma vez que tem sofrido nas últimas décadas com intervenções constantes, que se distanciam das premissas básicas do planejamento ambiental, e são guiadas por um modelo de expansão urbano predatório, cuja principal característica está atrelada ao avanço da ocupação vinculada à supressão constante de diversas feições, a exemplo dos campos dunares e áreas de manguezal.

A análise desse cenário realizada no presente estudo revelou o estado ambiental da paisagem costeira de Aracaju, na qual é possível encontrar áreas atreladas ao estado crítico, instável, medianamente estável e estável. Associado ao grau de estabilidade tem-se a planície de maré associada à desembocadura do rio Vaza-Barris, assim classificada pelo alto nível de preservação das funções geoecológicas. O grau medianamente estável foi atribuído ao ambiente praiado associado à Zona de Expansão, uma vez que mesmo diante do aparato de bares, restaurantes e uso turístico, a dinâmica praiada não foram substancialmente alterada. Associado ao grau instável, encontra-se grande parte da área investigada, com ênfase para o terraço marinho, campos dunares e o ambiente praiado pertencente aos bairros Coroa do Meio e Atalaia. Em tais sistemas é possível visualizar intensas mudanças na estrutura superficial da paisagem, e nas funções desempenhadas, com ênfase para problemas ambientais a exemplo da poluição dos manguezais, intensificação de alagamentos e processos erosivos. Dentro do nível crítico encontra-se a unidade associada ao bairro Coroa do Meio e Atalaia, em razão da completa alteração da dinâmica natural deste sistema, fruto da modificação da estruturação superficial e subsuperficial advindos de constantes fases de aterro e alteração da dinâmica sedimentar.

É certo que mesmo diante do cenário de ocorrência de grandes mudanças e alterações ambientais, o fato de a paisagem costeira de Aracaju ainda resguardar grandes espaços vazios com unidades conservadas desperta para a possibilidade de se evitar os passos outrora utilizados no (não) planejamento da cidade, principalmente atualmente. O grande óbice é que a perspectiva de conservação e preservação, para manutenção de um estado de equilíbrio, em nada coincide com as demandas socioeconômicas conjecturadas para Aracaju hodiernamente.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.R.L. et al. Viabilidade econômica do projeto de urbanização da unidade de assentamento subnormal da Coroa do Meio. In: FALCÓN, L.; FRANÇA, V.L.A. (Org.). **Aracaju: 150 anos de vida urbana**. Aracaju/SE: Prefeitura Municipal, p. 139 – 145, 2005.
- ARACAJU (Município). **Lei nº 5373 de 2021**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/se/a/aracaju/lei-ordinaria/2021/538/5373/lei-ordinaria-n-5373-2021-delimita-e-cria-no-municipio-de-aracaju-os-bairros-robalo-sao-jose-dos-naufragos-areia-branca-cameleira-matapoa-e-mosqueiro-e-da-providencias-correlatas>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2024.
- BERTALANFY, L.V. **A Teoria Geral dos Sistemas**. 7ª Ed. Editora Vozes, Tradução de Francisco Guimarães (2013), 1968.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980.
- DINIZ, A. F. Aracaju e sua região. **Boletim geográfico FIBGE**, v. 30 nº 220. p. 3-131, 1971.
- DINIZ, M.T.M.; MEDEIROS, S.C.de; CUNHA, C.J.de. Sistemas Atmosféricos Atuantes e Diversidade Pluviométrica em Sergipe. **Bol. Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 34, n. 1, p. 17-34, 2014.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2009.
- FRANÇA, S.L.A.; REZENDE, V.F. A Zona de Expansão Urbana de Aracaju: Dispersão Urbana e Condomínios Fechados. In: Simpósio Nacional de Geografia Urbana. [**Anais...**] Belo Horizonte - MG, 2010.
- IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 mai. 2016.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2007.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.
- MOTA, L. S. O.; SOUZA; R. M. Análise evolutiva e caracterização dos depósitos tecnogênicos associados ao bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Curitiba, v.9 (2), p. 1-09, 2018.
- MOTA, L. S. O ; SOUZA; R. M. Avaliação dos riscos associados a alagamentos na planície costeira de Aracaju–SE, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia** (Universidade de São Paulo), São Paulo, v. 41, p. 1-17, 2021.
- MOTA, L. S. O. Dinâmica da ocupação da frente litorânea de Aracaju, Sergipe: fases e padrões de assentamento. **Élisée - Revista De Geografia Da UEG**, 12(01), 2023.
- NOGUEIRA, A. D. **Análise sintático-espacial das transformações urbanas de Aracaju (1855-2003)**. Salvador-BA:UFBA, 2006.
- RIBEIRO, N. M. G. Transformações recentes do espaço urbano de Aracaju. **Revista Geonordeste**, ano 2, nº 1. p. 20-31, 1985.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA. E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2017.
- SANTOS, G. C. **Dinâmica da paisagem costeira da Coroa do Meio e Atalaia** – Aracaju/SE. 2012. 152f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2012.
- SANTOS, G. C. Derivações antropogênicas e Evolução do manguezal nos bairros 13 de julho e Jardins em Aracaju-SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 7, n.02. p. 278-290, 2014.
- SANTOS, S. C. **Análise da transformação do bairro Coroa do meio mediante teoria da sintaxe espacial** - Aracaju/SE. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF, 2009.

O PAPEL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA CONCRETIZAÇÃO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS NO ESTADO DO CEARÁ

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL LICENSING IN THE ACHIEVEMENT
OF ENVIRONMENTAL POLICIES IN THE STATE OF CEARÁ

EL PAPEL DE LA LICENCIA AMBIENTAL EN LA IMPLEMENTACIÓN
DE POLÍTICAS AMBIENTALES EN EL ESTADO DE CEARÁ

Antônia Conceição Cavalcante Oliveira¹

 0009-0001-2930-7423
c.cavalcante321@gmail.com

Beatriz Carvalho Lima Silva²

 0009-0007-7672-2164
oakbeatriz@gmail.com

Josafá Melo Nogueira³

 0009-0007-9981-7406
josafamelo.jm@gmail.com

Victor Barreto Cavalcante⁴

 0000-0001-5437-7303
victorbcaavalcante2@gmail.com

1 Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2930-7423>. E-mail: c.cavalcante321@gmail.com.

2 Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7672-2164>. E-mail: oakbeatriz@gmail.com.

3 Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9981-7406>. E-mail: josafamelo.jm@gmail.com.

4 Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5437-7303>. E-mail: victorbcaavalcante2@gmail.com.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos imensamente a orientação e apoio de nossa professora Dr. Helena Stela Sampaio, tanto na realização deste trabalho quanto no vasto conhecimento sobre Licenciamento Ambiental repassado durante a disciplina de Tópicos Especiais II - Licenciamento Ambiental, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará. Além disso, agradecemos a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado à parte dos autores.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: A relação entre os seres humanos e a natureza ao longo da história tem sido frequentemente caracterizada por uma lógica desarmoniosa, marcada por uma intensificação significativa, refletida na rápida exploração, transformação e, em alguns casos, o esgotamento dos recursos naturais. Como importante instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, o licenciamento ambiental desempenha um papel fundamental na gestão e no controle das atividades humanas que têm potencial para impactar o meio ambiente. Este ensaio tem como objetivo analisar as principais implicações do licenciamento ambiental nas políticas ambientais do Estado do Ceará. Utilizou-se como metodologia a revisão bibliográfica, a consulta de dados e documentos e sua posterior análise qualitativa. Considera-se que o licenciamento ambiental eficaz vai além da conformidade legal; ele engloba o envolvimento do público, a transparência e uma rica avaliação dos impactos ambientais e sociais. Apesar de ser uma ferramenta técnica muito utilizada, ainda precisa ser mais estudada e aperfeiçoada para uma efetiva contribuição às políticas públicas ambientais no Estado do Ceará.

Palavras-chave: Sociedade. Natureza. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT: The relationship between human beings and nature throughout history has often been characterized by a disharmonious logic, marked by significant intensification, reflected in the rapid exploitation, transformation and, in some cases, the depletion of natural resources. As an important instrument of the National Environmental Policy, environmental licensing plays a fundamental role in the management and control of human activities that have the potential to impact the environment. This essay aims to analyze the main implications of environmental licensing in the environmental policies of the State of Ceará. The methodology used was bibliographical review, consultation of data and documents and their subsequent qualitative analysis. Effective environmental licensing is considered to go beyond legal compliance; it encompasses public engagement, transparency and a rich assessment of environmental and social impacts. Despite being a widely used technical tool, it still needs to be further studied and improved for an effective contribution to environmental public policies in the State of Ceará.

Keywords: Society. Nature. Sustainable development.

RESUMEN: La relación entre los seres humanos y la naturaleza a lo largo de la historia se ha caracterizado a menudo por una lógica inarmónica, marcada por una intensificación significativa, que se refleja en la rápida explotación, transformación y, en algunos casos, agotamiento de los recursos naturales. Como instrumento importante de la Política Ambiental Nacional, el licenciamiento ambiental juega un papel fundamental en la gestión y control de las actividades humanas que tienen el potencial de impactar el medio ambiente. Este ensayo tiene como objetivo analizar las principales implicaciones del licenciamiento ambiental en las políticas ambientales del Estado de Ceará. La metodología utilizada fue la revisión bibliográfica, la consulta de datos y documentos y su posterior análisis cualitativo. Se considera que la concesión efectiva de licencias ambientales va más allá del cumplimiento legal; Abarca la participación pública, la transparencia y una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales y sociales. A pesar de ser una herramienta técnica ampliamente utilizada, aún necesita ser estudiada y mejorada para una contribución efectiva a las políticas públicas ambientales en el Estado de Ceará.

Palabras clave: Sociedad. Naturaleza. Desarrollo sostenible.

INTRODUÇÃO

A relação entre o homem e a natureza, historicamente, tem sido frequentemente caracterizada por um pensamento de utilização dos recursos naturais para a sobrevivência e desenvolvimento de sua espécie. Desde o início, os seres humanos têm dependido dos recursos naturais para sua alimentação, abrigo e afins. Entretanto, com o avanço da tecnologia e o surgimento da civilização, tal vínculo tornou-se mais complexo, visto que a exploração intensiva e insustentável dos recursos naturais, impulsionada pelo modelo de produção capitalista, é uma questão fundamental que contribuiu significativamente para diversos impasses, inclusive a crise socioambiental contemporânea. Essa exploração desenfreada dos recursos naturais e, muitas vezes predatória, vem resultando em uma série de consequências negativas ao meio ambiente. Destaca-se, por exemplo, a degradação de diversos ecossistemas naturais, resultando na perda de biodiversidade, a erosão do solo, o desmatamento, a poluição da água e do ar, entre outros.

No Brasil, desde o final do século XX, a ação humana sobre o meio ambiente tem sido marcada por uma intensificação significativa, refletida na rápida exploração, transformação e, em alguns casos, esgotamento dos recursos naturais. Isso ocorre devido à fissuração por um modelo de desenvolvimento econômico caracterizado pelo crescimento a curto prazo em detrimento à sustentabilidade a longo prazo. O país é mundialmente conhecido por sua abundância de

recursos naturais, incluindo uma vasta extensão territorial, porém, essa riqueza natural tem sido alvo de exploração intensiva para atender às demandas de uma economia em crescimento.

Dessa forma, essa realidade gera externalidades negativas diretas na qualidade de vida das pessoas, especialmente das comunidades mais vulneráveis que são dependentes diretamente dos recursos naturais para sua subsistência. Assim sendo, toda essa exploração descontrolada frequentemente resulta em conflitos em seus diversos tipos e até políticos, uma vez que os atores envolvidos, principalmente as comunidades locais, em muitos casos, enfrentam a perda de seus meios de vida tradicionais, enquanto empresas e governos disputam o acesso e controle desses recursos.

Dando destaque para o contexto regional do país, o caso do Ceará, estado bem-aventurado por um litoral com paisagens ricas em biodiversidade e exuberância, adentrou-se, nas últimas décadas, numa realidade de complexidades e desafios enfrentados por regiões que buscam se inserir na conjuntura dos meios de produção capitalista globais, priorizando o desenvolvimento industrial e tecnológico. A instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), a expansão da produção de energia eólica e fotovoltaica, os projetos relacionados ao hidrogênio verde, debates sobre mineração de urânio fosfatado e o incentivo à instalação de agroindústrias, são todas iniciativas que refletem essa tentativa de inserção e desenvolvimento.

Por uma perspectiva, essas iniciativas trazem benefícios econômicos consideráveis, como a geração de empregos, o aumento das exportações, a melhoria da infraestrutura e o avanço tecnológico, além de contribuir para a diversificação da matriz energética do estado e do país, promovendo fontes de energia mais limpas e sustentáveis, como é o caso das energias eólica e solar. Entretanto, por outro lado, esses desenvolvimentos - muitas vezes - vêm acompanhados de significativos conflitos sociais, ambientais, políticos e econômicos.

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém, por exemplo, desde a sua implantação, tem causado muitos problemas e conflitos no território onde está instalado, dentre esses a expropriação de comunidades, alterando profundamente o modo de vida e a subsistência das pessoas que viviam nas áreas afetadas. Ademais, a qualidade de vida nas redondezas do complexo tem sido comprometida por diversos fatores, incluindo a alteração de sua paisagem, a poluição do ar e da água e o impacto sobre seus ecossistemas. Sua realidade, marcada por constantes conflitos, destaca a necessidade de abordagens de desenvolvimento que sejam verdadeiramente sustentáveis, ou seja, que não apenas busquem o crescimento econômico, mas que também levem em consideração o desenvolvimento social e a proteção ambiental.

Nesse contexto, como objeto de estudo deste trabalho e um importante instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, o licenciamento ambiental (LA) desempenha um papel fundamental na gestão e no controle das atividades humanas que têm potencial para impactar o meio ambiente. É uma ferramenta essencial para garantir que o desenvolvimento econômico ocorra de forma sustentável, minimizando ou mitigando os impactos negativos sobre os ecossistemas naturais e a qualidade de vida das populações locais. Desse modo, configura uma ferramenta essencial na concretização das políticas públicas ambientais.

À vista disto, este trabalho tem como principal objetivo analisar as principais implicações do licenciamento ambiental nas políticas ambientais do Ceará. Com isso, busca-se compreender os múltiplos desdobramentos da aplicação deste instrumento nas Unidades de Conservação, na gestão de conflitos socioambientais e econômicos e sua possível proximidade com a Educação Ambiental. Para isso, adotou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental e a busca de dados nos bancos de dados da Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará - SEMA, para sua posterior análise qualitativa. Este ensaio foi um requisito para conclusão da disciplina de Tópicos Especiais II - Licenciamento Ambiental, ministrada pela professora Dr. Helena Stela Sampaio, do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará. Por fim, entende-se que o licenciamento ambiental, apesar de ser um processo administrativo técnico muito utilizado, ainda precisa ser mais compreendido e aprofundado enquanto a sua atuação nas políticas públicas ambientais para uma efetiva contribuição no Estado do Ceará.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ

As Unidades de Conservação no Ceará

Em seu Artigo 225, Parágrafo 1º, Inciso III, a Constituição Federal de 1988 incumbe ao Poder Público definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, com o intuito de garantir a efetividade do direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

Em consonância, a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, Lei nº 6.938/1981, incorpora como objetivo a definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios (BRASIL, 1981). Outrossim, a referida lei estabelece como um de seus instrumentos a criação de espaços territoriais especialmente protegidos –

ETEPs pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas (BRASIL, 1981).

Buscando fortalecer a atuação das Unidades de Conservação – UCs no país, em 18 de julho de 2000 foi promulgada a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, abrangendo todas as UCs pertencentes aos entes federados (BRASIL, 2002). As Unidades de Conservação são definidas legalmente como espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, detentores de características naturais relevantes, e instituídos pelo Poder Público objetivando a conservação e limites definidos, sob regimes especiais de administração, nos quais são empregados garantias de proteção (BRASIL, 2000).

Em suma, estas unidades estão divididas em dois grupos: as de proteção integral, que visam preservar o ambiente natural sem o uso direto dos seus recursos, e as de uso sustentável, onde o desenvolvimento sustentável do local ocorre alinhado à conservação da natureza (BRASIL, 2000).

A título de exemplo, destaca-se entre as UCs de uso integral a Estação Ecológica, que tem como principais objetivos “(...) a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.” (BRASIL, 2000). Esta categoria é, por diversas vezes, criada por meio de compensação ambiental dos grandes projetos que geram impactos iminentes ao ambiente. Tal fato ocorreu no estado do Ceará com a construção do Complexo Industrial e Portuário do Pecém - CIPP e com a construção do Açude Castanhão que resultaram na criação da Estação Ecológica do Pecém, localizado na região metropolitana de Fortaleza, e da Estação Ecológica do Castanhão, localizada nos municípios de Jaguaribara, Iracema e Alto Santo.

Já as unidades de conservação de uso sustentável são normalmente estabelecidas em locais com um nível considerável de ocupação humana e que possuem uma relevância ambiental, e em alguns casos social também, como o que se sucede nas Reservas Extrativistas (RESEX) que possuem como objetivos “(...) proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.” (BRASIL, 2000). Um dos exemplos dessa categoria presente no estado é a RESEX da Prainha do Canto Verde, situada no município de Beberibe, sendo resultado da luta e persistência da comunidade de pescadores ali residentes para preservação de seu modo de vida e do ambiente natural riquíssimo presente nessa localidade, como exposto por Galdino (2012).

Todas as unidades de conservação devem possuir um plano de manejo que considere não apenas a área instituída como unidade de conservação, mas também sua zona de amortecimento e corredores ecológicos. O plano de manejo configura uma das ferramentas de efetividade das unidades de conservação, sendo um documento técnico no qual é definido o zoneamento e normas do uso e ocupação do solo e da utilização dos recursos naturais. Por meio desse plano, são definidas as zonas de amortecimento – ZAs, áreas localizadas no entorno das unidades de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com a finalidade de minimizar os impactos negativos sobre as unidades. Destaca-se que, independente do uso integral ou sustentável da UC, essas zonas podem ser utilizadas, porém em consonância com a natureza (BRASIL, 2000).

Ressalta-se a importância das unidades de conservação para o desenvolvimento de uma relação sustentável entre sociedade, natureza e economia. Entretanto, como exposto por Diegues (2008), na criação do SNUC as unidades de conservação eram vistas como um sistema fechado, alheio à realidade nacional e possuíam como problemática a não compatibilização das populações tradicionais com a conservação ambiental. Ratificando seu pensamento, o autor nomeia os movimentos ambientalistas que ocupavam as instituições públicas como “preservacionismo puro”, possuindo uma ideologia onde a natureza é intocada e intocável, sendo assim impossível uma relação não predatória do homem com a natureza.

Essa indagação feita por Diegues deu-se antes da finalização da criação do SNUC, onde pode ser observado que foram incluídas diversas UCs de uso sustentável no sistema. Entretanto, como ressaltado por Godoy e Leuzinger (2015), há a priorização orçamentária das unidades de proteção integral em detrimento das de uso sustentável.

Ademais, a carência de recursos vem acarretando os chamados “Parques de Papel”, visto que é necessário recurso humano e material para a efetivação das UCs, como destacado por Godoy e Leuzinger (2015), onde os custos gerados pela sua criação são menores quando comparados com a sua gestão. Essa indisponibilidade de recursos junto à priorização orçamentária das unidades de conservação de proteção integral tem impactado diretamente as UCs de uso sustentável, pois são espaços que necessitam de uma gestão efetiva devido à complexidade das relações inseridas dentro delas, como atividades econômicas, de subsistências e sociais. Isso faz com que seja essencial que essas unidades de conservação tenham um conselho gestor nomeado que dialogue com a comunidade inserida na UC e um plano de manejo construído de forma participativa junto a uma equipe técnica multidisciplinar para pensar no planejamento das áreas em questão.

O plano de manejo da unidade de conservação enquadra-se como um planejamento ambiental, e como tal é necessário ter como centralidade a natureza, porém sem esquecer da sociedade e economia, visto que todos fazem parte do mesmo ambiente e estão intimamente ligadas em um sistema (Santos, 2004). Com isso, este documento é uma ferramenta essencial para a gestão efetiva das UCs, principalmente para as de uso sustentável que compatibilizam a conservação com o desenvolvimento sustentável.

Vale ressaltar, que o conselho gestor possui como objetivo possibilitar a participação social na gestão e planejamento das unidades de conservação (Andrade; Lima, 2016), tendo como uma das competências a criação, implantação e revisão do plano de manejo, além do regimento interno, plano de ação, entre outras responsabilidades (BRASIL, 2002). Os conselhos gestores podem ser de dois tipos, consultivo, onde são discutidos os assuntos a serem resolvidos pelo órgão administrativo da UC, ou deliberativo, no qual são debatidos os assuntos e decidido a solução no próprio conselho de forma coletiva (ICMBio, 2014).

No estado do Ceará, foi criado em 2011, em consonância com o SNUC, o Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC abrangendo as UCs federais, estaduais e municipais presentes no estado, propondo melhorar a gestão e manutenção das unidades de conservação encontradas no território cearense.

Em consulta aos dados disponibilizados pelo Cadastro Estadual de Unidades de Conservação do Ceará, identificou-se que o estado possui, atualmente, 118 UCs, das quais 51 são federais, 47 são estaduais e 20 são municipais, abrangendo uma área total protegida de 1.292.387,51 hectares. Dentre as unidades de conservação estaduais, 39 são gerenciadas pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do estado do Ceará - SEMA, e 25 possuem plano de manejo.

Martins *et al.* (2022) destaca que grande parte dos espaços ambientalmente protegidos presentes no estado configuram unidades de conservação menos restritivas, objetivando conciliar o uso dos recursos ambientais com a conservação do meio ambiente. Segundo o supracitado autor, para o grupo das UCs de Uso Sustentável faz-se ainda mais necessário a existência de uma gestão que vise garantir a sustentabilidade dessas áreas e a prestação de serviços ambientais para a população.

Contribuições do Licenciamento Ambiental nas Unidades de Conservação do Ceará

Descrito como “procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental” (BRASIL, 2011), o licenciamento ambiental de atividades e/ou empreendimentos inseridos em unidades de conservação e/ou em suas respectivas zonas de amortecimento ocorre mediante autorização do órgão gestor da UC que será impactada.

Dados disponibilizados em 2022 pela SEMA exibem um aumento significativo na quantidade de emissões de Autorizações Ambientais para fins de licenciamento ambiental de empreendimentos que afetem as Unidades de Conservação Estaduais e suas respectivas Zonas de Amortecimento (ZA) e Zonas de Entorno (ZE), no caso de Áreas de Proteção Ambiental (APA's) e Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN's), nos últimos anos, conforme apresentado na Tabela 1 (CEARÁ, 2022).

Tabela 1. Quantidade de Autorizações Ambientais emitidas para fins de licenciamento ambiental em UCs estaduais.

Ano	Quantidade
2015	15
2016	49
2017	79
2018	119
2019	76
2020	198
2021	489

Fonte: SEMA (2022).

À época, o então Secretário do Meio Ambiente, Sr. Artur Bruno, destacou que a representatividade do número de autorizações emitidas demonstra um avanço das políticas públicas de conservação da biodiversidade no estado (CEARÁ, 2022). A partir da fala do ex-secretário, podem ser feitas associações que esclareçam a importância do acontecimento descrito.

A primeira é a de que o aumento nesse número ilustra um maior conhecimento e valorização desses espaços pela sociedade cearense, e conseqüentemente reflete no desenvolvimento de uma consciência ambiental voltada para a conservação das áreas de proteção do estado. Percebe-se que o Poder Público também tem investido em ações que incentivam a aproximação entre a população e as UCs, tendo como exemplo a campanha “Um Dia no Parque”, que

motiva a visitação às unidades, e na disponibilização de informações organizadas e atualizadas sobre as mesmas ao público em geral.

Em sua pesquisa, Martins *et al.* (2022) verificou o acréscimo de autorizações emitidas pelo estado, com 74% destas concentradas entre os anos 2019 e 2021, atribuindo ao fato de que isso ocorreu em um período de fortalecimento das políticas públicas e ambientais promovidas pela gestão pública, através das publicações e execuções de instrumentos de gestão, tais como conselho gestor, planos de manejo e instruções normativas.

No contexto do licenciamento ambiental, o mesmo emerge como uma importante ferramenta para proteção das UCs através da compensação ambiental e do controle das atividades inseridas e que virão a ser desenvolvidas dentro destas unidades, em especial as de uso sustentável.

Conforme previsto pela Lei nº 9.985/2000, durante o licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental será exigido ao empreendedor apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do grupo de proteção integral (BRASIL, 2000) e de unidades de conservação de posse e domínio públicos do grupo de uso sustentável (BRASIL, 2018). Com isso, compensação ambiental advinda do processo de licenciamento configura uma importante ferramenta de conservação, visto que ela se propõe a gerar o fortalecimento da gestão das UCs, como o custeamento da elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo, mesmo que a atividade possivelmente degradadora não esteja inserida na área protegida, como também a criação de novas unidades de conservação (BRASIL, 2002).

No Ceará, essa situação pode ser exemplificada com a criação da Estação Ecológica – ESEC do Pecém em 2012, devido “(...) a necessidade de adoção de medidas compensatórias e mitigadoras do impacto ambiental gerado pela construção do mencionado Complexo [o complexo em questão é o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP)], impostas pelas licenças de instalação da obra respectiva (...)” (CEARÁ, 2012, p. 6).

Apesar disso, é válido ressaltar que a ESEC vem passando por pressões em seu ecossistema, até mesmo vindo do complexo que a criou, sendo agravado por fatores sociais, como a ocupação da UC e a falta de profissionais tanto para fiscalização como para sua gestão (Lopez; Cruz, 2023). Demonstrando assim, que o investimento inicial na criação da UC não permaneceu através da sua gestão, provocando conflitos dentro e próximos à unidade.

Outro modo de atuação do licenciamento ambiental como ferramenta de conservação das unidades de proteção é por meio do controle e reprovação de atividades inseridas dentro das UCs, principalmente as de uso sustentável, como as Áreas de Proteção Ambiental, onde pode haver a ocupação humana, sendo necessário o licenciamento das atividades inseridas nela, como destacado na Lei Complementar nº 140/2011 (BRASIL, 2011).

Isto pode ser observado em alguns contextos como o que se iniciou na cidade de Fortaleza em 2020 e vem perdurando até o presente momento, com a solicitação de licenciamento para a construção de um loteamento na APA da Sabiaguaba, local detentor de uma diversidade de ecossistemas, entre dunas e mangue. O projeto do loteamento foi aprovado pelo conselho gestor da UC, como destacado na matéria do Jornal O POVO (2020).

Apesar disso, o Ministério Público do Ceará identificou irregularidades no pedido de licenciamento para a construção e teve o processo suspenso. Entretanto, a empresa ainda persiste em conseguir a licença (O POVO, 2022). Por meio disso, é visto como o licenciamento conseguiu preservar os ecossistemas encontrados na região da Sabiaguaba, um importante local para biodiversidade da cidade de Fortaleza, a partir da análise do pedido de licenciamento ambiental, que gerou a sua suspensão.

Diante disso, pode-se observar o quão complexo é a criação e a gestão de unidades de conservação, visto os baixos orçamentos que os órgãos responsáveis possuem para manter as atividades de proteção da natureza, principalmente na gestão e efetividade das UCs. Apesar disso, o licenciamento pode ser considerado como mais uma ferramenta para auxiliar na conservação da natureza, tanto por meio da compensação ambiental quanto do controle das atividades que causam impactos ambientais. Todavia, ainda há a necessidade do fortalecimento da gestão das unidades de conservação federais, estaduais e municipais.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

No âmbito do licenciamento ambiental, é indispensável levar em consideração os aspectos transdisciplinares para entender a complexidade envolvida nas relações socioambientais, incluindo os impactos ecológicos, sociais, econômicos e culturais. A perspectiva transdisciplinar permite tratar essas complexidades de maneira mais assertiva, sempre considerando a interseção desses fatores.

É sabido que a relação entre o homem e a natureza oscila de acordo com o período histórico e a sociedade em questão. Essa, por sua vez, propõe a todo instante novos padrões de interação com os recursos naturais disponíveis. Da agricultura de subsistência do homem paleolítico às complexas engrenagens de um robô automatizado das indústrias automotivas, é possível observar uma notável mudança internacional entre o ser humano e a natureza. Essa notável mudança acentuou drasticamente os danos aos ecossistemas, colocando em risco a própria subsistência humana.

Antes da necessidade de se equalizar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental emergem diversas estratégias, o licenciamento ambiental é uma delas. Um importante elemento a ser desenvolvido em projetos de LA são as ações em Educação Ambiental. A Educação está envolvida de alguma forma nos conflitos decorrentes das ações antrópicas no meio ambiente e representa, na maioria das vezes, um eixo de atuação extremamente eficiente para sua sucessiva atenuação/resolução.

A Educação denominada “Ambiental” emerge desse contexto conflitivo Homem X Natureza como elemento que se propõe a compatibilizar uma interação menos desarmônica. Diversos conceitos foram cunhados no intuito de popularizar o tema e sistematizar ideias com potencial de atenuar ações ambientalmente insustentáveis.

Bernal (2015) esclarece que o termo Educação Ambiental (EA) teve sua origem em 1965 durante uma conferência educacional na Universidade de Keele, em Londres. Na ocasião, as palavras "Environmental Education" foram oficialmente utilizadas, inicialmente definindo a EA como um componente do conhecimento e estudo da Ecologia. No entanto, foi na conferência de Tbilisi que foram delineadas as características, princípios e objetivos que, desde então, passaram a compor o conceito consagrado de Educação Ambiental. Esse marco conferiu à EA uma perspectiva multifatorial, destacando-se a ênfase na dimensão educacional, simbolizando a premissa fundamental de que a abordagem educacional é um elemento fundamental para provocar uma mudança paradigmática.

A interconexão entre Educação Ambiental (EA) e o fortalecimento do Licenciamento Ambiental é destacada na importância para os estudos como desenvolvimento sustentável, representando uma abordagem holística na gestão dos recursos naturais e possibilitando desenvolvimento econômico com o mínimo dano possível ao meio ambiente. Quando inserida como estratégia de licenciamento ambiental, permite mitigar os conflitos entre os atores envolvidos, ao possibilitar um engajamento entre a comunidade possivelmente afetada, o governo e a empresa, além do estímulo a um pensamento crítico e respeito sobre a dinâmica socioambiental. Ainda que estrategicamente dotar a população de mecanismos de criticidade acadêmica possa fustigar movimentos contrários às ações de megaprojetos, é oportuno destacar que quando desenvolvido de maneira participativa, as ações de LA que desenvolvam estratégias em EA conferem legitimidade às ações previstas.

A Educação Ambiental integra-se ao licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades poluidoras, como parques eólicos, através do Programa de Educação Ambiental - PEA (Castro, 2019). No âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, órgão licenciador do estado do Ceará, os empreendimentos ou atividades sujeitas à apresentação de Estudo de Impacto Ambiental - EIA, e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, devem contemplar em seus Projetos Básicos Ambientais - PBA um Plano de Educação Ambiental, a ser devidamente implantado como complementação às medidas mitigadoras e compensatórias aos impactos ambientais negativos causados.

Contudo, Castro (2019), em sua pesquisa elaborada a partir de investigações aos conteúdos dos Planos de Educação Ambiental de um RIMA e um RAS de dois empreendimentos de energia eólica desenvolvidos no litoral cearense, conclui que as informações presentes nestes planos são defasadas e superficiais, sem propiciar o desempenho de uma educação ambiental participativa e efetiva, além de reproduzir conteúdos já apresentados em documentos anteriores.

Outro aspecto a ser salientado consiste na EA como estímulo à inovação tecnológica e a busca por alternativas sustentáveis. Empresas que tenham uma preocupação com aspectos da EA estão mais propensas a investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas, reduzindo assim a necessidade de licenciamento para atividades prejudiciais ao meio ambiente. Isso, por sua vez, simplifica o processo de licenciamento para projetos mais alinhados com práticas sustentáveis. Destaca-se ainda que em Estações Ecológicas a EA figura como principal instrumento de promoção de ações de conscientização ambiental.

O LICENCIAMENTO AMBIENTAL NA DESCENTRALIZAÇÃO DA GESTÃO DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

A apropriação de territórios e a degradação ambiental funcionam como elementos estruturantes do sistema capitalista. Em nome do crescimento, a busca incessante por recursos naturais e a expansão econômica muitas vezes resultam na exploração desenfreada dos ecossistemas e na remoção de comunidades locais de suas terras. Com isso, os impactos ambientais são, muitas vezes, destinados às populações mais vulneráveis que, além de já serem marginalizadas, sofrem desproporcionalmente os efeitos negativos da exploração de recursos, enquanto os benefícios podem ser direcionados a grupos mais poderosos (Braz de Lima *et al.*, 2017). Essa visão tecnicista da natureza, voltada exclusivamente para alcançar objetivos econômicos, pode levar a problemas e conflitos socioambientais significativos, que envolvem uma ampla gama de sujeitos, desde os que se beneficiam economicamente e os que são afetados social e ambientalmente.

Essa divergência entre as avaliações econômicas e sociais, conforme destacado por Gomes e Silva (2017), demonstra a complexidade desses conflitos. Enquanto os empreendedores podem priorizar ganhos econômicos, as comunidades afetadas e os ambientalistas, muitas vezes, enfatizam os impactos sociais e ambientais a longo prazo.

Os conflitos ambientais surgem, em concordância com Zhouri e Laschefski (2010), das distintas práticas de apropriação técnica, social e cultural do mundo material e que a base cognitiva para os discursos e as ações dos sujeitos neles envolvidos configura-se de acordo com suas visões sobre a utilização do espaço. São conflitos desencadeados pela denúncia da ocorrência de efeitos cruzados entre distintas práticas sociais especializadas tidas como responsáveis pelo comprometimento da sua reprodutibilidade no tempo. Trata-se, então, de distintos tipos de conflitos que tiveram vigência individualizada ao longo da história da apropriação social do espaço, mas que tendem a ser unificados sob um mesmo universo semântico a partir da configuração da problemática ambiental, como pertinentes aos modos de articulação espaço-temporal das práticas sociais. O conflito ambiental torna-se, então, o campo de batalha para o qual vem se deslocando a luta relativa à ocupação e uso do solo. Dessa forma, isso desempenha um papel fundamental na caracterização “local” do meio ambiente como problema social, que assume a forma de redefinição de outros conflitos e problemas urbanos (Fuks, 2001). Nesse contexto, Zhouri e Laschefski (2010) propõem a identificação de três tipos de conflitos ambientais: os distributivos, derivados das desigualdades sociais no acesso e na utilização dos recursos naturais; os espaciais, engendrados pelos efeitos ou impactos ambientais que ultrapassam os limites entre os territórios de diversos agentes ou grupos sociais; e os territoriais, relacionados à apropriação capitalista da base territorial de grupos sociais.

Como destacado anteriormente neste trabalho, o licenciamento ambiental é um processo pelo qual órgãos ambientais autorizam a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos naturais ou que possam causar algum tipo de degradação ao meio ambiente. É interessante observar que esse instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, muitas vezes, é palco de conflitos entre diferentes partes interessadas. De um lado, temos os proponentes do empreendimento, que buscam a autorização para suas atividades que, na maioria das vezes, visam somente o desenvolvimento econômico. Do outro lado, existem grupos e indivíduos que lutam pela proteção do meio ambiente, prevenção de riscos socioambientais futuros e garantia da qualidade de vida e dignidade das populações locais. Esses conflitos, na maioria dos casos, têm suas raízes nas questões territorial ou espacial, os quais diferentes interesses colidem. Assim, os conflitos que envolvem o licenciamento ambiental, criam raízes já na fase inicial, especialmente no que diz respeito à fase do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

A predominância de profissionais das áreas das ciências da natureza e exatas na composição das equipes de estudo e na elaboração do EIA/RIMA é uma preocupação válida, uma vez que pode levar a uma abordagem unilateral dos impactos ambientais, negligenciando aspectos sociais, históricos e culturais. Logo, a interdisciplinaridade é fundamental para uma avaliação abrangente, considerando não apenas os aspectos biológicos, mas também os impactos sobre as comunidades locais, no entanto, nem sempre dá-se a real importância para cumprimento desse quesito. Assim, mencionamos, por exemplo, a ausência de profissionais de áreas como antropologia na composição das equipes, desfalque que pode resultar na sub-representação dos interesses das populações humanas locais, salientando a inclusão de perspectivas sociais, históricas e econômicas para compreender o contexto completo e tomar decisões mais informadas.

Ademais, as falhas nas audiências públicas são outra questão séria. Um exemplo disso é a falta de participação da sociedade civil como garantia de que todas as perspectivas sejam consideradas, visto que as deficiências nos processos de comunicação podem excluir partes interessadas importantes e resultar em uma falta de compreensão geral dos impactos do empreendimento proposto. Por fim, a transparência, a inclusão de diversas disciplinas na avaliação de impacto e a melhoria na condução das audiências públicas são ferramentas essenciais que precisam ser endereçadas para garantir um processo de licenciamento ambiental mais justo e equitativo. Esforços para promover uma abordagem mais holística e inclusiva podem contribuir para a resolução de conflitos e para a busca por soluções mais sustentáveis.

Salientamos, também, que o relacionamento transparente e contínuo com as comunidades afetadas é crucial. Isso envolve não apenas informar as comunidades sobre o projeto, mas também ouvir suas preocupações, considerar seus interesses e buscar soluções que minimizem os impactos negativos, uma vez que a comunicação social desempenha um papel fundamental no processo. Considera-se também que as informações sobre o projeto, seus impactos e as medidas mitigadoras devem ser comunicadas de forma clara e acessível, permitindo que as comunidades compreendam plenamente as implicações do empreendimento. Além de tudo, a realização de um diagnóstico ambiental abrangente, considerando o meio físico, biótico e socioeconômico, é de extrema importância para entender totalmente os impactos potenciais do projeto, essa análise deve ser baseada em dados científicos e incluir a contribuição de especialistas em diversas áreas.

Complexo Industrial e Portuário do Pecém e suas complexidades

No Ceará, os conflitos socioambientais gerados por grandes projetos vêm se tornando cada vez mais comuns devido à inserção predatória do capital internacional no Estado. Exemplifica-se, portanto, o Complexo Industrial e

Portuário do Pecém, responsável por uma expropriação contemporânea, chamada assim por Santana (2022), onde povos e comunidades tradicionais foram retirados completamente de seus territórios ou tiveram parte deles (alguns com importância histórica) tomados pelo Capital e nomeados como CIPP. Além desse impacto direto de desterritorialização dessas comunidades, o complexo vem afetando diretamente a saúde dos moradores que ficam em seu entorno (Santana, 2022) e impactando a Área de Proteção Ambiental do Lagamar do Cauípe que faz fronteira com o CIPP e possui em seu território a presença dos Povos Indígenas Anacé.

A luta dos Povos Indígenas Anacé pela proteção de sua terra e acesso à água é um exemplo claro das complexidades envolvidas na relação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, bem como dos desafios enfrentados pelas comunidades tradicionais diante da intensificação da ação antrópica sobre o meio ambiente. Logo, a construção e operação de grandes empreendimentos, como o complexo industrial envolvido, frequentemente geram impactos ambientais significativos sobre os recursos hídricos locais, incluindo a redução da disponibilidade de água, a poluição dos corpos d'água e o desvio de cursos naturais, afetando não apenas as comunidades indígenas, mas também outras comunidades locais e o meio ambiente em geral, uma vez que o complexo possui um enorme consumo hídrico, afetando profundamente a identidade dessa comunidade com as demais que vivem essa realidade (Silva, 2023).

Além disso, outra problemática é o fato do Complexo Industrial e Portuário do Pecém não possuir licenças ambientais para o seu funcionamento, como pode ser observado em consulta aos dados disponibilizados pelo IBAMA, os quais demonstram que sua solicitação iniciou em 2009 e teve seu último parecer técnico em 2016, estabelecendo 48 solicitações que devem ser atendidas. Portanto, nota-se a proporção do caso, a desatualização dos documentos submetidos, que não incluem as obras licenciadas individualmente (COPAH/IBAMA, 2016). Logo, percebe-se que a ausência do Licenciamento Ambiental torna-se um fator agravante nesse conflito socioambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para lidar com a crise socioambiental, é crucial buscar alternativas ao modelo de produção e consumo baseado no crescimento econômico ilimitado e na exploração insustentável dos recursos naturais. Isso envolve a prática de um desenvolvimento sustentável, a implementação de políticas de conservação ambiental, o fortalecimento dos direitos das comunidades locais e povos indígenas sobre seus territórios, e uma mudança fundamental na maneira como nos relacionamos com a natureza, reconhecendo nossa interdependência e responsabilidade em proteger e preservar o meio ambiente para as gerações futuras.

Diante do estudo, observa-se a necessidade da ação do poder público por meio de suas políticas públicas, intervindo direta ou indiretamente no uso dos recursos naturais, sendo um dos principais deles o licenciamento ambiental. Pode-se observar a importância desse instrumento da PNMA, e como ele afeta diretamente outras políticas públicas, em especial o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC e a Educação Ambiental, além de possuir um papel importante na resolução de conflitos socioambientais.

Verifica-se com esta pesquisa o relevante e potencial papel do LA na criação, efetividade e gestão de unidades de conservação, principalmente por meio das compensações ambientais realizadas por grandes projetos. Além disso, o licenciamento nessas áreas protegidas, especialmente nas de uso sustentável, são extremamente importantes para o controle de possíveis impactos ambientais gerados pelas atividades econômicas ali inseridas e podendo diminuir também os conflitos socioambientais acarretados pela instalação de grandes empreendimentos dentro e fora das UCs. Essa possível resolução de conflitos acontece pois o processo de licenciamento leva em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também as preocupações sociais e ambientais, promovendo um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. O diálogo entre as partes interessadas e a busca por soluções sustentáveis são fundamentais para lidar com esses desafios. Logo, destaca-se aspectos essenciais relacionados ao licenciamento ambiental como instrumento de mediação de conflitos, sublinhando a importância da participação integrada de várias partes interessadas.

O desafio para o Ceará e para outras regiões em situações similares é encontrar um equilíbrio entre o crescimento econômico e a proteção do meio ambiente e dos direitos das comunidades locais, caminhando para um modelo de desenvolvimento que seja verdadeiramente sustentável. Logo, o licenciamento ambiental eficaz vai além da conformidade legal; ele engloba o envolvimento do público, a transparência e uma rica avaliação dos impactos ambientais e sociais. Isso contribui para a construção de um processo mais equitativo e sustentável, minimizando conflitos e promovendo o desenvolvimento responsável não somente no território cearense, como também em todo país. Portanto, o licenciamento ambiental, apesar de ser uma ferramenta técnica muito utilizada, ainda precisa ser mais estudada e aperfeiçoada para uma efetiva contribuição às políticas públicas ambientais no Estado.

Ademais, conclui-se que recentemente ocorreu um fortalecimento das políticas públicas relativas ao meio ambiente no estado por meio da gestão pública, com a criação de instrumentos que promovem a gestão e manutenção das unidades de conservação do Ceará e investimentos em ações que incentivam a aproximação entre a população e as UCs.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. A. V; LIMA, V. T. A. Gestão participativa em unidades de conservação: uma abordagem teórica sobre a atuação dos conselhos gestores e participação comunitária. **Revista Eletrônica Mutações**, v. 7, n. 13, p. 021- 040, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/relem/article/view/2797/pdf>>. Acesso em: 15/10/2023.
- BERNAL, A. B. Apoio à implementação do Programa de educação ambiental e agricultura familiar nos territórios. In: BERNAL, A. B. (Org.). **Educação Ambiental e agricultura familiar no Brasil: aspectos introdutórios**. Brasília: MMA, 2015. 68 p.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 09 de nov. de 2023.
- BRASIL. SNUC. **Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Casa Civil Brasília, DF, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 14/10/2023.
- BRASIL. **Decreto nº 4.340/2002**. Regulamentação da lei SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília: Congresso Nacional, 2002.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Casa Civil Brasília, DF, 2011. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm#art20>. Acesso em: 14/10/2023.
- BRAZ DE LIMA, Luana Carolina *et al.* Mulheres, agroecologia e justiça ambiental: cartografando histórias de resistências em territórios que enfrentam conflitos ambientais. XXXI Congresso Alas: las encrucijadas abiertass de America Latina. Uruguai, 2017. **Anais [...]**. Disponível em: <https://www.easypanners.net/alas2017/opc/tl/8010_andrea_machado_camurca.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- CASTRO, Rafael da Silva. **A educação ambiental nos relatórios de licenciamento ambiental de empreendimentos de energia eólica no Ceará: da proposição à realidade**. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/51556/1/2019_tcc_rscastro.pdf>. Acesso em: 09 de abril de 2024.
- CEARÁ. **Campanha “Um dia no Parque” incentiva visitação às unidades de conservação**. ASCOM Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado do Ceará. 2019. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2019/07/19/campanha-um-dia-no-parque-incentiva-visitacao-as-unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 09 de abril de 2024.
- CEARÁ. **Ceará avança no controle e gestão das UCs e na emissão de autorizações ambientais**. Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Governo do Estado do Ceará. 2022. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/2022/02/14/ceara-avanca-no-controle-e-gestao-das-ucse-na-emissao-de-autorizacoes-ambientais/>>. Acesso em: 09 de nov. de 2023.
- CEARÁ. **Decreto nº 30.895, de 20 de abril de 2012**. Dispõe sobre a criação da unidade de conservação de proteção integral Estação Ecológica do Pecém localizada na divisa dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Poder Executivo, Fortaleza, CE, 25 de abril de 2012, Seção 3. p. 6-8. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/2957_20180314_132352.pdf>. Acesso em: 15/10/2023.
- CEARÁ. **Painel Cadastro Estadual De Unidades De Conservação**. Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Governo do Estado do Ceará. 2024. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/cadastro-estadual-de-unidade-de-conservacao-ceuc/painel-cadastro-estadual-de-unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 09 de abril de 2024.
- COIMBRA, D.; RECH, A. U. A superação do antropocentrismo: uma necessária reconfiguração da interface homem-natureza. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 14–27, 2017. DOI: 10.5216/rfd.v41i2.42609. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/revfd/article/view/42609>>. Acesso em: 05 abr. 2024.
- COPAH/IBAMA. **Análise de complementação do EIA/RIMA e demais encaminhamentos referentes ao Processo Ibama nº 02001.000829/2009-74 visando continuidade do licenciamento ambiental do Complexo Industrial e Portuário do Pecém**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2016. Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php>. Acesso: 20/03/2024.
- DIEGUES, Antonio Carlos. **O mito moderno da natureza intocada**. 6. Ed., São Paulo: HUCITEC, 2008. 199p.

- GALDINO, J. W. Reserva Extrativa Marinha (RESEX) da Prainha do Canto Verde: : a comunidade concretizando um sonho. Raízes: **Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 153–165, 2012. DOI: 10.37370/raizes.2012.v32.367. Disponível em: <<https://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/view/367>>. Acesso em: 13/10/2023.
- GODOY, L. R. C.; LEUZINGER, M. D. O financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil: características e tendências. **Revista de informação legislativa**, v. 52, n. 206, p. 223-243, 2015. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/52/206/ril_v52_n206_p223.pdf>. Acesso em: 13/10/2023.
- GOMES, F. de F.; SILVA, C. L. O conflito resultante do licenciamento ambiental: o cenário das pequenas centrais hidrelétricas no Paraná. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 18, n. 14, p. 155-168, out./dez. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- ICMBio. **Conselhos Gestores em Unidades de Conservação**. Brasília, 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/participacao-social/guiaconselhos2014.pdf>>. Acesso em: 15/10/2023.
- LOPES, P.; CRUZ, M. L. B. Vetores de pressão sobre a unidade de conservação de proteção integral: A Estação Ecológica do Pecém, Ceará, Brasil. (2023). **Revista Eletrônica Casa De Makunaima**, v. 5, n. 1, 18-25. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/casa_de_makunaima/article/view/1151>. Acesso em: 16/10/2023.
- MARTINS, M. F. M.; CUNHA, P. V. M.; SILVA, D. D. S.; VIANA, C. B. A.; GORAYEB, A., SANTOS; JADER DE O. **Avanços na criação de Unidades de Conservação do Ceará: Estratégias inovadoras de gestão**. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – SBGFA, UERJ, Rio de Janeiro, Volume 1, Número XIX, Ano 2022.
- O POVO. **MPCE recomenda suspender as aprovações administrativas a favor da construção nas dunas de Sabiaguaba**. Julho de 2020. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2020/07/11/dunas-de-sabiaguaba-mpce-recomenda-suspender-aprovacoes-administrativas.html>>. Acesso: 16/10/2023.
- O POVO. **Mata do Miriú: na Sabiaguaba, área pode se tornar loteamento ou refúgio de vida silvestre**. Abril de 2022. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2022/04/19/mata-do-miriu-na-sabiaguaba-area-pode-se-tornar-loteamento-ou-refugio-de-vida-silvestre.html>>. Acesso em: 16/10/2023.
- SANTANA, I. V. F. **Águas que findam, ventos que pesam: expropriações contemporâneas no Complexo Industrial e Portuário do Pecém, Ceará**. 2023. Tese (Doutorado em Serviço Social) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/49425/1/TESE%20Iara%20Vanessa%20Fraga%20de%20Santana.pdf>>. Acesso em: 08/11/2023.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004, p. 15-29.
- SILVA, J. A. da. **Análise do sistema socioecológico da área de proteção ambiental do Lagamar do Cauípe: um olhar interdisciplinar**. 2023. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia Ecológica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75842>>. Acesso em: 01/04/2024.
- ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens. (org.). **Desenvolvimento e conflitos ambientais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010, p. 11-34.

DIAGNÓSTICO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA BACIA DO RIO BURANHÉM – EXTREMO-SUL DA BAHIA: MÉTRICAS E CONECTIVIDADE DA PAISAGEM

DIAGNOSIS OF FOREST FRAGMENTATION IN THE BURANHÉM RIVER BASIN – FAR-SOUTH BAHIA: METRICS AND LANDSCAPE CONNECTIVITY

DIAGNÓSTICO DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL EN LA CUENCA DEL RÍO BURANHÉM – EXTREMO SUR DE BAHÍA: MÉTRICAS Y CONECTIVIDAD DEL PAISAJE

Caroline de Morais Pinheiro¹

 0000-0002-8400-1427

carolinefloresta@yahoo.com.br

João Gabriel de Moraes Pinheiro²

 0000-0002-9941-2018

jgmpinheiro.bge@uesc.br

1 Mestre em Produção Vegetal e Engenheira Florestal - Eunápolis, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8400-1427>. E-mail: carolinefloresta@yahoo.com.br.

2 Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC - Ilhéus, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9941-2018>. E-mail: jgmpinheiro.bge@uesc.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O presente trabalho possui o objetivo principal de realizar o diagnóstico ambiental da fragmentação florestal da BH do rio Buranhém localizado no Extremo-Sul do estado da Bahia, utilizando-se das geotecnologias e métricas da paisagem sob a ótica da ecologia da paisagem. Inicialmente, dividiu-se a bacia em três áreas visando quantificar qual área possui maior número de fragmentos. Para análise da fragmentação da paisagem, utilizou-se imagens do satélite Sentinel-2 na qual a partir da classificação supervisionada foi possível mapear e quantificar os fragmentos florestais. Posteriormente calculou-se o Índice de Circularidade (IC) para mensurar os fragmentos mais suscetíveis aos efeitos de borda. Dos 22.453 fragmentos mapeados 94,8% são menores que 5 ha. Na área 2 existe a maior concentração de fragmentos florestais, sendo estes superiores a 250 hectares, relativo ao efeito de borda a maioria (74,2%) dos fragmentos possuem baixa suscetibilidade ao efeito de borda. Dessa forma, conclui-se que a vegetação da mata atlântica se encontra bastante fragmentada na bacia, com a expansão da matriz pastagem, caso medidas de planejamento e proteção ambiental não sejam implementadas, a tendência dos fragmentos maiores é estar mais suscetível ao efeito de borda.

Palavras-chave: Geotecnologias. Efeito de Borda. Mata atlântica. Análise geoespacial.

ABSTRACT: The main objective of this work is to carry out an environmental diagnosis of the forest fragmentation of BH on the Buranhém River located in the Far-South of the state of Bahia, using geotechnologies and landscape metrics from the perspective of landscape ecology. Initially, the basin was divided into three areas, starting to quantify which area has the greatest number of fragments. To analyze landscape fragmentation, images from the Sentinel-2 satellite were used, in which, using supervised classification, it was possible to map and quantify forest fragments. Subsequently, the Circularity Index (CI) was calculated to measure the fragments most susceptible to edge effects. Of the 22,453 fragments mapped, 94.8% are smaller than 5 ha. In area 2 there is a greater concentration of forest fragments, exceeding 250 hectares. Regarding the edge effect, the majority (74.2%) of the fragments have low susceptibility to the edge effect. In this way, it is concluded that the vegetation of the Atlantic forest is quite fragmented in the basin, with the expansion of the pasture matrix, if planning and environmental protection measures are not renewed, the tendency of the larger fragments is to be more susceptible to border effect.

Keywords: Geotechnologies. Border effect. Atlantic forest. Geospatial analysis.

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico ambiental de la fragmentación forestal de la BiH del río Buranhém ubicada en el extremo sur del estado de Bahía, utilizando geotecnologías y métricas paisajísticas desde la perspectiva de la ecología del paisaje. Inicialmente se dividió la cuenca en tres áreas con el fin de cuantificar cuál es la que presenta mayor número de fragmentos. Para analizar la fragmentación del paisaje se utilizaron imágenes del satélite Sentinel-2, en las que, mediante clasificación supervisada, fue posible mapear y cuantificar fragmentos de bosque. Posteriormente se calculó el Índice de Circularidad (IC) para medir los fragmentos más susceptibles a efectos de borde. De los 22.453 fragmentos cartografiados, el 94,8% son menores de 5 ha. En el área 2 se presenta la mayor concentración de fragmentos de bosque, los cuales superan las 250 hectáreas. En cuanto al efecto borde, la mayoría (74,2%) de los fragmentos tienen baja susceptibilidad al efecto borde. Por lo tanto, se concluye que la vegetación del bosque atlántico se encuentra bastante fragmentada en la cuenca, con la expansión de la matriz de pastos, si no se implementan medidas de planificación y protección ambiental, la tendencia de los fragmentos más grandes es a ser más susceptibles al borde. efecto.

Palabras clave: Geotecnologías. Efecto frontera. Bosque Atlántico. Análisis geoespacial.

INTRODUÇÃO

As Bacias Hidrográficas (BH) configuram-se como unidades da paisagem que possuem dimensões variadas, na qual os recursos hídricos superficiais são organizados em função da relação *sine qua non* entre a interface geológico-geomorfológico e as condições climáticas (Carvalho *et al.*, 2014). Neste sentido, as bacias hidrográficas com suas redes fluviais desempenham o papel de “espinha dorsal” das paisagens do planeta, na qual vários serviços ecossistêmicos são realizados, como a coleta e transporte de sedimentos, água, matéria orgânica de áreas topograficamente mais elevadas para os oceanos (Willett *et al.*, 2014).

Esses processos resultam em uma complexa rede que está em constante mudança, na qual existe implicações para o transporte de massa e a conectividade geográfica entre diferentes espécies e ecossistemas (Willett *et al.*, 2014). Dessa forma, as BH vêm sendo adotadas como unidades preferenciais para a gestão e planejamento dos recursos hídricos, na qual a partir da década de 1980, a modernização dos modelos de gestão passou a incorporar o conceito de

sustentabilidade. Por conseguinte, a gestão ambiental dos recursos hídricos teve sua importância reforçada na criação de políticas públicas em diversas esferas (Carvalho *et al.*, 2014).

A necessidade de uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas tem instaurado estudos sobre os sistemas naturais que o compõe, uma vez que a necessidade de ocupação de espaços naturais modifica as estruturas para a extração recursos naturais como matéria prima, energia, alimentos e geração de renda. Essa necessidade humana, provoca muitos danos ambientais, sendo alguns deles irreparáveis, nesta perspectiva é fundamental o desenvolvimento de atividades humanas que respeitem a sustentabilidade e os ciclos ecossistêmicos (Viana; Moraes, 2016).

No escopo da análise ambiental e espacial, neste caso, mais especificamente das bacias hidrográficas, o conceito de “paisagem” assume um papel central dentro desta análise, configurando-se como um conceito fundamental da Geografia. As paisagens por sua vez, podem ser consideradas como o resultado da interação entre os recursos e elementos naturais, na qual estão condicionadas, ou não, pelas interferências antrópicas (Seabra; Cruz, 2013). Dentro dessa compreensão, torna-se importante entender o histórico de intervenções antrópicas sobre o espaço geográfico, uma vez que muitas mudanças ocorridas no passado são responsáveis pelos fenômenos que ocorre no presente (Seabra; Cruz, 2013).

Outrossim, a análise sistêmica e integrada da paisagem é possível através da abordagem da ecologia da paisagem. Segundo Forman e Godron (1986), entende-se por ecologia da paisagem o estudo da estrutura, função, forma e dinâmica das diferentes áreas compostas por ecossistemas interativos. Pojar *et al.* (1994), por sua vez acrescenta que a ecologia da paisagem é uma área que sua ênfase está nas escalas espaciais amplas, bem como os efeitos ecológicos no padrão da distribuição espacial dos ecossistemas.

Nesta área, o ponto central de análise está no reconhecimento da existência de uma codependência espacial com duas unidades da paisagem, sendo elas: o comportamento de uma unidade depende das interações que esta mantém com as unidades de sua vizinhança (Metzger, 2001). Sendo assim, a ecologia da paisagem configura-se como a junção da análise espacial da geografia com o estudo funcional da ecologia (Metzger, 2001).

Na análise das paisagens devem ser contempladas três características principais, a saber: a estrutura, que é formada por uma matriz da paisagem (sendo o elemento predominante), manchas e corredores, cuja sua função está inter-relacionada à interações entre os elementos que o compõem; e a dinâmica, ou seja, as alterações na estrutura e função ao longo do tempo (Forman; Godron, 1986; Viana; Moraes, 2016). Neste sentido, para o manejo da paisagem torna-se essencial a análise da estrutura da paisagem, considerando em primeira instância a sua integridade ecológica, assim como o desenvolvimento de atividades antropogênicas na perspectiva da sustentabilidade (Viana; Moraes, 2016).

Atualmente, os níveis de fragmentação florestal monitorados, tem reduzido em grande escala as florestas tropicais, como a Mata Atlântica. Todavia, se as taxas de desmatamento observadas atualmente não provocarem a extinção completa dos ecossistemas, ainda será possível reverter o quadro de degradação ambiental (Rodrigues; Nascimento). Assim, a análise da fragmentação florestal sob a ótica da ecologia da paisagem pode ser realizada através de métricas da paisagem, servindo de aporte técnico-científico para análises espaciais que possuem o objetivo de quantificar a estrutura da paisagem, uma vez que oferece suporte científico para elucidar a quantidade e qualidade das manchas (Silva; Souza, 2014).

Desse modo, a restauração da conectividade de fragmentos florestais é de fundamental importância para a manutenção da diversidade biológica, fluxo gênico e da integridade ecológica dos ecossistemas, haja vista que a fragmentação de habitats é uma das principais causa de extinção de espécies, sendo “definida como o processo pelo qual uma área contínua de habitat é reduzida em tamanho e dividida em fragmentos separados por uma matriz diferente do original” (Trevisan; Moschini, 2018, p. 2).

Dessa forma, o presente trabalho possui o objetivo principal de realizar o diagnóstico ambiental da fragmentação florestal da BH do rio Buranhém localizado no Extremo-Sul do estado da Bahia, utilizando-se das geotecnologias e métricas da paisagem sob a ótica da ecologia da paisagem. A escolha da BH do Rio Buranhém está contida no fato de ser uma bacia com múltiplos usos da terra, na qual a matriz pastagem está em constante expansão fragmentando ainda mais as áreas de mata atlântica. Este estudo justifica-se pela capacidade que este tem em subsidiar a criação do planejamento ambiental nesta área com vista a formulação de políticas públicas e ações em consonância com o comitê de bacias visando recuperação e a conectividade de manchas florestais e atuar na conservação ambiental.

METODOLOGIA

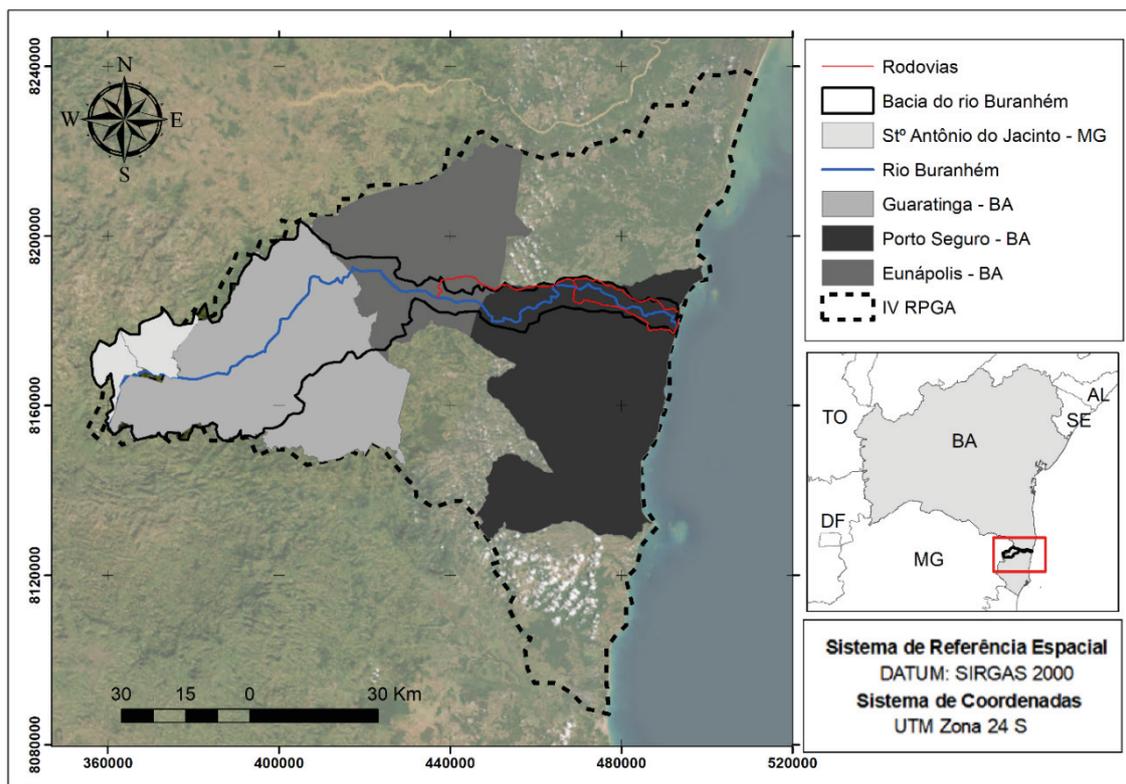
Características da área escolhida para o estudo

O rio Buranhém é o principal rio que drena a Bacia Hidrográfica do rio Buranhém (BHRB), localizada sob a coordenadas geográficas: latitude: -16,2474 norte, -16,7137 sul e longitude -49,3495 oeste, -39,0633 leste. O rio Buranhém contempla três municípios na Bahia, a saber: Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro, além do município de

Santo Antônio do Jacinto, localizado no estado de Minas Gerais. A BHRB possui uma área total de 2.504,83 km² possuindo como vizinhos ao norte a bacia dos rios João de Tiba e dos Mangues e ao sul com a bacia do rio Jucuruçu (Azevedo; Gomes; Moraes, 2016).

O rio Buranhém nasce na Pedra do Cachorro, na serra dos Aimorés, em Santo Antônio do Jacinto, no estado de Minas Gerais. Conhecido também como rio do peixe na qual percorre 30,5 quilômetros em Minas Gerais e 215,5 quilômetros na Bahia, até sua foz no oceano Atlântico, na cidade de Porto Seguro. É o manancial de onde é captada a água que abastece a maioria das cidades do Extremo Sul baiano, abastecendo uma população superior a 250 mil habitantes (Figura 1).

A BHRB está inserida também na Região de Planejamento e Gestão de Águas IV (IV RPGA), sendo essas e outras regiões de planejamento do estado da Bahia delimitadas pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) devido à complexidade da rede hidrográfica do estado e viabilizar a implementação da política de recursos hídricos, estando em consonância também com o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (Singreh) (Bahia, 2009).



Fonte: Pinheiro; Moreira (2023).

Figura 1. Localização da Bacia do rio Buranhém em relação a IV RPGA.

Referente às características naturais, a BHRB está localizada no bioma da mata atlântica, especificamente na região fitoecológica da floresta ombrófila densa, e nos domínios morfoclimático dos Mares de Morros. No extremo sul da Bahia, a mata atlântica apresenta grande riqueza e endemismo, porém o intenso desmatamento na região nas últimas décadas fez com que as florestas ficassem extremamente reduzidas, colocando a biodiversidade existente em risco (Sambuichi, 2003). Segundo a Classificação Brasileira de Solos, a BHRB possui o predomínio das seguintes ordens de solo: Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, e na foz o Gleissolo Háptico Tb Distrófico e o Espodossolo Ferri-Humilúvico (Embrapa, 2018).

Na composição geomorfológica, da nascente até Guaratinga predomina a feição geomorfológica Bloco Montanhoso do Sul da Bahia e Nordeste de Minas Gerais, e em direção à foz, predomina os Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro – Oriental. No que concerne ao uso e ocupação da terra, 60,35% da área total da bacia está ocupada pela pastagem (matriz da paisagem), o que corresponde a 1511,68 km², enquanto a formação florestal corresponde a 21,30% da área total (533,60 km²) (Pinheiro; Moreira, 2023).

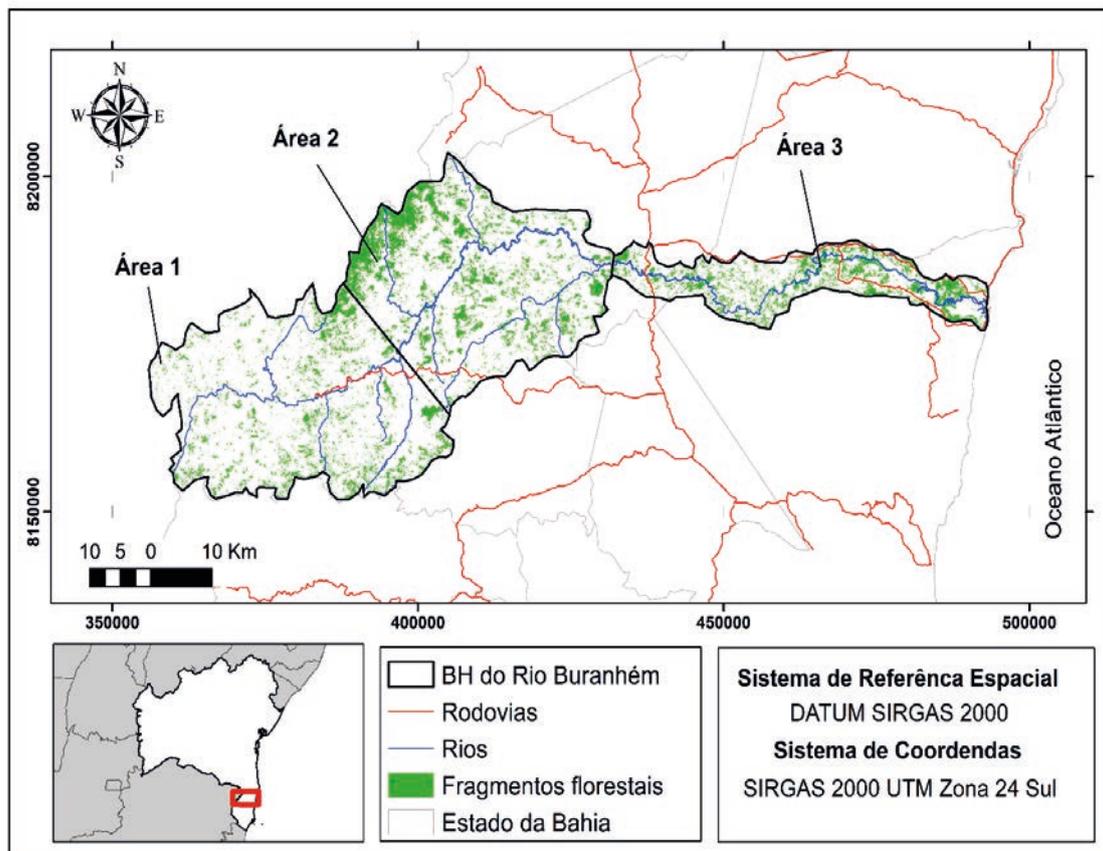
Delimitação e mapeamento dos fragmentos florestais

Para delimitar os fragmentos florestais da BHRB, foi obtida as imagens do Sentinel – 2. As imagens foram obtidas de maneira gratuita no *site* da *USGS Earth Explorer* com acesso instantâneo pelo *site*: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Os seguintes filtros de seleção foram utilizados para escolha das imagens: i) contemplar toda área de estudo, ii) cobertura de nuvens menor que 10% e iii) satélite Sentinel – 2 sensor multiespectral MSI. Em seguida, foi realizada uma composição falsa cor que permite ressaltar a vegetação densa e fotossinteticamente mais ativa.

Para a composição falsa cor utilizou-se as seguintes bandas: banda 8 – infravermelho próximo, banda 11 – infravermelho de ondas curtas e a banda 2 – azul, todas elas com resolução espacial de 10 metros. Em seguida foi feita uma classificação supervisionada do tipo *Maximum Likelihood Classification* (classificação por máxima verossimilhança). A realização da classificação consistiu em coletar amostras na composição falsa cor das bandas do satélite Sentinel – 2, na qual o objetivo principal foi diferenciar os fragmentos florestais das demais classes de uso e ocupação da terra. Uma vez realizada a classificação supervisionada, teve-se como gênese duas classes de uso da terra: formação florestal e demais classes.

Ao ser concluída, a classe de formação florestal em arquivo *raster* passou por uma limpeza e generalização dos pixels, posteriormente foi convertida para arquivo vetorial do tipo *shapefile*, na qual foi projetada para as coordenadas SIRGAS 2000 UTM, zona 24 Sul, sendo possível realizar cálculos de área e perímetro. Todo o processamento foi realizado no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcMap 10.8. Com objetivo de analisar a fragmentação florestal na bacia, dividiu-se a BHRB em três áreas com o intuito de monitorar a quantidade e qualidade dos fragmentos, bem como estabelecer qual área que está mais suscetível a recuperação pela conectividade das manchas e aquela área mais degradada (Figura 2).

Em seguida, os fragmentos florestais foram classificados de acordo com os tamanhos. Ao todo foram delimitadas 7 classes de tamanho, como sugerido por Viana (2011), sendo essas classes variando de menos 5 ha até acima 250 ha.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 2. Localização das áreas analisadas na BHRB.

Métricas da paisagem empregada

Utilizando as informações da área e dos perímetros previamente calculados de cada fragmento, obteve-se o Índice de Circularidade (IC), na qual pôde-se determinar a forma do fragmento. O IC é uma métrica bastante utilizada na literatura para a avaliação de fragmentos florestais. Este índice é estabelecido através da relação entre a área e o perímetro, com o objetivo de identificar o grau de proximidade do formato dos fragmentos com o de uma circunferência (Silva *et al.*, 2019). A utilização de uma circunferência como um padrão teórico de comparação justifica-se pelo fato de que quando o fragmento se aproxima de um formato circular, a área limítrofe é minimizada em relação a área total, reduzindo desta forma o efeito de borda (Etto *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2019; Fengler, 2015). Dessa forma, para o cálculo do IC foi utilizado a seguinte fórmula (Etto *et al.*, 2013):

$$IC = \frac{(2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot A)}{L}$$

Sendo, A = área do fragmento em m² e L = o perímetro do fragmento em m².

Através da relação do IC foi gerado um valor adimensional que varia de zero a um. Valores próximos de 1 indicam maior circularidade do fragmento, todavia, índices que se encontram longe de 1 representam fragmentos mais alongados, na qual a proximidade da área central e das bordas é maior (Silva *et al.*, 2019). Uma vez os índices calculados, estes foram classificados segundo Etto *et al.* (2013), onde fragmentos com IC inferior a 0,65 são identificados como fragmentos alongados, porém fragmentos que apresentem entre 0,65 a 0,85, são moderadamente alongados, e com índices superior a 0,85 são fragmentos com forma arredondada (Silva *et al.*, 2019).

Objetivou-se também avaliar o grau de isolamento dos fragmentos. Dessa forma, os fragmentos foram considerados isolados quando, há uma distância pré-determinada, não havia sobreposição de borda a outro fragmento. De igual maneira, os fragmentos florestais foram considerados quando houve sobreposição de sua borda em relação a borda do fragmento vizinho (Viana; Moraes, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram mapeados 22.453 fragmentos florestais remanescentes da mata atlântica que variam de menos 3 ha até acima de 250 ha. A maioria dos fragmentos estão concentrados na Área 2 (n= 8.369 fragmentos), em segundo lugar na Área 3, próxima ao litoral (n= 6.078 fragmentos). A Área 1, sentido à nascente, apresentou menor número de fragmentos (n= 8.006). O tamanho de um fragmento configura-se como uma das métricas mais importantes na composição das paisagens. Fragmentos florestais muito pequenos, não possuem a capacidade de abrigar várias espécies. Autores como Laurence e Bierregaard (1997), definiram o valor de 300 ha como um valor alto para que haja a conservação da biodiversidade, ao passo que fragmentos com área inferior a 3 ha são considerados pouco relevantes para a manutenção das espécies, haja vista que está suscetível a muitos fatores exógenos.

Por conseguinte, os fragmentos mapeados e analisados neste trabalho variam de 1 ha (valor mínimo) até 8.000 ha (valor máximo). Dos 22.453 fragmentos mapeados 94,8% são menores que 5 ha (Tabela 1), já os fragmentos maiores que 5 ha e menores que 10 ha correspondem a 2,1% da área total dos fragmentos. Todavia, os 18 fragmentos que possuem tamanho superior a 250 ha correspondem apenas a 0,08%. Embora os fragmentos florestais pertencentes a classe de tamanho maior de 250 ha presente, em frequência absoluta, apenas 18 fragmentos, em termos de área, essa classe ocupa 16.846 ha (correspondendo a 36,17%).

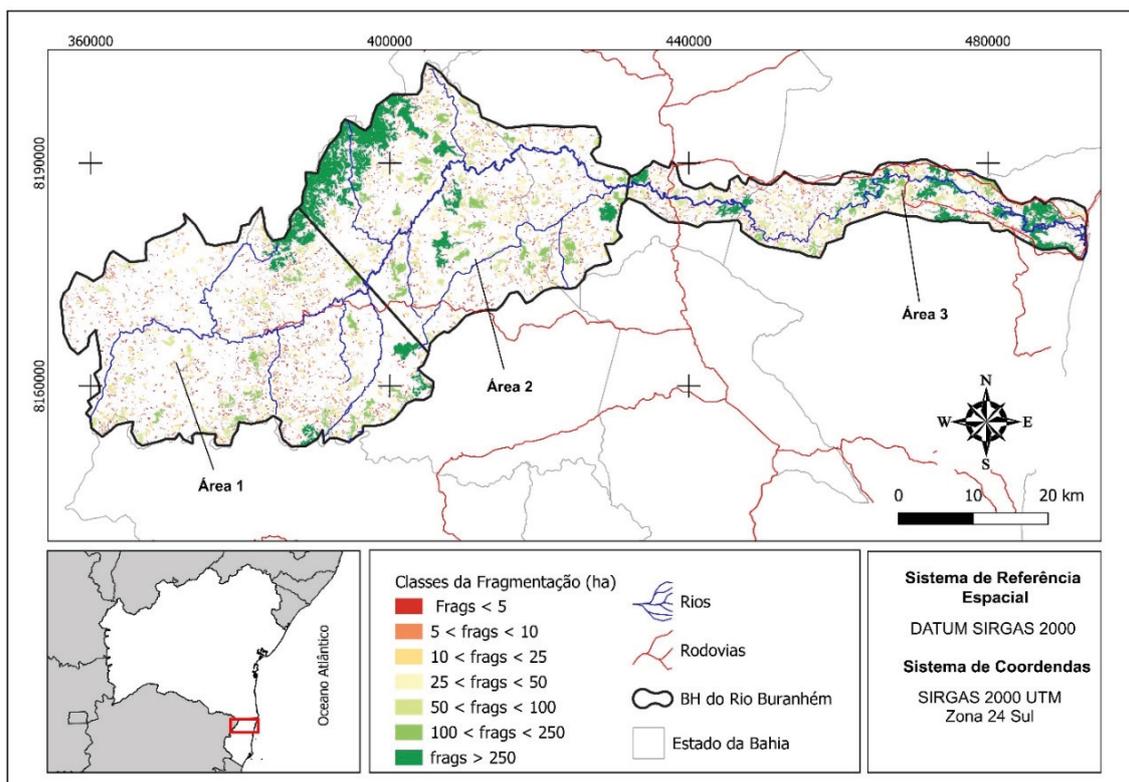
Tabela 1. Fragmentos (frags) mapeados distribuídos por classes de tamanho.

Classes de tamanhos (ha)	Nº de fragmentos	Área (ha)	Área (%)
Frag < 5	21.294	5.361	11,51
5 < frags < 10	486	3.154	6,77
10 < frags < 25	377	5.662	12,16
25 < frags < 50	153	5.175	11,11
50 < frags < 100	66	4.633	9,95
100 < frags < 250	26	5.743	12,33
frags > 250	18	16.846	36,17
Total	22.453	46.574	100,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise da Figura 3 percebe-se que na área 2 existe a maior concentração de fragmentos florestais, sendo que os fragmentos superiores a 250 hectares estão presentes nesta área, dessa forma percebe-se que os fragmentos maiores estão concentrados ao norte nesta área. Esse fragmento florestal maior e mais preservado justifica-se pela presença do Parque Nacional do Alto do Cariri. O parque foi criado pelo Decreto de 11 de junho de 2010, com o objetivo principal de preservar os remanescentes da mata atlântica e o muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), sendo administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (BRASIL, 2010).

O isolamento deste fragmento florestal também é explicado pelo artigo 4º da mesma Resolução, que versa sobre a realização de atividades mineradoras ao entorno da zona de amortecimento do Parque, que pode ser realizada desde que autorizada previamente pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).



Fonte: elaborado pelos autores.

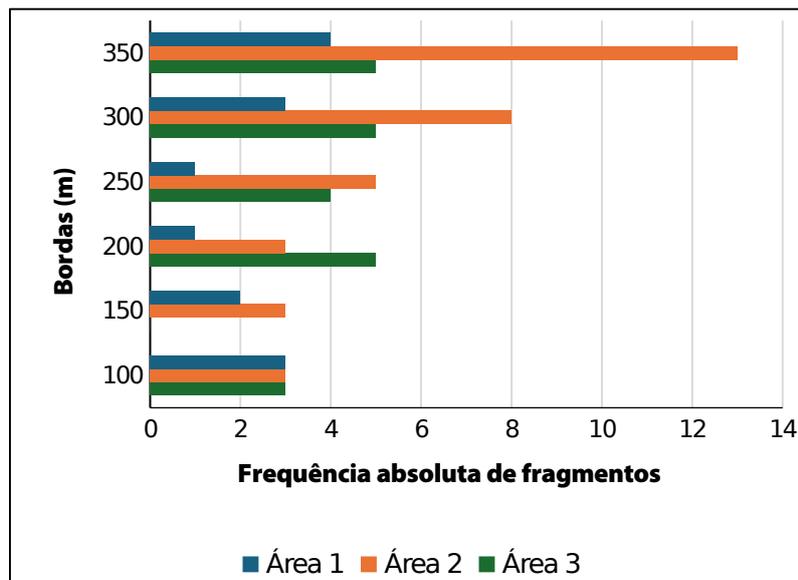
Figura 3. Distribuição dos fragmentos florestais nas 3 áreas analisadas da BHRB.

Suscetibilidade ao efeito de borda e formato dos fragmentos florestais

O tamanho dos fragmentos florestais está fortemente associado à borda. Quanto menor o fragmento, mais intensos são efeitos de borda, justamente pela diminuição da razão/interior da borda. As espécies que habitam o interior do fragmento, restritas às condições ambientais do interior do fragmento, normalmente são excluídas das bordas pelas espécies adaptadas a essa tipologia de habitat durante o processo de competição (Viana; Moraes, 2016).

Para avaliar os efeitos de borda nos diferentes tamanhos de fragmentos, nas três áreas analisadas, utilizou-se o IC para mensurar a vulnerabilidade. No Gráfico 1 está a representação do IC variando de 0,1 a 0,8 com suas respectivas frequências absolutas. Na análise do gráfico 47,0% dos fragmentos florestais possuem IC de 0,8 e 27,2% dos fragmentos possuem IC de 0,7. Isso significa que a maioria (74,2%) dos fragmentos possuem baixa suscetibilidade ao efeito de borda.

Gráfico 1. Índice de Circularidade (IC) dos fragmentos florestais identificados na BHRB.



Fonte: elaborado pelos autores.

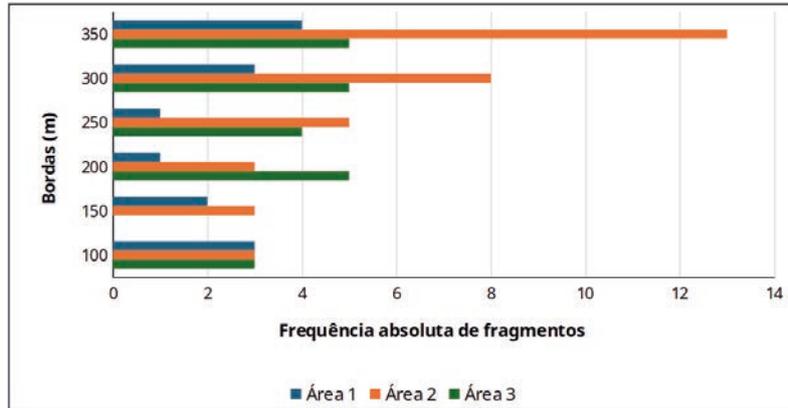
Os efeitos de borda caracterizam-se como a consequência mais expressiva da fragmentação, sendo o produto de distúrbios naturais quanto antrópicos, atuando dessa forma, como mecanismo principal que leva às mudanças estruturais e dinâmicas das florestas (Blumenfeld *et al.*, 2016). A extensão dos efeitos de borda devem ser o resultado de combinadas condições limítrofes entre o fragmento e a área que o circunda, da influência dos fatores naturais inerentes sobre esse espaço e o tipo e quantidade de intervenção antropogênica nesta região (Blumenfeld *et al.*, 2016).

Possibilidades de conectividade das paisagens

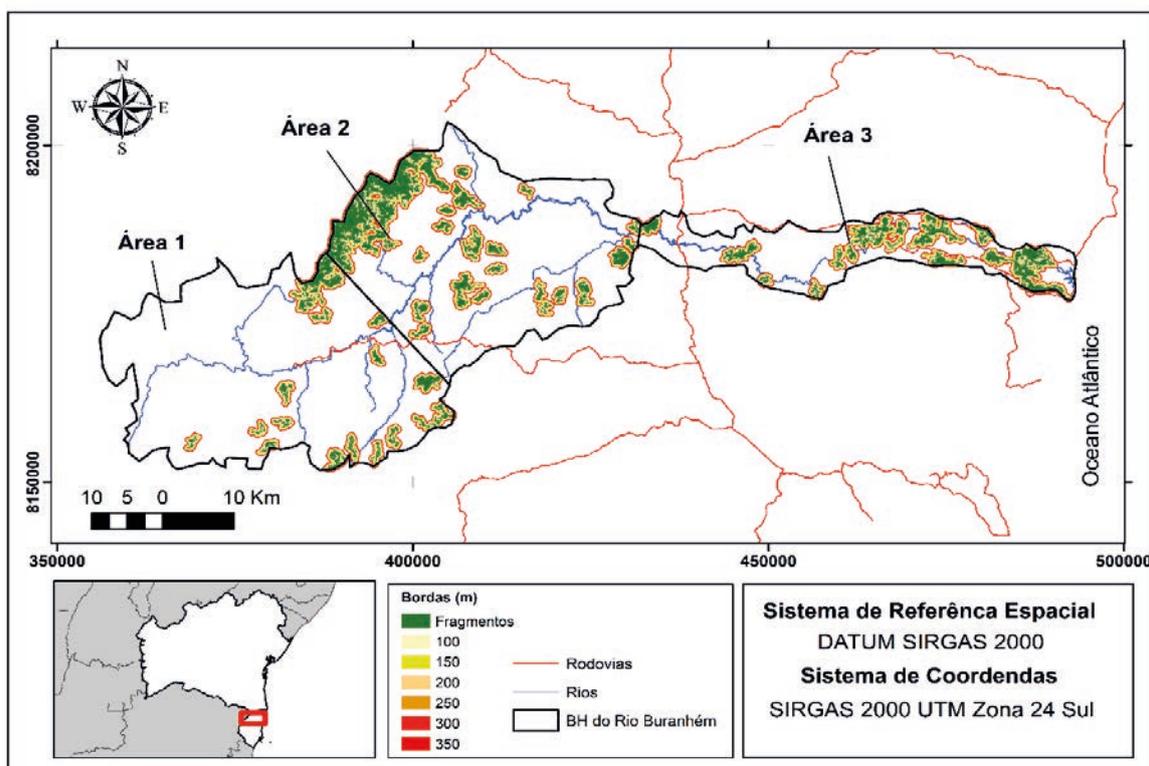
O processo de fragmentação florestal, na maioria dos casos são causados por atividades humanas que rompem a continuidade da paisagem, provocando mudanças tanto na estrutura quanto na composição da paisagem, assim como na biodiversidade. Em situações desse tipo, as populações isoladas tornam-se mais vulneráveis ao processo de extinção, ao passo em que existe a redução de recursos ecossistêmicos e a deterioração genética. Com o intuito de analisar as possibilidades de conectividade da paisagem, selecionou-se apenas os fragmentos que pertencem a classe menor que 100 ha a acima de 250 ha, totalizando 56 fragmentos. Dessa forma, realizou-se a expansão de bordas utilizando a ferramenta *buffer*. Para isso os seguintes tamanhos de borda foram utilizados: 100, 150, 200, 250, 300 e 350 metros.

Na análise do Gráfico 2 percebe-se que ao aumentar a borda em 100 metros, apenas 3 fragmentos nas três áreas se conectaram. Ao aumentar a expansão da borda em 350 metros na área 2 obteve-se 13 fragmentos conectados. Devido a menor quantidade de fragmentos na área 1, esta não apresentou muitas variações de conectividade, quando a borda foi expandida de 200 a 350 metros o número de conexões não oscilou consideravelmente.

Gráfico 2. Análise da conectividade dos fragmentos florestais que possuem o tamanho de 100 ha e superior a 250 há mapeados na BHRB.



Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 4. Distribuição das bordas expandidas nas três áreas monitoradas na BHRB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das ferramentas de geoprocessamento, bem como a utilização dos sistemas de informação geográfico evidenciou o panorama de fragmentação florestal da bacia do rio Buranhém. Através do mapeamento foi possível localizar os fragmentos de remanescentes da mata atlântica e avaliar a sua forma, tamanho e estado de conservação. Evidenciou-se que a área 1 é a mais degradada, possuindo menos fragmentos florestais, na qual existe o predomínio das pastagens. Além disso, na análise percebeu-se que a bacia possui a maior parte de seus fragmentos menores que 3 ha, sendo esses pouco efetivos para suportar o efeito de borda. A presença do Parque Nacional do Alto da Cariri representa uma possível medida de recuperação florestal se os fragmentos vizinhos se conectarem à vegetação do parque, uma vez que os maiores índices de IC são de fragmentos presentes no parque, sendo um indicativo de comportamento de outros fragmentos florestais caso haja o planejamento ambiental.

No que concerne à conectividade, a bacia apresenta fragmentos superiores a 100 ha muito espaçados entre si, na qual mesmo expandindo a borda em 350 m, vários fragmentos ainda permaneceram isolados. Dessa forma, a BHRB necessita de ações de recuperação e planejamento ambiental com o intuito de proteger e aumentar os remanescentes da mata atlântica, para

que a haja a promoção da diversidade funcional dos fragmentos, como o aumento do fluxo gênico e diminuição dos efeitos negativos, como o fogo, mudanças microclimáticas e invasão de espécies exóticas. Sendo assim, o planejamento ambiental precisa contemplar a participação técnica, científica e social do comitê de bacias, atuando junto as ações de educação ambiental e no reconhecimento da vegetação enquanto um recurso essencial para a manutenção dos corpos hídricos da bacia.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. G.; GOMES, R. L.; MORAES, E. B. Bacia do rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, E. B.; LORANDI, R. (orgs). **Métodos e técnicas de pesquisas em bacias hidrográficas**. Ilhéus, Bahia: Editus, 2016, 283p.
- BAHIA. **Lei nº 11.612 de 08 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Bahia, 2009. Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/leis/lei-n-11612-0>>. Acesso em: 07 de mar. de 2023.
- BLUMENFELD, E. C. *et al.* Relações entre tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1301-1316, 2016.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto de 11 de Junho de 2010**. Cria o Parque Nacional do Alto Cariri, no Município de Guaratinga, no Estado da Bahia, e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Dnn/Dnn12640.htm>. Acesso em: 26 de fev. 2024.
- CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 26-43, 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 5ª ed. 2018.
- ETTO, T. L. *et al.* Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, dez. 2013.
- FENGLER, F. H. *et al.* Environmental quality of forest fragments in Jundiá-Mirim river basin between 1972 and 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 402-408, abr. 2015.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons Ed. 1986.
- LAURENCE, W. F.; BIRREGAARD, R. O. **Tropical forests remnants ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: Chicago University Press, 1997.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.
- PINHEIRO, J. G. M.; MOREIRA, M. P. Interfaces for applying the water Quality index in analyses of the Buranhém river, Bahia. In: PANIAGUA, C. E. S. **Innovate: Engenharia Sanitária e Ambiental 3**. Ponta Grossa: Atena, 2023.
- POJAR, J. *et al.* Biodiversity planning and forest management at the landscape scale. In: Huff, M.H. *et al.* (Coords.). **Expanding horizons of forest ecosystem management**. Department of Agriculture. Portland: Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1994. p. 55-70.
- RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. **Rodriguésia**, v. 57, p. 67-74, 2006.
- SAMBUICHI, R. H. R. **Ecologia da vegetação arbórea de cabruca**: mata atlântica raleada utilizada para cultivo de cacau na região sul da Bahia. 2003. 156 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- SEABRA, V.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 411-426, 2013.
- SILVA, A. L. *et al.* Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1254-1269, 2019.
- SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura-Sergipe. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, p. 121-137, 2014.
- TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. Análise da conectividade dos fragmentos na bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 15, n. 2018, 2018.
- VIANA, W. R. C. C. **Fragmentação florestal e diversidade de habitats na bacia hidrográfica do rio Almada, sul da Bahia, Brasil**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2011.
- VIANA, W. R. C. C.; MORAES, M. E. B. Bacia do rio Almada (Bahia): criação de cenários ambientais a partir do diagnóstico da fragmentação florestal. In: MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. (orgs.). **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**. Ilhéus: Editus. 2016. p. 35 – 56.
- WILLETT, S. D. *et al.* Dynamic reorganization of river basins. **Science**, v. 343, n. 6175, p. 1248765, 2014.

FRAGMENTAÇÃO DE HABITAT EM REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL: ANÁLISE ESPACIAL BASEADA EM MÉTRICAS DA PAISAGEM

HABITAT FRAGMENTATION IN ATLANTIC FOREST REMNANTS
IN SOUTHERN BRAZIL: SPATIAL ANALYSIS BASED
ON LANDSCAPE METRICS.

FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT EN RESTOS DE BOSQUE
ATLÁNTICO EN EL SUR DE BRASIL: ANÁLISIS ESPACIAL BASADO
EN MÉTRICAS PAISAJES

Juliana Gisele Gottschalk Petzinger¹

 0009-0003-7698-3891

juliana-petzinger@uergs.edu.br

Márcia dos Santos Ramos Berreta²

 0000-0001-8302-091X

marcia-berreta@uergs.edu.br

¹ Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7698-3891>. E-mail: juliana-petzinger@uergs.edu.br.

² Professora Adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8302-091X>. E-mail: marcia-berreta@uergs.edu.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O processo persistente de retalhamento e subdivisão dos remanescentes da Mata Atlântica comprometem o *Hotspot* de diversidade biológica, o endemismo e os serviços ecossistêmicos indispensáveis a vida. Sob o viés da Ecologia da Paisagem, este artigo objetiva analisar a fragmentação estrutural do *habitat* dos remanescentes florestais de Mata Atlântica no sul do Brasil através de métricas da paisagem. O mapeamento de uso e cobertura da terra e fragmentos florestais utilizou imagens CBERS 4A/WPM, processadas a partir do QGIS 3.16, submetida as rotinas do FRAGSTATS 4.2® para cálculo dos índices de ecologia. Foram mapeados 870 fragmentos florestais com área de 15.176,06 ha, correspondendo a mais de 50% da superfície da área de estudo, com grande extensão de bordas e alto índice de retalhamento. Mais de 90% dos fragmentos são inferiores a 5 ha. A porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe é superior a 85%, correspondendo aos dois grandes fragmentos centrais (>150 ha) onde estão duas importantes unidades de conservação da região. A complexidade e sinuosidade das formas apresenta trechos irregulares e subdivididos que podem ser indicativos de vulnerabilidade para os fragmentos maiores. Contudo, a alta coesão dos remanescentes está atrelada ao grande percentual de fragmentos até 75 ha.

Palavras-chave: Estrutura da paisagem. Bacia hidrográfica. *Hotspot*. Conectividade. Isolamento.

ABSTRACT: The persistent process of shredding and subdivision of the remnants of the Atlantic Forest compromise the Hotspot of biological diversity, endemism and ecosystem services indispensable to life. Under the Landscape Ecology bias, this article aims to analyze the structural fragmentation of the habitat of forest remnants of the Atlantic Forest in southern Brazil through landscape metrics. The mapping of land use and cover and forest fragments used CBERS 4A/WPM images, processed from QGIS 3.16, submitted to the routines of FRAGSTATS 4.2® to calculate the ecology indexes. 870 forest fragments with an area of 15,176.06 ha were mapped, corresponding to more than 50% of the study area surface, with a large extension of edges and a high rate of shredding. More than 90% of the fragments are less than 5 ha. The percentage of the landscape occupied by the largest fragment of the class is higher than 85%, corresponding to the two large central fragments (>150 ha) where are two important conservation units of the region. The complexity and sinuosity of the shapes presents irregular and subdivided sections that may be indicative of vulnerability to the larger fragments. However, the high cohesion of the remnants is linked to the large percentage of fragments up to 75 ha.

Keywords: Landscape structure. Watershed. Hotspot. Connectivity. Isolation.

RESUMEN: El persistente proceso de trituración y subdivisión de los remanentes del Bosque Atlántico compromete el Hotspot de diversidad biológica, endemismo y servicios ecossistêmicos esenciales para la vida. Desde una perspectiva de la Ecología del Paisaje, este artículo tiene como objetivo analizar la fragmentación estructural del hábitat de los remanentes de Mata Atlántica en el sur de Brasil utilizando métricas de paisaje. El mapeo de uso y cobertura del suelo y fragmentos de bosque utilizó imágenes CBERS 4A/WPM, procesadas usando QGIS 3.16, sometidas a rutinas FRAGSTATS 4.2® para calcular índices ecológicos. Se cartografiaron 870 fragmentos de bosque con una superficie de 15.176,06 ha, correspondiente a más del 50% de la superficie del área de estudio, con una gran extensión de bordes y un alto índice de trituración. Más del 90% de los fragmentos tienen menos de 5 ha. El porcentaje del paisaje ocupado por el fragmento más grande de la clase es superior al 85%, correspondiente a los dos grandes fragmentos centrales (>150 ha) donde se ubican dos importantes unidades de conservación de la región. La complejidad y sinuosidad de las formas presenta secciones irregulares y subdivididas que pueden ser indicativas de vulnerabilidad para los fragmentos más grandes. Sin embargo, la alta cohesión de los remanentes está relacionada con el gran porcentaje de fragmentos de hasta 75 ha.

Palabras clave: Estructura del paisaje. Cuenca hidrográfica. Punto caliente. Conectividad. Aislamiento.

INTRODUÇÃO

Há uma iminente urgência de restauração tanto de áreas já degradadas quanto da conservação dos remanescentes do Bioma Mata Atlântica. A redução de áreas com cobertura florestal e não florestal nativas alertam para o alto índice de fragmentação e desconexão dentro da paisagem, bem como, a perda de *habitat*. Cerca de 57% dos municípios brasileiros possuem menos que 30% de vegetação nativa de acordo com dados do MapBiomas (2022).

O Bioma Mata Atlântica está inserido em sete das nove maiores bacias hidrográficas do país (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021). O adensamento urbano, a expansão das fronteiras agrícolas, monoculturas intensivas, exploração predatória dos recursos naturais, práticas insustentáveis de antigos métodos agropecuários estão entre os principais fatores de degradação do bioma. A Mata Atlântica, e seus ecossistemas associados, está sob contínua e forte pressão frente ao desmatamento e conversão de áreas nativas. No Brasil, atualmente restam apenas 12% da formação florestal

original, onde vivem aproximadamente 72% da população brasileira, e ainda assim o bioma é responsável pela metade da produção de alimentos consumidos no país (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021; 2022).

A Mata Atlântica é um *Hotspot* de biodiversidade mundial com mais de 8 mil espécies endêmicas (Brasil, 2006) é ao mesmo tempo um domínio altamente fragmentado, com a maior lista de espécies ameaçadas de fauna e flora. Aproximadamente 50 a 60 % da vegetação nativa está a menos de 90 metros das bordas, incidindo no alto grau de isolamento, num mosaico composto por uma esmagadora maioria de pequenos fragmentos de florestas secundárias com área inferior a 50 ha (Ribeiro *et al.*, 2009; Vancine *et al.* 2024). Segundo Vancine *et al.* (2024), nos últimos dezenove anos fragmentos pequenos (1 ha) aumentaram 1 Mha em áreas florestais. Fragmentos pequenos e isolados sofrem os impactos do efeito de borda, e, ao longo do tempo, não conseguem manter sua estrutura e nem a biodiversidade. Estabelece-se, com isso, um efeito cascata que sobrecarrega a capacidade de regeneração dos remanescentes, impactando no potencial das florestas em prover serviços ambientais essenciais para a sobrevivência e bem-estar coletivo, sejam elas humanas, de fauna ou flora.

O Bioma Mata Atlântica tem menos de 10% de áreas destinadas a Unidades de Conservação (UC), que não tem capacidade de abrangência suficiente para reparar e manter comunidades biológicas a salvo, e nem garantir a conservação dos recursos naturais, primeiro pela descrição do cenário anterior, segundo pela vasta extensão territorial do país (WWF, 2019) e terceiro pelo comprometimento da diversidade biológica por conta da baixa ou quase nenhuma conectividade entre elas (Ribeiro *et al.* 2022). Para Garcia e Francisco (2023), a fragmentação na Mata Atlântica é um processo que altera os processos ecológicos do ecossistema implicando diretamente nos aspectos estruturais da paisagem como aqueles ligados a forma, traduzidos, por exemplo, pelo índice médio de forma ou dimensão fractal médias entre outros, os quais podem indicar vulnerabilidade ambiental.

Chase *et al.* (2020) reforçam que a deterioração do ecossistema agrava a perda biodiversidade com a perda de habitat. A conservação da diversidade biológica é crucial para manutenção das sociedades humanas. Ecossistemas naturais sustentam serviços essenciais para a vida como a regulação do clima, a purificação do ar e da água, a polinização de culturas agrícolas, entre outros tantos que garantem a segurança energética, hídrica e alimentar. Entretanto, a erosão contínua, sem precedentes, da biodiversidade, o aumento da instabilidade ecológica e da degradação dos habitats sinalizam um real e iminente risco global de colapso dos sistemas naturais (Freire *et al.*, 2021).

Neste sentido, não há mais como tratar de forma antagonista os aspectos que permeiam a conservação e o desenvolvimento regional. Portanto, agir localmente ganha amplitude, suscitando uma preocupação ambiental pautada na emergente perspectiva do desenvolvimento regional que seja capaz de atender para além da dimensão econômica, sociocultural e institucional, uma melhor compreensão dos processos com enfoque na conservação da biodiversidade e de seus *habitats* nativos.

A fragmentação exerce forte influência na perda de *habitat*, perturbando de tal maneira o ambiente que o torna inapropriado para determinadas espécies. Deste modo, fragmentos de vegetação são *habitats* naturais gradualmente reduzidos por processos de ações antrópicas ou naturalmente, sendo o primeiro o grande modificador da superfície terrestre. A fragmentação muda a configuração dos *habitats*, implicando em quatro efeitos diretos: a redução da quantidade *habitat*, o aumento do número de manchas de *habitat*, a diminuição no tamanho de área e o aumento do isolamento de manchas (Fahrig, 2003).

A dinâmica da influência antrópica na paisagem fica evidente pelas mudanças no uso e cobertura da terra, na gestão (ou não) do espaço, tendo estes efeitos diretos na composição e no padrão de suas estruturas, alterando a biodiversidade, as funções e serviços ecossistêmicos e reduzindo a resiliência ambiental (Guiomar *et al.*, 2021). Desde forma, a cobertura florestal tem ligação com os processos funcionais do sistema hidrológico de uma bacia hidrográfica assegurando simultaneamente os processos ecológicos, os ciclos biogeoquímicos e fluxos de energia da paisagem dada sua natureza complexa e dinâmica ecológica. Em síntese, ecossistemas hídricos têm a capacidade de garantir a sustentabilidade de funções básicas que proporcionam os principais serviços ecológicos (Fernandes, 2021).

As consequências ecológicas ou suas estimativas estão ligadas a configuração espacial (arranjos espaciais) dos planos ambientais, assim, as métricas descritoras são úteis para diagnosticar, indicar, entender ou monitorar as diferentes associações (Botequilha-Leitão; Ribeiro, 2021). De acordo com Couto (2004), as métricas da paisagem são algoritmos que quantificam características espaciais de fragmentos isoladamente ou de todo o mosaico da paisagem. Basicamente trata-se de métricas estruturais e/ou funcionais. O presente artigo se propõe a análise das métricas estruturais, as que medem a composição física, não possuindo referência explícita de um processo ecológico, muito embora, possa ficar subentendido sua relevância funcional (Botequilha-Leitão; Ribeiro, 2021).

Estas estruturas são definidas como um mosaico heterogêneo que tem um padrão e ordenamento, sendo passíveis de avaliação analítica a partir de metodologias e ferramentas desenvolvidos e alavancados em ambiente computacional e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), denominados índices ou métricas da paisagem (Lang; Blaschke, 2009). Portanto, trata-se de descrever e quantificar os padrões expressos por dada paisagem.

Infere-se que um dos componentes básicos da composição física da paisagem é expresso pelas características espaciais associadas a geometria do fragmento, como tamanho, forma e borda, distribuição espacial, relações de vizinhança, quantidade índice de agregação etc. Fahrig (2003) aponta a fragmentação como um processo de desintegração do *habitat* numa escala justamente paisagística, em que as análises da estrutura da paisagem podem ser avaliadas em três níveis, a saber: fragmento ou mancha, classe e nível da paisagem (Faring, 2003; Lang; Blaschke, 2009; Botequilha-Leitão; Ribeiro, 2021), caracterizadas a seguir:

1. Mancha - *Patch-level metrics* - em que as métricas descrevem características geométricas de manchas individuais, ou seja, é possível gerar a área e bordas (perímetro) do fragmento. As principais métricas estão relacionadas ao nível de manchas (patches) são as de áreas, formas, bordas e área-núcleo;
2. Classe - *Class-level metrics* - que resumem todas as manchas de uma determinada classe, sendo possível gerar a área de todos os fragmentos; o número por classe, tamanho médio e a densidade dos fragmentos, assim como densidade e total de bordas dos fragmentos entre outros, esta categoria analisa explicitamente a configuração deste grupo de manchas. As principais métricas estão relacionadas ao nível de classe (*Class-level*) são aquelas como a relação de vizinhança e proximidade, em linhas gerais índices baseados em distância;
3. Paisagem - *Landscape-level metrics* - que tem capacidade de discriminar métricas específicas da paisagem ou agregadas a ela (Lang; Blaschke, 2009). As principais métricas estão relacionadas ao nível de paisagem (*Landscape-level metrics*) são: grau de contágio, grau de retalhamento e medidas de diversidade (riqueza, diversidade, dominância e uniformidade).

Neste contexto, mapas categóricos são pontos centrais nas análises de padrões da paisagem preconizados pela Ecologia da Paisagem (Botequilha-Leitão; Ribeiro, 2021). Os autores *op.cit.* destacam que o avanço tecnológico de diversos pacotes de *softwares* permite trabalhar com cálculo de várias métricas de estrutura da paisagem, somado ao desenvolvimento de outras ferramentas em ambiente computacional como num SIG. Este tem papel fundamental e imprescindível no planejamento de paisagens e meio ambiente, pois agrega grande quantidade de métodos e aplicações que advém da capacidade de integração de dados vetoriais e matriciais e, assim, representá-los e apresentá-los por meio de vários produtos cartográficos a exemplo dos mapas (Lang; Blaschke, 2009).

O cálculo de métricas da paisagem e a mitigação da invisibilidade cartográfica, principalmente na escala local, são possíveis por conta do Sensoriamento Remoto, em particular através dos satélites, visto que há várias plataformas de aquisição de dados geoespaciais. A capacidade de geração de dados de maneira sistemática, regular e periódica retratando os objetos ou fenômenos da superfície da terrestre, ganham destaque pelo potencial de alcance aplicado dos sistemas imageadores embarcados nos atuais satélites.

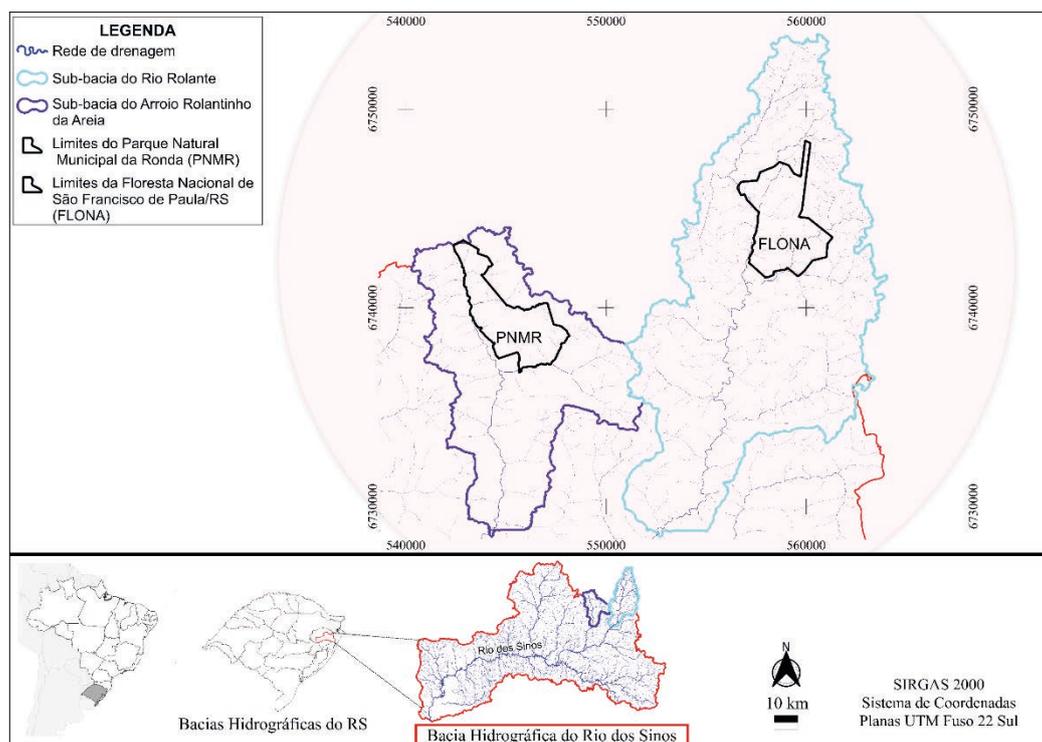
Portanto, análises ambientais dos diversos ecossistemas terrestres tem nas imagens orbitais, uma eficiente ferramenta capaz de produzir uma gama imensa de estudos e levantamentos dos recursos naturais (Meneses *et al.*, 2012). Luz e Ummus (2020), consideram que as análises espaciais têm na cartografia e geoprocessamento, capacidade de produzir informações essenciais para a gestão e planejamento regional. Para Lang e Blaschke (2009) o planejamento da paisagem é um instrumento de planejamento territorial.

A fragmentação da paisagem na encosta do Planalto Meridional, no sul do país, é um processo recorrente e persistente, constitui-se de um mosaico de florestas primárias e matas secundárias em tempos distintos de regeneração de grande potencial natural e biodiverso, com destaque para matas de araucárias – *Araucaria angustifolia* - e sua estreita relação com os ecossistemas associados de Campos de Altitude e áreas úmidas. Neste contexto se desenvolveu a pergunta instigadora desta pesquisa: Como mensurar a fragmentação estrutural dos remanescentes florestais de Mata Atlântica que compõe o mosaico da encosta do Planalto Meridional, no sul do Brasil numa perspectiva da conectividade entre duas unidades de conservação? A partir desta questão o objetivo principal do estudo foi analisar a estrutura da paisagem no domínio Mata Atlântica em duas cabeceiras de contribuição da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, com o propósito de avaliar a atual fragmentação estrutural florestal. Para alcance da meta, calculou-se o grau de fragmentação estrutural do *habitat* florestal de duas sub-bacias utilizando métricas da paisagem referente as manchas florestais remanescentes de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual.

METODOLOGIA

Localização e caracterização da área de estudo

A Sub-Bacia do Arroio Rolantinho da Areia (SBRA) e Sub-bacia Rio Rolante (SBRR) são duas relevantes cabeceiras de contribuição da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul (Figura 1). Correspondem ao trecho conhecido como Alto Sinos. Ambas as sub-bacias tem uma área estimada em 273,48 Km², que representam 7,40% da área total da bacia.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

O termo sub-bacia hidrográfica é adotado levando-se em consideração que tal recorte representa um fragmento multidimensional do sistema fluvial, possuindo padrões de drenagem endorreica, sendo ela tributária de uma bacia hidrográfica mais complexa (Gomes *et al.*, 2021). Ademais, o termo sub-bacia também é utilizado na segmentação da divisão em unidades de planejamento descritos do Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul, 2020).

Pertencente ao Bioma Mata Atlântica, este ecossistema fluvial, tem inserido integralmente, em sua área de abrangência, duas unidades de conservação (UCs) da região: o Parque Natural Municipal da Ronda (PNMR) e a Floresta Nacional (FLONA), ambas no território do município de São Francisco de Paula. A área de estudo tem uma variação de altitude entre 167 metros a 989 metros, estando situada na borda do Planalto Meridional do estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil. Caracteriza-se por um relevo suave ondulado a fortemente ondulado e montanhoso, desenvolvido sob o Cambissolo Húmico Alumínico (CHa7) de textura argilosa e o Neossolo Litólico Chernossólico (RLm4 e RLm7) de textura média cascalhenta (Subordens do SiBCS, BDIA, [s.d.]). Possui vales bem encaixados, logo abaixo da borda do planalto, que recebem as águas das vertentes mais altas abastecidas pelo amplo regime de chuvas na região, muito influenciado pelas massas de ar polares e tropicais que entram no estado diretamente influenciando o tipo de clima da região, classificado como Cfb (Köppen) temperado subtropical (Rio Grande do Sul, 2012).

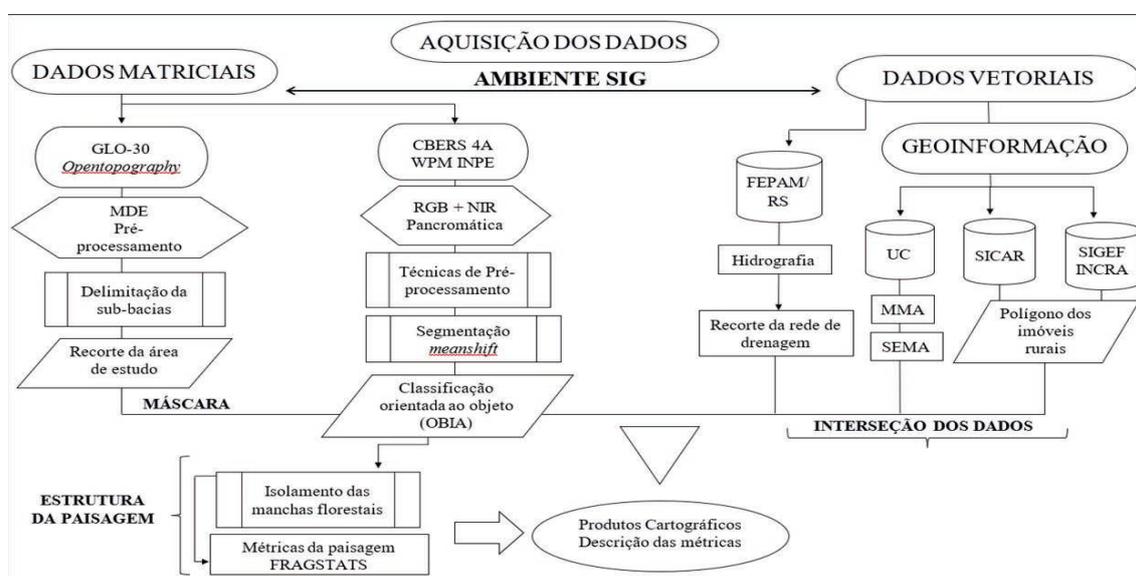
As características fisiográficas desta região dão suporte a vegetação de Campos de Altitude (Estepe Lenhosa), Floresta Ombrófila Mista (entremeada por Mata de Araucárias), Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). Tal paisagem configura-se por uma excepcional beleza cênica altamente biodiversa.

O PNMR é uma UC de proteção integral, isto é, de uso indireto dos recursos naturais, com uma área de 1.4482,20 ha de exemplares de Campos de Altitude e Floresta Ombrófila Mista. As principais ameaças ao parque são: fragmentação da paisagem do entorno da UC; os aspectos fundiários (incluindo invasões e ocupações irregulares); expansão urbana nos limites do parque; áreas internas com presença de exóticas invasoras (monoculturas de *Pinus elliottii* e eucaliptos *Eucalyptus sp.*); e descarte de resíduos sólidos, apresentando uma área já degradada pela existência de um 'lixão' (Rio Grande do Sul, [s.d.]). Existem cerca de 34 espécies de interesse conservacionista consideradas raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção, como o Papagaio-charão (*Amazona pretrei*), único psitacídeo migrador do Brasil, o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus gutulus*), o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) entre outros. A classificação do estado de preservação destes consta como vulnerável (VU) na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais IUCN (Rio Grande do Sul, 2012). A FLONA de São Francisco de Paula é uma UC de uso sustentável que ocupa uma área de 1.615,6 ha. Faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, considerada pelo Ministério do Meio Ambiente uma região de alta a altíssima prioridade para a conservação da biodiversidade. Está inserida no Corredor Ecológico do rio dos Sinos e entre os Corredores

Ecológicos dos rios Cai e Tainhas. Com exemplares de Floresta Ombrófila Mista, Campos de Altitude e Áreas de Banhados, abriga grande riqueza da avifauna com mais de 210 espécies, entre residentes ou migratórias, entre os quais destaca-se o Papagaio-charão (*Amazona pretrei*), cujo estado de preservação é vulnerável (VU) e a Águia-cinzenta (*Urubitinga coronata*) classificada em perigo (EM) (IUCN). Também há a registro da ocorrência da espécie endêmica *Melanophryniscus cambaraensis* conhecida pelo nome popular de Sapinho-da-barriga-vermelha, além da presença de mamíferos ameaçados de extinção, como o leão-baio (*Puma concolor*) e o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) e recentemente também tem sido avistado o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (Brasil, 2020) importantes representantes de grupos chave e animais de topo de cadeia.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa teve foco na coleta, tratamento e organização dos três grandes grupos de dados necessários ao desenvolvimento deste projeto, sendo eles: dados matriciais, dados vetoriais e banco de dados públicos (geoinformação), descritos na Figura 2.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 2. Fluxograma com as principais etapas metodológicas das atividades desenvolvidas.

As técnicas de processamento digital de imagens por Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento foram aplicadas a partir de um Sistema de Informação Geográfica – SIG. Todos os geodados foram processados no *software* livre, gratuito e de código aberto QGIS (SIG), versão LTR 3.16.5-Hannover. A elaboração cartográfica foi produzida em SIRGAS 2000, Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) Fuso 22 Sul, código EPSG 31982. Empregou-se a base cartográfica vetorial oficial do Rio Grande do Sul disponibilizada pela FEPAM, cuja escala é de 1:25.000, oferecendo-se uma escala maior, atual e de compatibilidade com as imagens do satélite CBERS 4 A, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial -INPE. Obteve-se uma máscara a partir da delimitação das sub-bacias de contribuição, por meio do processamento dos dados do modelo digital de elevação (MDE) GLO-30 disponibilizado pelo programa *Copernicus Dem*, da agência espacial europeia.

A geoinformação dos bancos de dados públicos foi utilizada para a extração de dados de hidrografia, poligonais das UCs e localização dos imóveis rurais que interseccionam as mesmas para verificação dos aspectos fundiários e sobreposição de geometrias (Quadro 1).

Quadro 1. Endereço de Website ou webservice para aquisição dos dados utilizados.

Fontes do dado	Tipo de dado	Website ou Webservice
Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM/RS	Vetorial – Hidrografia	http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/
GLO-30 desenvolvido pelo programa europeu <i>Copernicus Dem</i>	Matricial – Modelo digital de elevação (MDE)	https://portal.opentopography.org/dataset ou https://plugins.qgis.org/plugins/OpenTopography-DEM-Downloader/
Instituto Nacional Pesquisa Espacial – INPE – Divisão de Geração de Imagens	Matricial – Imagem CBRS 4ª WPM	https://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore ou https://plugins.qgis.org/plugins/ebers4a/
Ministerio do Meio Ambiente – ICMBIO	Vetorial – UC federal	https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federal
Secretaria do Ambiente e Infraestrutura – SEMA/RS	Vetorial – UC federal	https://sema.rs.gov.br/limites-da-unidades-de-conservacao
Sistema de Informação do Cadastro Ambiental Rural (SICAR)	Vetorial – UC federal	https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads
O Sistema de Gestão Fundiária - SIGEF	Vetorial – UC federal	https://certificado.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py

Fonte: elaborado pelas autoras.

Mapeamento do uso e cobertura da terra e isolamento das manchas florestais

O mapeamento do uso e cobertura da terra foi feito utilizando imagem do satélite CBERS 4A, instrumento imageador WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), órbita ponto 206/150, nível L4 pré-processamento, datada de 04.07.2023, correspondendo ao início do inverno na região sul do Brasil. Possui bandas na faixa do espectro visível (RGB) e um no infravermelho próximo (NIR), todas com oito metros de resolução espacial e uma banda pancromática de dois metros de resolução espacial. Foi gerada uma imagem a partir do índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) que foi integrada aos dados multiespectrais. As imagens passaram pelo processo de fusão e integração dos dados da multiespectral com a pancromática: utilizando o módulo *Orfeo ToolBox* (OTB) >> *Geometry* >> *Superimpose* >> *Pansharpening*. A etapa seguinte consistiu em submeter a composição colorida falsa cor R (vermelho) G (NIR) e B (azul) a classificação orientada ao objeto (OBIA). A classificação temática utilizou a seguinte legenda: Manchas Florestais, Campos de Altitude, Áreas Úmidas, Corpos Hídricos, Agropecuária, Antrópico e Silvicultura.

A partir da imagem classificada, os dados foram interseccionados com aqueles oriundos dos bancos de dados públicos como SICAR e SIGEF (contexto da situação fundiária da qual depende a matriz da paisagem) e os dados de hidrografia (FEPAM). O mapa contendo somente a classe de Manchas Florestais foi feito a partir do isolamento desta, sendo assim, foi submetido as rotinas do *software FRAGSTATS 4.2*[®] (Mcgarigal *et al.*, 2012).

Avaliação da estrutura da paisagem

As métricas da paisagem foram obtidas a partir da importação dos arquivos contendo as classes temáticas e Manchas Florestais isoladas para o *software* de domínio público e igualmente gratuito, *FRAGSTATS 4.2*[®] (Mcgarigal *et al.*, 2012). Os relatórios gerados foram exportados, manipulados e analisados utilizando planilha eletrônica, e os dados finais organizados em tabelas e gráficos.

A avaliação da estrutura da paisagem da área de estudo segue as proposições de Mcgarigal e Marks (1995), Lang e Blaschke (2009) e as considerações de Botequilha-Leitão e Ribeiro (2021), para uma abordagem focada na componente natural da paisagem expressando assim as métricas estruturais. A partir do processamento digital da imagem e do tratamento dos modelos vetoriais pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG) QGIS 3.16 foram elaborados dois produtos cartográficos: a) Mapa de Uso e Cobertura da Terra com a Porcentagem Ocupada pela Classe (PLAND %) das Duas Sub-Bacias; b) Mapa Distribuição das Classes de Tamanho das Manchas Florestais nas Sub-Bacias com Métricas NP (número de fragmentos), NP % (% número de fragmentos) e CA (área ocupada pela classe em hectares).

A fragmentação da paisagem imprime um número infinito de valores, justificando a interpretação conjunta de várias métricas. O Quadro 2 detalha as métricas calculadas, consideradas apropriadas na abordagem do planejamento ambiental e gestão territorial regional.

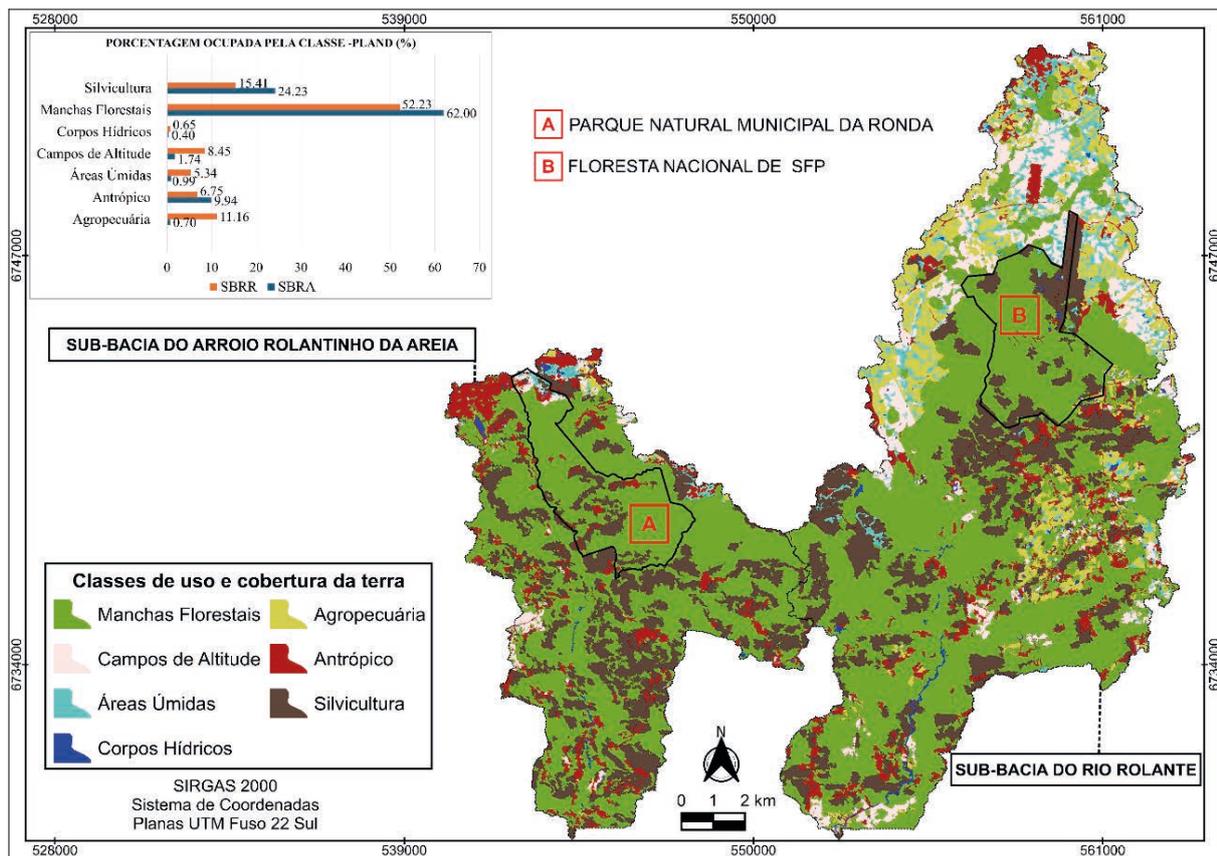
Quadro 2. Descrição das métricas utilizadas na análise da estrutura da paisagem da SBRA e SBRR.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Descrição/Informação
Patch	NP	Número de fragmentos	Adimensional NP ≥ 1	Indicador de fragmentação/retalhamento. Valores mais altos indicam maior fragmentação
Classes	CA	Área total ocupada por cada classe	Há	Indica a heterogeneidade e dimensões das manchas o que tem relação com a dependência desta composição para algumas espécies de fauna e flora
	TE	Total de bordas – soma de bordas	(Km)	Análise efeito de borda (habitas de interior vs. Borda). Referente a extremidade de todas as manchas, soma do perímetro de todas elas.
	ED	Densidade de borda	m/há	Quantidade de extremidade relativa as áreas da paisagem
	PLAND	Porcentagem ocupada pela classe na paisagem total	%	Importância relativa das funções da paisagem/distúrbios
	LPI	Porcentagem ocupada pelo maior fragmento	%	Manchas maiores podem servir como áreas-fonte de espécies
	CPLAND	Porcentagem da área núcleo na paisagem	%	
	SHAPE_MN	Índice de forma média das manchas da classe de interesse	[1-∞	Caracterização de cada elemento da paisagem, fornece informações que tem relação com o movimento de espécie ou perturbações, análise do efeito de borda/forma. 1 significa forma circular; valores elevados podem ser vantajosos se forem formas irregulares.
	FRAC_MN	Dimensão fractal média	[1<2]	Complexidade ou irregularidade da mancha. Perímetros mais simples próximos de 1, mais complexo chega a 2.
Landscape	ENN_MN	Distância euclidiana média do fragmento vizinho mais próximo	M	Proximidade/qual a distância da próxima mancha vizinha de mesma classe?
	COHESION	Grau de coerência	%	Qual o grau de coerência/conectividade entre manchas

Fonte: Compilado de Lang; Blaschke (2009), Metzger (2012) e Botequilha-Leitão (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas bacias de contribuição apresentam um mosaico heterogêneo em que a cartografia temática revela a pressão exercida pelas atividades antrópicas, evidenciando esta condição em direção ao limite das poligonais das UCs. Deste modo, a avaliação do comportamento da fragmentação, apresentado na Figura 3, demonstra a forma anisotrópica e o peso distinto que os vetores exercem sobre os remanescentes, com a porcentagem ocupada por cada classe de uso e cobertura da terra (PLAND %) na SBRA e na SBRR.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 3. Mapa de uso e cobertura da terra com a porcentagem ocupada pela classe (PLAND %).

Trata-se de uma matriz de plano de fundo ocupando mais de 50% (PLAND) da área total de ambas as sub-bacias com superfície dominante da classe de Manchas Florestais, num processo de fragmentação em que outros elementos menores são distinguíveis como por exemplo os ecótonos de transição entre os Campos de Altitude, Áreas Úmidas ou mesmo aquelas de usos da terra. Os usos predominantes são Silvicultura com 24,23% (SBRA) e 15,41% (SBRR), seguido pela Agropecuária 0,70% (SBRA) e 11,16% (SBRR) e a classe Antrópico com 9,94% (SBRA) e 6,75% (SBRR).

A expansão urbana, imobiliária e industrial soma-se ao incremento da Silvicultura comercial na SBRA, que juntamente com a pressão das atividades agrossilvipastoris da SBRR influenciam a quantidade e distribuição dos remanescentes florestais inseridos nestas importantes cabeceiras. São um total de 4.694 fragmentos (NP) distribuídos em uma área de 27.346,85 ha (CA). As métricas da classe de Machas Florestais retornaram 870 fragmentos em mais de 15 mil hectares de área contrapondo 743 fragmentos de Silvicultura em um pouco mais de 5 mil hectares de plantio para uso comercial (Tabela 1).

Tabela 1. NP (número de fragmentos) por CA (área ocupada por cada classe em hectares) de uso e cobertura da terra da área total ocupada na paisagem das SBRA e SBRR.

CLASSES	CA(ha)	NP	CA(ha)	NP
Agropecuária	63,73	52	2.033,76	478
Antrópico	906,89	365	1.230,46	711
Áreas úmidas	90,71	84	972,05	613
Campos de altitude	159,14	65	1.539,15	402
Corpos hídricos	36,40	64	119,05	247
Manchas florestais	5.659,35	310	9.516,71	560
Silvicultura	2.211,39	411	2.808,05	332
Total	9.127	1.351	18.219,24	3.343

Fonte: elaborado pelas autoras.

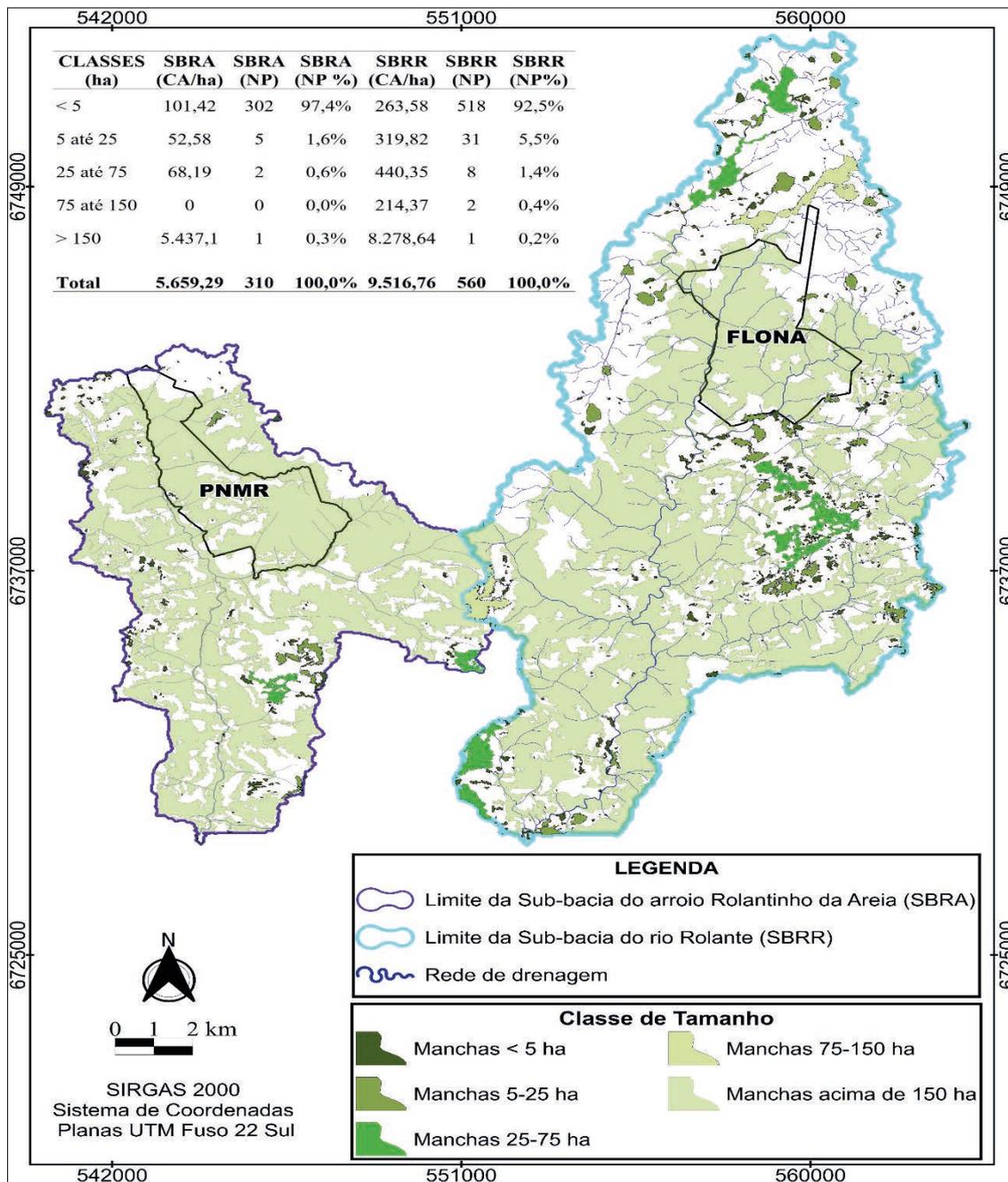
Infere-se pela cartografia a existência de pontos de contato entre Manchas Florestais e Silvicultura. Scussel (2018) conclui que esta associação entre remanescentes e plantios como silvicultura podem ser positivos sob o viés da conectividade e movimentação da fauna silvestre. Todavia, cabe pontuar que podem ser áreas empobrecidas do ponto da diversidade biológica. Mas em casos em que as métricas retornam uma grande quantidade de fragmentos (NP) e consequentemente grande extensão de bordas (TE), entre outros, a exemplo da paisagem estudada, implicam uma observação mais criteriosa sob este fato, e devem ser consideradas na modelagem do planejamento da paisagem.

Este aspecto merece atenção, pois o PNMR e a FLONA de São Francisco de Paula possuem plantios de silvicultura tanto no seu entorno quando dentro dos seus limites. Isso se deve ao fato de a primeira possuir apenas 12% do total da área do parque instituída, o restante encontra-se em processo de regularização fundiária. Neste contexto, muitas propriedades rurais inseridas nos limites da poligonal da UC têm renda atrelada ao uso da silvicultura comercial, entre outros. A segunda necessita de ajustes no georreferenciamento dos limites ao sul da UC, o que gera sobreposição com outros imóveis rurais da região. Outro ponto é que a FLONA de São Francisco de Paula, uma UC de uso sustentável, só passou a condição de Floresta Nacional em 1968, até então era administrada pelo Instituto Nacional do Pinho (INP), que tinha por objetivo o comércio madeireiro. Assim, são aproximadamente 229 ha de plantios de *Pinus taeda* e *P. elliottii*, 34 ha com *Eucalyptus sp.* e, 390 ha de reflorestamento de *Araucaria angustifolia*, todos sujeitos a supressão (Brasil, 2020).

A classificação temática considerou os replantios de *Araucaria angustifolia* como Manchas Florestais uma vez que frente as mudanças climáticas, estes maciços florestais têm muito mais importância em pé, o que justifica mantê-los na classe de Manchas Florestais e não como Silvicultura. Esta espécie nativa, consta na categoria de Perigo (EN) da Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN). O recurso-chave pinhão alimenta muitas espécies de fauna silvestre, algumas endêmicas do Planalto Meridional Sul-rio-grandense. Ademais, é patrimônio cultural da região, que fomenta o desenvolvimento regional com a Festa do Pinhão no município de São Francisco de Paula/RS, onde vários pratos são produzidos a partir dele (São Francisco de Paula, 2023).

A caracterização e configuração de *habitat* ao nível da classe Manchas Florestais das sub-bacias reflete o histórico de ocupação na Mata Atlântica: uma paisagem de florestas secundárias altamente fragmentadas, em que 97% dos fragmentos de vegetação são pequenos (<50 ha), com tamanho médio de fragmento entre 16,3 e 25,5 ha, sendo fortemente afetados pelo efeito de borda e o isolamento dos fragmentos (250–830 m) (Vancine *et al.* 2024).

Ambas as bacias de contribuição têm uma grande quantidade de fragmentos muito pequenos, inferiores a 5 ha (CA), que juntos somam mais de 800 fragmentos (NP), representando mais de 90% desta paisagem, conforme Figura 4. Ao mesmo tempo que a fragmentação causa mudança na configuração dos *habitats* também gera uma espécie de padrão recorrente de subdivisão, já observado por Scussel (2018), Garcia e Francisco (2023) e Longo *et al.* (2024): a geração de uma grande quantidade de fragmentos muito pequenos (< 5ha) e pequenos (até 25 ha) em oposição a diminuição de quantidade de fragmentos maiores (> 150 ha) estes últimos relevantes como área-fonte ou fragmento matriz.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 4. Distribuição das classes de tamanho das Manchas Florestais na SBRA e SBRR com métricas NP (número de fragmentos), NP % (% número de fragmentos) e CA (área ocupada por cada classe em hectares).

As métricas referentes ao tamanho das manchas têm grande valor ecológico associado, pois existe uma relação intrínseca entre tamanho da área e a riqueza de espécies. Exercem controle tanto sobre aspectos-chave dos ecossistemas quanto sobre suas comunidades, aquelas que coevoluíram nestes *habitats* (Botequilha-Leitão; Ribeiro, 2021).

Há dois grandes fragmentos centrais em cada sub-bacia, com área acima 150 hectares, representando 96,07% de área ocupada na SBRA (LPI) e 86,99% na SBRR (LPI) respectivamente (Tabela 2), mergulhadas em um mosaico com uma grande quantidade de fragmentos de área inferior a 50 ha. As UCs estão inseridas nestes dois grandes fragmentos centrais (>150 ha): o PNMR está SBRA e a FLONA de SFP está na SBRR (Figura 4).

Desta forma há uma grande extensão de bordas (TE): 1.316,10 km (SBRA) e 2.021,6 km (SBRR); com densidade de borda (ED) 144,20 m/ha (SBRA) e 110,9 (SBRR). A extensão total de bordas, geralmente, é equiparada com a riqueza de estrutura, contudo, também pode ser um forte indicativo de retalhamento da paisagem (Lang; Blaschke, 2009). Observa-se que a densidade é inversamente proporcional a extensão de bordas, sendo este um indicativo de maior grau de conservação uma vez que, em tese, poderia sofrer menos com o efeito de borda (Juvanhol *et al.* 2011).

Tabela 2. Métricas calculadas para as classes de tamanho das manchas florestais relativas à forma e coesão dos remanescentes da SBRA e SBRR.

Classes (ha)	(LPI) %	(SHAPE_MN) Adimensional ≥ 1	(FRAC_MN) Adimensional [1>2]	(CHOESION) (0<CHOESION>100%)
SBRA				
<5	0,08	2,04	1,18	97,8
5-25	0,34	4,85	1,27	99,4
25-75	0,68	7,78	1,31	99,6
75-150	0	0	0	0
>150	96,07	38,82	1,41	99,9
SBRR				
<5	0,05	2,35	1,21	97,9
5-25	0,24	4,10	1,23	99,4
25-75	0,79	6,30	1,27	99,7
75-150	1,46	6,07	1,26	99,8
>150	86,99	37,70	1,40	99,9

Fonte: elaborado pelas autoras.

A representação cartográfica indica a dinâmica dos fragmentos menores (Figura 4), que, embora sejam quase que exclusivamente compostos de bordas, são capazes de estabelecer conexão entre si e com os de grande porte, fazendo parte de uma complexa rede de interligações, promovendo áreas de transição entre as unidades da paisagem como verdadeiros trampolins ecológicos ou *stepping stones* (Forman; Godron, 1986).

Cabe ressaltar que dos 142 km de rede de drenagem da SBRA, 112 km tem conexão direta com os 310 fragmentos (NP), ou seja, 78,28% dos cursos d'água da bacia tem interconexão com essas manchas em algum ponto da área ocupada pela classe dos 5.659,35 ha (CA). A SBRR possui aproximadamente 403 km de rede de drenagem, que se comunica com os 560 (NP) remanescentes florestais em 219 Km de cursos d'água, o que representa 54,51% do total da malha hidrográfica da sub-bacia inserida nos 9.516,71 ha (CA). Depreende-se a relevância dos pequenos (5-25 ha/CA) e médios fragmentos (25-75 ha/CA) para a proteção e manutenção do sistema hídrico ao mesmo tempo que são eles elementos de ligação entre grandes áreas, promovendo a maior heterogeneidade da matriz (Forman; Godron, 1986).

Segundo João Paulo Fernandes (2021), os ecossistemas hídricos tem importância ímpar com diferenciado valor ecológico pela capacidade de conectividade, ligando diferentes elementos e espaços, de caráter linear e abrangente com particular capacidade de potencializar a existência de manchas de recursos, assegurando fluxo gênico dentro de uma gama de outros serviços ecológicos com variadas funções e inter-relações ecológicas, além de ser responsável por todos os processos funcionais do sistema hidrológico dentro da bacia hidrográfica.

O índice médio de forma (SHAPE_MN) indica que os fragmentos muito pequenos (<5 ha) (SHAPE_MN = 2,04 [SBRA] e 2,35[SBRR]) e pequenos (5-25 ha) (SHAPE_MN = 4,85 [SBRA] e 4,10 [SBRR]) mantém regularidade quanto a forma na comparação com os médios (25-75ha) (SHAPE_MN = 7,78 [SBRA] e 6,30[SBRR]) e médio-grandes (75-150 ha) (SHAPE_MN = não há fragmento para esta classe de tamanho [SBRA] e 6,07 [SBRR]).

Os grandes fragmentos centrais (> 150 ha) apresentam SHAPE_MN = 38,82(SBRA) e 37,70 (SBRR), valores altos para índice de forma. Valores elevados podem ser vantajosos quando as formas são irregulares observado o fator de ambivalência conforme a categoria e qualidade das bordas (Lang; Blaschke, 2009). Entretanto, são fortes indicativos da vulnerabilidade destes fragmentos maiores (Garcia e Francisco, 2023) pois o índice extrapola SHAPE_MN 37, um valor bem acima das demais classes de ranqueamento que não ultrapassam SHAPE_MN 8 para aquelas de tamanho diretamente menores (75-150 ha). Então, estes estariam mais propensos ao efeito de borda, tal comportamento já havia sido registrado por Juvanhol *et al.* (2011), mesmo que o esperado é que o fato esteja atrelado a fragmentos menores.

A dimensão fractal média das manchas (FRAC_MN) não apresentou muita variação entre as classes mantendo-se dentro da escala que a literatura preconiza com valores $1 > 2$. Reportando os valores mais elevados para os dois grandes fragmentos (> 150 ha) com índices na casa de 1,40, reforçando o aspecto de quão complexa ou irregular são as formas destas manchas. A espacialização dos fragmentos em conjunto com a extração das métricas permite inferir que se trata de uma área altamente retalhada, com bordas sinuosas e com muitos trechos irregulares que levam a perda de área, como verdadeiras “falhas” comprometendo assim a percolação na matriz anteriormente conectada, estes aspectos foram observados também por Garcia e Francisco (2023). Tais “falhas” são percebidas no entorno e interior das UCs de forma bastante incisiva (Figura 4). Os valores dos menores fragmentos (<5 ha) denotam que estes são mais regulares e

com perímetro mais simples. Em comparação com a região sudeste verificamos semelhança no índice FRAC_MN para manchas inferiores a 5 ha na Bacia do Rio Ubá/RJ (1,07) analisados por Milton Fernandes e Márcia Fernandes (2017).

O índice de retalhamento (SPLIT), indica um percentual mais elevado para SBRR 4,8 m² do que os 2,8 m² da SBRA. Essa métrica caracteriza o retalhamento da paisagem aderindo à informação das métricas referentes aos índices de forma, descritos anteriormente, os quais potencializam o efeito de borda agregando alta vulnerabilidade dos fragmentos remanescentes em ambas as sub-bacias. Segundo Lang e Blaschke (2009) um índice voltado ao aspecto do retalhamento de um *habitat* constata que a área absoluta praticamente não diminui, mas afeta os aspectos ligados a funcionalidade, isto é, perturbações do *habitat*, num processo de subdivisão contínuo que não costuma regredir, ao contrário tende a aumentar, comprometendo *habitat* mínimo para o estabelecimento de populações viáveis.

A distância média do vizinho mais próximo ENN_MN entre fragmentos retornaram valores de 23,6 metros (SBRA) e 35,6 metros (SBRR). Assim, a cada 20 ou 30 metros há a possibilidade de saída ou entrada em outra mancha. Mcgarigal *et al.* (2012) afirma que quanto maior os valores da métrica ENN_MN, maior será o isolamento do fragmento (NP).

A paisagem das sub-bacias apresenta um bom indicador ENN_MN garantindo a conectividade entre os fragmentos mitigando a perda de *habitat*, quando comparados a outros estudos dentro do bioma. Rezende (2011) em um estudo de série temporal de 1985 até 2008 em Floresta Estacional Semidecidual encontrou uma distância de 86 metros (ENN_MN) entre os fragmentos de remanescentes florestais. Scussel (2018) apontou 45,4 metros (ENN_MN) de distância média do vizinho mais próximo, afirmando que distância aumenta para 76 metros numa simulação sem a presença dos pequenos fragmentos (6,45 ha) concluindo a importância destes para o estabelecimento das redes de conexão na paisagem nas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga/SC.

Considerando uma área de borda ou um “*buffer*” negativo (Lang; Blaschke, 2009), arbitrária, de 30 metros, as métricas do percentual de área núcleo na paisagem (CPLAND) retornaram 43,5% (SBRA) e 38,4% (SBRR), isto é, cerca de 40% da classe de Manchas Florestais é constituída de áreas núcleo. Assim em tese, aproximadamente de 60% da área seriam evitadas por espécies sensíveis a borda, considerando que a densidade de borda (ED) e na distância euclidiana média dos fragmentos (ENN_MN) apresentadas até aqui. Isto porque são métricas diretamente relacionadas com o alcance de *habitas* pela fauna silvestre, implicando na manutenção da diversidade biológica.

O grau de coesão dos fragmentos foi calculado pela métrica COHESION. Ambas as sub-bacias tem índices acima de 90%, um ótimo resultado. Este alto grau de agregação está fortemente atrelado ao alto percentual de fragmentos muito pequenos e pequenos e sua estratégia de distribuição na paisagem. Os achados de Santos e Machado (2021) também reforçam esta afirmação, concluindo que o alto grau de agregação das formações florestais e campestres das Chapadas do Parque Nacional da Serra da Canastra/MG se deve justamente a alta porcentagem de pequenos fragmentos e a sua distribuição espacial. Isto posto, é fator decisivo para o estabelecimento e manutenção de metapopulações, que deste modo, mantêm o fluxo gênico entre as manchas, evitando assim a erosão da biodiversidade e o isolamento dos fragmentos (Fernandes; Fernandes, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas sub-bacias de contribuição possuem uma abrangência de cobertura florestal que ultrapassa 50% de área ocupada pela classe de Manchas Florestais (PLAND). Apresentando uma paisagem altamente fragmentada, com grande quantidade de fragmentos muito pequenos (< 5 ha), pequenos (5-25 ha) e grande extensão de bordas. Entretanto, a porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento da classe é superior a 85% correspondendo aos dois grandes fragmentos centrais (>150 ha) apresentados na produção cartográfica, onde se localizam, duas importantes unidades de conservação: o PNMR (SBRA) e a FLONA de SFP (SBRR). Desta configuração espacial tem-se um alto grau de coesão (*Cohesion*) do mosaico, visto o potencial de conexão dos fragmentos pequenos.

Há uma estreita relação entre o sistema hídrico superficial local com os remanescentes mapeados. A extração das métricas são evidenciadas pela sistematização dos elementos temáticos espacializados apresentando um cenário em que mais de 90% dos fragmentos muito pequenos (< 5 ha) encontram-se nas zonas periféricas da área de abrangência das sub-bacias, que juntamente com os pequenos e médios fragmentos (até 75 ha) que são indispensáveis ao estabelecimento de conexão com entorno dos grandes fragmentos (>150) onde se estão as UCs. É, portanto, premente ações de manejo e manutenção dos pequenos fragmentos, como estratégia de gestão para garantir um mosaico bem estruturado e funcional.

Por outro lado, os dois grandes fragmentos centrais apresentam vulnerabilidade visto o alto valor para SHAPE_MN combinado com FRAC_MN demonstrando a complexidade, a sinuosidade das formas, com muitos trechos irregulares, e áreas com subdivisões, isto é, “falhas”, ocupadas por outras classes de uso da terra de caráter antrópico. Infere-se este aspecto pelo índice de retalhamento (SPLIT) indicando elevados valores que potencializam fortemente o efeito de borda, comprometendo a funcionalidade ecossistêmica e a diversidade biológica. Estruturas físicas como corredores ecológicos podem ser uma alternativa viável para o estabelecimento da conectividade e

manutenção destes fragmentos fonte.

Uma das principais implicações desta pesquisa é situá-la no cenário das discussões sobre as aplicações da Ecologia da Paisagem de forma a contribuir para o planejamento e gestão da paisagem em esfera regional e local com foco na conservação da biodiversidade. Deste modo, os principais gargalos encontrados e que podem nortear o futuro das pesquisas são a escassez de estudos referentes as medidas de estrutura funcional, da qualidade ambiental dos fragmentos e bordas, do enfoque em grupos focais (espécies chave) ou grupos mais vulneráveis da região, sobre os pesos que os vetores de fragmentação exercem sobre os remanescentes para o estabelecimento de metodologias que indiquem potenciais de conectividade entre os fragmentos mapeados por este trabalho. Isso pode ser por meio de modelagem espacial com a integração de outros dados geoespaciais e outras variáveis para a detecção de *habitats* que possam ser integrados em sistema de informação geográfica.

REFERÊNCIAS

- BOTEQUILHA-LEITÃO, A.; RIBEIRO, S.C. Parte III. Métodos. Análise de Padrões. In: RIBEIRO, S.C. *et al.*, (org.). **Ecologia da Paisagem no Contexto Luso-brasileiro**, v.1. Curitiba: Appris, 2021. p.223-263.
- BRASIL. **Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2006. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso em: 12 de mar. 2024.
- BRASIL. ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de São Francisco de Paula**. Floresta Nacional de São Francisco de Paula, 2020. Disponível em: <http://www.florestanacional.com.br/Plano%20de%20Manejo%20Flona%20Sao%20Francisco%20de%20PaulaRS_2020.pdf>. Acesso em: 07. marc. 2024.
- COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em Fragstats. **Investigação Operacional**, v.24. 2004. p. 109-137.
- CHASE, J.M., *et al.* Ecosystem decay exacerbates biodiversity loss with habitat loss. **Nature**. 584, 238–243. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2531-2>
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA [s.d]). **Banco de Informações Ambientais – BDiA** – Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>>. Acesso em: 17 mar.2024.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>>. Acesso em: 11 mar. 2024.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** v.34. p. 487–515. 2003. Doi: 10.1146/annurev.ecolsys.34011802.132419.
- FERNANDES, J.P. Processos Ecológicos e Paisagem. In: RIBEIRO, S.C. *et al.*, (org.). **Ecologia da Paisagem no Contexto Luso-brasileiro**. v. 1. Curitiba: Appris, 2021. p.151-186.
- FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. de M. Análise Espacial da Fragmentação Florestal da Bacia do Rio Ubá - RJ. **Ciência Florestal**, v. 27. n. 4. 2017. p. 1429–1439. Doi:10.5902/1980509830330. Acesso em: 14 mar. 2024.
- FORMAN, R. T. T; GODRON, M.. **Landscape Ecology**. Cambridge. Cambridge University Press, 1986.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2021**. 2021. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>>. Acesso em: 13 mar.2024.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2022**. 2022. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>>. Acesso em: 13 mar.2024.
- FREIRE.M.C *et al.* Corredores Ecológicos. A Estrutura Ecológica Enquanto Instrumento de Sustentabilidade Ecológica. In: RIBEIRO, S.C. *et al.* (org.). **Ecologia da Paisagem no Contexto Luso-brasileiro**. v. 2. Curitiba: Appris, 2021. p.137-165.
- GARCIA, M. L. T.; FRANCISCO, C. N. Métricas da Paisagem na Avaliação da Fragmentação Florestal: O Índice de Dimensão Fractal. In: XX Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. [Anais...] São José dos Campos, INPE, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/metricas-da-paisagem-na-avaliacao-da-fragmentacao-florestal-o-indice-de-dimensao?lang=en>>. Acesso em: 08 mar. 2024.
- GOMES, R. C. *et al.*, Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **GEographia**, v. 23. n. 51. 2021.
- GUIOMAR, N. *et al.*, Dinâmicas e Evolução da Paisagem. In: RIBEIRO, S.C. *et al.*, (org.). **Ecologia da Paisagem no Contexto Luso-brasileiro**. v. 1. Curitiba: Appris, 2021. p.113-149.
- JUVANHOL, R. S. *et al.*, Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, out./dez. 2011. p. 353-364.
- LONGO, R.M. *et al.* Evaluating the Environmental Quality of Forest Remnants Using Landscape Metrics.

OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA REGIÃO DA SERRA DO PIRIÁ, VISEU-PA SOB O ENFOQUE DA GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS

SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE SERRA DO PIRIÁ REGION, VISEU-PA UNDER THE FOCUS OF LANDSCAPE GEOECOLOGY

IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES EN LA REGIÓN SERRA DO PIRIÁ, VISEU-PA BAJO EL FOCO DE LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE

Wellington Pereira de Souza¹

 0009-0000-4415-6742
souzaton687@gmail.com

Maria Rita Vidal²

 0000-0002-3392-3624
mritavidal@yahoo.com.br

1 Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará - Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4415-6742>. E-mail: souzaton687@gmail.com.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará - Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3392-3624>. E-mail: mritavidal@yahoo.com.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O objetivo é analisar os impactos socioambientais em seis comunidades do entorno da Serra do Piriá, no Nordeste do Pará. As paisagens foram diretamente afetadas pelas atividades humanas (mineração, pecuária, extrativismo) e suas consequências relacionadas à apropriação dos recursos naturais. A metodologia baseia-se nos pressupostos da análise ambiental com vistas à Geocologia das Paisagens para analisar os impactos socioambientais que, em conjunto com autores renomados, servirão de arcabouço para a compreensão dos fenômenos socioambientais, fazendo uso das delimitações das unidades e análise temporal. Entre os principais resultados está a delimitação de sete Unidades Geocológicas (UG), que associadas ao uso do solo demonstram degradação. As atividades humanas podem provocar alterações irreversíveis nas paisagens em questão, necessitando de ações de conservação e preservação.

Palavras-chave: Geocologia. Paisagem. Socioambiental. Serra do Piriá.

ABSTRACT: The objective is to analyze the socio-environmental impacts in six communities surrounding the Serra do Piriá, in the Northeast of Pará. The landscapes were directly affected by human activities (mining, livestock farming, extractivism) and their consequences related to the appropriation of natural resources. The methodology is based on the assumptions of environmental analysis with a view to Geocology of Landscapes to analyze socio-environmental impacts which, together with renowned authors, will serve as a framework for understanding socio-environmental phenomena, making use of unit delimitations and temporal analysis. Among the main results is the delimitation of seven Geocological Units (UG), which associated with land use demonstrate degradation. Human activities can cause irreversible changes to the landscapes in question, requiring conservation and preservation actions.

Keywords: Geocology. Landscape. Socio-environmental. Serra do Piriá.

RESUMEN: El objetivo es analizar los impactos socioambientales en seis comunidades circundantes a la Serra do Piriá, en el Nordeste de Pará. Los paisajes fueron directamente afectados por las actividades humanas (minería, ganadería, extractivismo) y sus consecuencias relacionadas con la apropiación de los recursos naturales. La metodología se basa en los supuestos del análisis ambiental con miras a la Geología de los Paisajes para analizar los impactos socioambientales que, en conjunto con reconocidos autores, servirán de marco para la comprensión de los fenómenos socioambientales, haciendo uso de delimitaciones unitarias y análisis temporales. Entre los principales resultados se encuentra la delimitación de siete Unidades Geocológicas (UG), que asociadas al uso del suelo demuestran degradación. Las actividades humanas pueden provocar cambios irreversibles en los paisajes en cuestión, requiriendo acciones de conservación y preservación.

Palabras clave: Geología. Paisaje. Socioambiental. Serra do Piriá.

INTRODUÇÃO

As paisagens da Serra do Piriá estão ameaçadas em função das pressões sofridas nessa região, sobretudo por empresas de exploração dos recursos naturais, a exemplo da exploração de fosfato para a fabricação de adubos químicos (Costa, 1991).

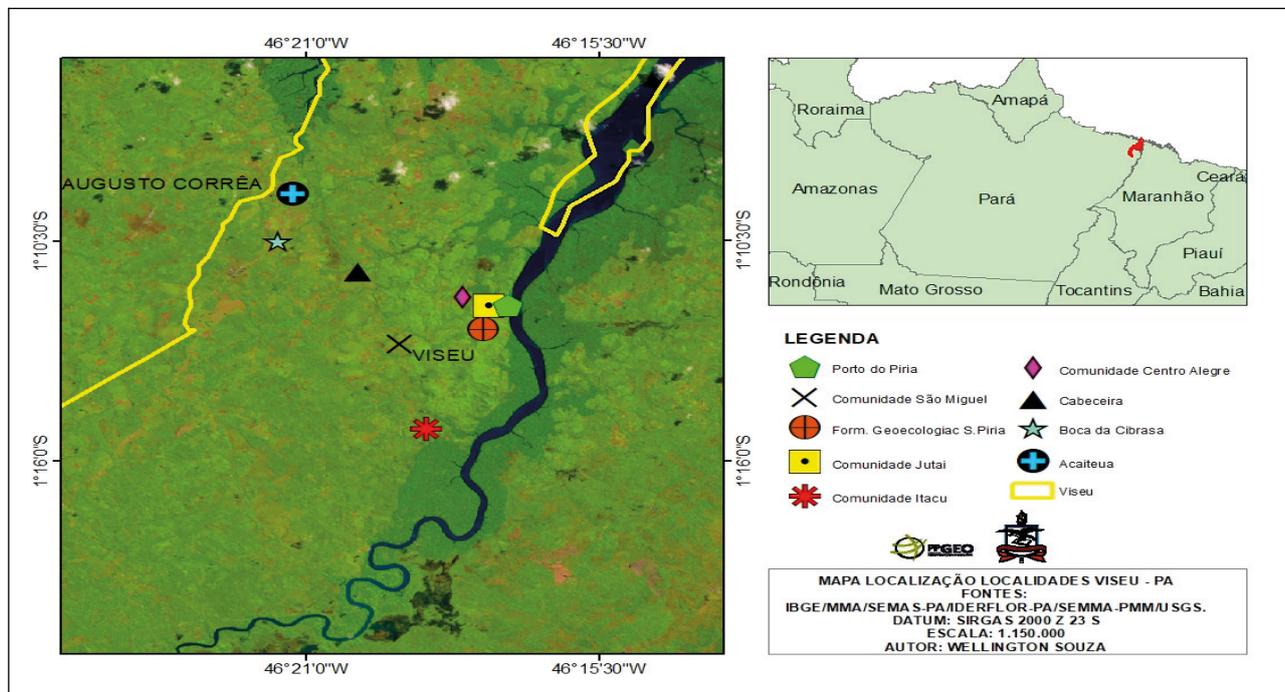
A floresta primária foi quase que totalmente substituída por vegetação secundária, em função do intenso desmatamento que ocorreu na região, esses fatores tem levado a impactos socioambientais significativos. Verifica-se então problemas relacionados com os impactos socioambientais, mudanças causadas por ações antrópicas que apresentam influência diretamente na qualidade de vida, na saúde humana e na economia e nos serviços ecossistêmicos. O importante papel da paisagem junto a análise dos serviços geossistêmicos possibilita entender e adentrar as estruturas e funcionamentos dos atributos sistêmicos (Vidal; Silva, 2021).

Assim, objetiva-se analisar a dinâmica das paisagens na Serra do Piriá e em seu entorno, afim de verificar como as ações antrópicas modificaram as paisagens. O entendimento dos processos que formam os sistemas ambientais e os sistemas sociais, possibilita identificar os fatores de impactos socioambientais que afetam as paisagens e conduz a possibilidades de desenvolvimento socioambiental para a área de estudo.

As pesquisas geológicas propõem o planejamento e a gestão ambiental das paisagens, que visa o desenvolvimento sustentável, a organização estrutural-funcional, direcionados à otimização dos recursos, incluindo a sua perícia e monitoramento (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2013). Para desenvolver o trabalho de acordo com a realidade local, levou-se em consideração as unidades de paisagem, importantes para o planejamento ambiental e territorial (Rodríguez; Silva; Leal, 2012).

Localização geográfica e descrição da área de estudo

A área da pesquisa está inserida na mesorregião do Nordeste paraense, mais precisamente na microrregião do Guamá, na qual faz parte o município de Viseu-PA. O foco da pesquisa acontece nas comunidades ao entorno da formação geológica Serra do Piriá, que são: Açaiteua, Cabeceira, Centro Alegre (Serra do Piriá), Jutai, São Miguel e Ita-Açu, dista aproximadamente, 320 quilômetros de Belém (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 1. Localização das comunidades da região da Serra do Piriá/Viseu-PA.

Em termos naturais a área apresenta clima equatorial quente e úmido do subtipo “Am/W”, segundo a classificação de Köppen (Costa *et al.*, 1977), na geologia destaca-se o grupo Aurizona com a cobertura laterítica, sendo suas rochas formadas no Pré-Cambriano (Oliveira, 1977). A geomorfologia apresenta-se com depósitos sedimentares quaternários, tabuleiros costeiros, planícies fluviais e fluvio-marinhas recobertas por Latossolos e Gleissolos. Sobre a influência dos principais rios, destaca-se o rio Piriá e o rio Emburanunga. A floresta ombrófila densa e hidrófila com Palmáceas, manguezais, campo-cerrado e capoeiras de diversos ciclos e sobre tudo áreas de capoeira com pastagens detêm a cobertura vegetal da área.

Na região da Serra do Piriá estão inseridas comunidades rurais que apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano médio muito abaixo de 0,813 (PNUD, 2013). Em relação à economia, o setor que se destaca é o primário, pois a maioria da população trabalha com a agricultura, a pecuária e o extrativismo, seguido do setor terciário, como as atividades comerciais, de saúde, educação, entre outras (IBGE, 2013).

Destaca-se o cultivo e o extrativismo do açaí, juntamente com a extração de madeira das áreas do mangue e de terra firme. Geralmente, se desmata para a prática da agricultura e a pecuária, no caso da agricultura, temos as plantações de mandioca, macaxeira, milho, feijão e capim (*Andropogon ceriferus*) que é utilizado para a alimentação do gado bovino.

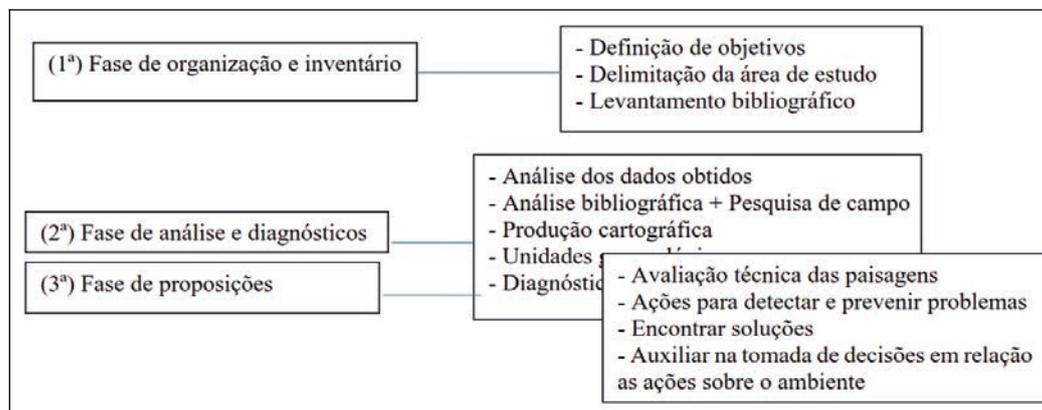
Ocorre também a prática da retirada de vegetação para a fabricação de móveis, uso da madeira nas construções de casas, barcos, pontes, cercados, etc. Nas regiões do polo de Açaiteua, que abrange as comunidades de Centro Alegre, Jutai, Cabeceira, São Miguel e Ita-Açu, a pesca em pequena escala é a atividade predominante, onde os pescadores atuam nas áreas do estuário, a maior parte do pescado é comercializado nas comunidades da região.

Outra atividade econômica que atualmente é considerada o carro chefe das rendas das famílias nas comunidades, é o extrativismo do caranguejo (*Ucides cordatus*). Têm-se também a coleta de mariscos como o mexilhão, o turú e a ostra (*Mytella charruana*, *Teredo sp.* e *Crassostrea rzizophorae*, respectivamente) (Santos, 2015).

Ocorre também a pesca de tapagem nos canais de marés, com captura de espécies de peixes como a Uriacica (*Cathirops spixii*), Bragalhão (*Tachysurus barbuis*), Tralhoto (*A. anableps*), etc. A pesca do Camarão (branco e o regional), são usadas puças de arrasto, de muruada e a rede fina. Já na área litorânea, utilizam-se as embarcações de maior porte e motorizadas que trabalham com redes e espinhéis de maior tamanho, currais costeiros, entre outros (RPGIRP, 2013).

METODOLOGIA

Optou-se pelo estudo integrado da paisagem, através da análise geocológica com base na Teoria Geossistêmica e em especial nos pressupostos de Rodriguez, Silva e Cavalcanti, (2022); Vidal, (2014), Vidal e Mascarenhas (2020) Vidal e Silva (2021). A geocologia segue um caminho metodológico que aponta para as fases do planejamento ambiental como se segue as etapas abaixo (Figura 2) pautada no esquema metodológico proposto por Rodriguez e Silva (2013).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2. Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

(1) Fase de Organização e Inventário: consistindo na preparação e organização, definição dos objetivos e a delimitação da área de estudo, seguido da pesquisa bibliográfica, enfatizando autores que norteará o arcabouço teórico e metodológico, na qual fará uso de imagens de satélites multiespectrais; com base da topografia para auxiliar na composição das unidades de paisagens; dados vetoriais dos condicionantes ambientais ambos com aquisição nos sites oficiais;

(2) Fase de Análises: destina-se a analisar e interpretar todos os dados referentes à interação entre os componentes naturais, sociais e econômicos, análise das causas que levaram as principais mudanças das paisagens, interpretações de imagens e composição dos mapas e perfis. Um papel significativo nessa fase, é o trabalho de campo que possibilita a conferência da verdade terrestre para a composição dos mapas de paisagem;

(3) Fase de Diagnóstico e Proposição: objetiva-se esclarecer o estado em que se encontram as paisagens, como resultado do uso e exploração de seus recursos, e ainda possibilita conhecer a situação atual das paisagens estudadas. Segundo (Mateo e Martinez, 1998 e Glazovski *et al.*, 1998) em dependência da alteração dos mecanismos de formação e regulação sistêmica e do grau e amplitude dos processos degradantes e do nível de degradação, pode-se determinar o estado ambiental dos geossistemas. Entende-se que o estado ambiental leva em consideração a situação geocológica da paisagem estudada que é determinada pelo tipo e grau de impacto e a capacidade de reação e absorção dos geossistemas.

O estado ambiental dos geossistemas podem ser: estável (não alterado), medianamente estável - sustentável, instável - insustentável, crítico - perda parcial da estrutura espacial e funcional com eliminação paulatina das funções ecológicas, e muito crítico - perda e alteração generalizada da estrutura espacial e funcional (Mateo e Martinez, 1998). Para tanto, foram aferidos os seguintes valores: 0 a 20 = Estável; 21 a 40 = Média (medianamente estável); 41 a 60 = Instável; 61 a 80 = Crítico; 81 a 100 = Muito crítico, logo após a atribuição dos valores, será realizada a média de todos os parâmetros avaliados.

Os autores Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) fazem destaque para o esquema metodológico do pensamento analítico embasado na Geocologia da Paisagem que perpassa pelo estudo da organização do sistema; classificação, função, taxionomia das estruturas; e conhecimento dos fatores modificadores das paisagens. Em um determinado período, ocorrerá a avaliação do “potencial das paisagens e tipologias funcionais [...] e dos impactos geocológicos das atividades humanas, das funções e cargas econômicas.

Os mapas temáticos – geomorfologia, solo, vegetação foram confeccionados através das bases do IBGE em escala de 1:250.000, dados disponibilizados no site do IBGE. Utilizou-se imagens de Landsat da área de estudo, base topográfica e dados da base da ANA (Agência Nacional das Águas) e bases da SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), processados no QGIS (3.28) Firenze.

REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, se usa o termo “socioambiental” para dar dimensão da participação social no ambiente, pois se tornou muito difícil falar do mesmo apenas do ponto de vista da natureza (Mendonça, 1993). Para trabalhar a ideia de comunidade de forma subjetiva, as relações e os processos, devem ser orientados a partir do lugar, levando em consideração a história e a espacialidade da mesma a luz os acontecimentos.

No campo das ciências geográficas e biológicas, utiliza-se principalmente o conceito de paisagem como formação antroponatural. Logo, a paisagem pode ser definida como um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, podendo ser considerada como, um sistema que contém e reproduz recursos, como um meio de vida e da atividade humana, como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2022, p. 20).

A análise paisagística é o conjunto de métodos e procedimentos técnicos e analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar as suas propriedades, índice e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação da paisagem e as pesquisas das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis.

Se tratando do enfoque sistêmico, podemos descrever como uma concepção científico-metodológica que centra a sua atenção na análise dos sistemas e suas totalidades, regulando o funcionamento das partes ou aspectos que os integram, definindo-se os atributos que transcendem as características de seus componentes, daí é necessário aceitar que a matéria é capaz de auto organizar-se e de auto regular-se (Vidal, 2014, p. 39).

Sobre a questão do planejamento ambiental Rodríguez e Silva (2013) argumentam que o mesmo se dá em três dimensões: (a) como meio sistemático, onde se estabelece o estado atual e se estabelece onde se pretende chegar e como será o processo para se chegar; (b) um processo contínuo, através da coleta, organização e sistematização de informações; (c) semelhante a um processo cognitivo, pensando de forma antecedente o que se deseja alcançar e como se chegar.

Não basta apenas identificar os tipos de impactos ambientais, mas sim criar medidas para minimizá-los, a resolução de impactos socioambientais perpassa pelo planejamento ambiental, visando um desenvolvimento social e econômico menos danoso para o ambiente natural. De acordo com Rodríguez e Silva (2013, p. 133), “planejamento ambiental é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa”. Se faz necessário analisar a paisagem em seu conjunto, compreendendo a sua constituição por vários elementos, físicos, biológicos e antrópicos, e que estes estão relacionados de tal forma que qualquer modificação em um desses, leva a alterações na paisagem como um todo (Vidal, 2014).

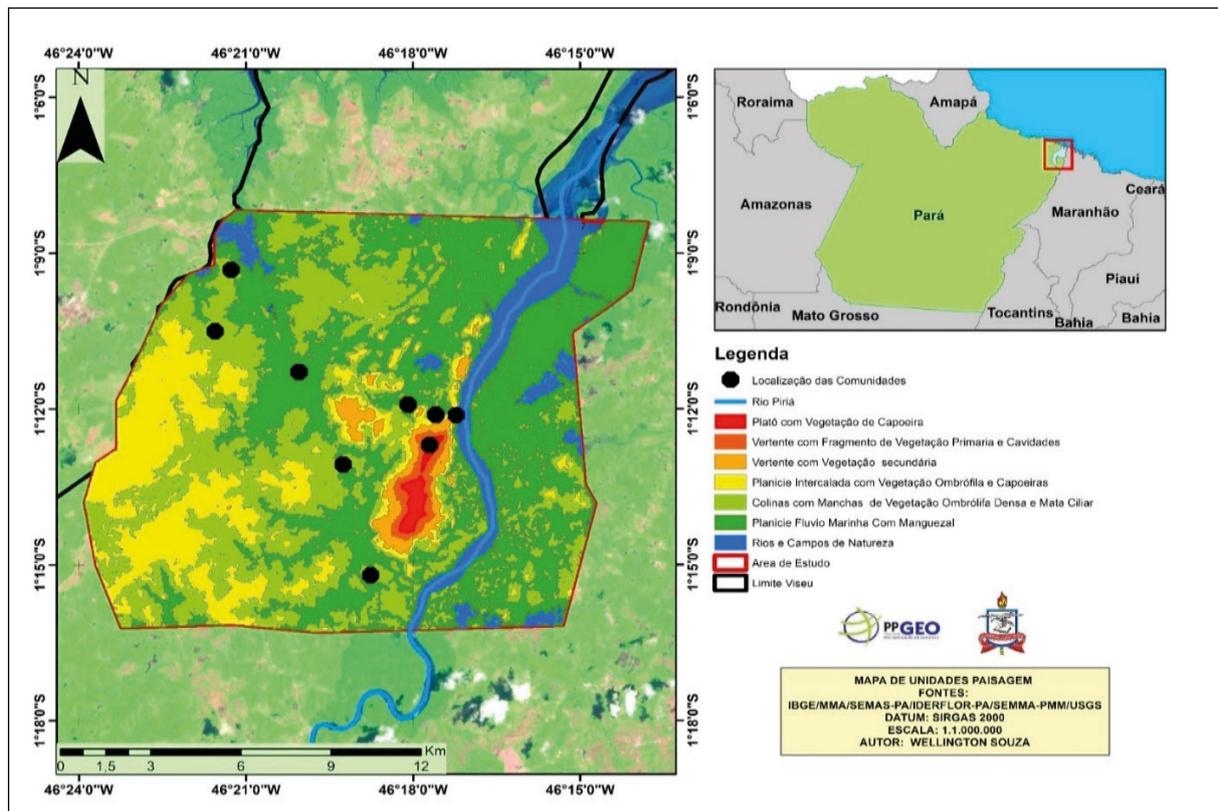
Alterações geram mudanças nos sistemas ambientais, como o processo de artificialização o que subtrai das paisagens as dinâmicas que lhe são naturais, como produção, regulação, transporte, acumulação de matérias e energias, elementos que são essenciais para o funcionamento de todo o processo natural territorial (Vidal; Silva, 2021). Na interpretação dos impactos socioambientais é importante perceber as diferenças entre paisagem natural e paisagens antroponaturais, sendo que a primeira se caracteriza como o “conjunto de componentes naturais que interatuam sistematicamente entre, relevo, clima, solo, água, vegetação” (Vidal; Silva; Rodríguez; Mascarenhas, 2014, p. 18).

Já as paisagens culturais são como a morfologia da forma do espaço, refletindo nas formas em que as ações humanas, não só que foram modificadas, mas também construídas dando forma à morfologia das paisagens (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2004). Para o entendimento das relações e processos que ocorrem nas paisagens, toma-se como base as unidades de paisagens, sobre elas pode-se então estabelecer o conjunto de interações e/ou modificações antrópicas. As unidades da paisagem revelam as condições do território, mediante a análise sistêmica dos aspectos e, tendo como destaque a intervenção humana, acentuadamente na paisagem.

Para Vidal e Mascarenhas (2021), a delimitação das unidades de paisagem consiste em agrupar todos os planos de informações com a extração dos atributos e convenção para os formatos vetoriais, seguidos de suas reclassificações, abordando os condicionantes geoecológicos da paisagem. Para as delimitações das unidades geoecológicas se faz importante os fatores geoecológicos (geologia, geomorfologia, vegetação e solos), unidades morfométricas (altimetria, hipsometria, modelo digital do terreno).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos de Pinheiro *et al.* (2001) sobre a existência de cavernas e grutas como exemplos raros em rochas bauxíticas na região da Serra do Piriá, levaram os mesmos a proporem e a indicarem a Serra como uma província espeleológica, pelo significativo número de ocorrências de cavernas e abrigos. A geologia é assim o fator predominante para a constituição geomorfológica da Serra do Piriá. Esses aspectos inserem a importância da região para a manutenção dos sistemas ambientais que estão dispostos em sedimentos terciários e rochas metamórficas, e na qual pode-se delimitar as unidades de paisagem (Figura 3).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 3. Unidades Geocológicas da Região da Serra do Piriá, Viseu-PA.

As unidades geocológicas da região da Serra do Piriá são:

- (UG1) Platô com Vegetação de Capoeira;
- (UG2) Vertente com Fragmentação de Vegetação Primária e Cavidades;
- (UG3) Sopé da Vertente com Vegetação Secundária;
- (UG4) Planície Intercalada com Vegetação Ombrófila e Capoeira;
- (UG5) Colinas com Manchas de Vegetação Ombrófila Densa e Mata Ciliar;
- (UG6) Planície Fluviomarina com Manguezal e
- (UG7) Rios e Campos de Natureza.

Os resultados levantados apontam para o uso e ocupação do solo nas unidades geocológicas com as tipologias dos seguintes impactos elencados a partir dos trabalhos de campo (Quadro 1):

- 1) Mineração (assoreamento de corpos hídricos, poluição hídrica, do ar, etc.);
- 2) Desmatamento (fragmentação e/ou perda da biodiversidade);
- 3) Resíduos sólidos (produção de chorume, descaracterização da paisagem, etc.);
- 4) Despejos de efluentes (poluição de mananciais, mortandades de ictiofauna, etc).

Quadro 1. Efeitos e consequências ambientais nas unidades geoecológicas.

UNIDADE	EFEITOS E CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS	GRAU DE INTENSIDADE
(UG1): Platô com vegetação de capoeira	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem e das características naturais (2) Destruição do solo e subsolo (3) Lixiviação (4) Erosão eólica (5) Elevação do escoamento superficial (6) Mudanças nos padrões de infiltração das águas superficiais 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Muito crítico (100) (3) Muito crítico (90) (4) Muito crítico (90) (5) Muito crítico (100) (6) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 95</p>
(UG2): Vertente com fragmentação de vegetação primária e cavidades	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem (2) Emissão de gases, traços e partículas (3) Surgimento do Black Carbon (fuligem) (4) Diminuição da evapotranspiração (5) Alteração da composição química da atmosfera (6) Diminuição da umidade fornecido pela vegetação das vertentes (7) Aumento da evaporação (8) Diminuição da biodiversidade das cavidades (9) Empobrecimento da biodiversidade (10) Diminuição do transporte de umidade fornecido pela floresta (11) Mudança entre a interação biosfera-atmosfera (12) Aumento da temperatura interna das cavidades (13) Diminuição de espécies importantes no regime alimentar dos morcegos (14) Aumento do transporte de sedimentos (15) Erosão das vertentes (16) Aumento da velocidade do escoamento superficial (17) Modificações por alterações hídricas 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Crítico (70) (2) Instável (50) (3) Médio estável (45) (4) Instável (50) (5) Médio estável (30) (6) Instável (50) (7) Instável (55) (8) Crítico (70) (9) Instável (50) (10) Crítico (70) (11) Médio estável (30) (12) Crítico (70) (13) Crítico (70) (14) Muito crítico (90) (15) Muito crítico (90) (16) Muito crítico (95) (17) Instável (50) <hr/> <p>Média por UG* 60,88</p>
(UG3): Sopé da vertente com vegetação secundária	<ol style="list-style-type: none"> (1) Mudança da paisagem (2) Empobrecimento da biodiversidade (3) Alterações nos níveis de temperatura (4) Mudanças nos índices pluviométricos (5) Emissão de gases, traços e partículas (6) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (7) Lixiviação (8) Erosão hídrica (9) Elevação do escoamento superficial (10) Degradação solo (11) Compactação do solo e perda de nutrientes 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (90) (2) Crítico (80) (3) Crítico (80) (4) Crítico (80) (5) Muito crítico (90) (6) Muito crítico (95) (7) Crítico (85) (8) Muito crítico (80) (9) Muito crítico (90) (10) Crítico (80) (11) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 93,18</p>
(UG4): Planície intercalada com fragmentos de vegetação ombrófila e capociras	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da evapotranspiração em áreas de pastagens/cultivos (2) Diminuição da produção do solo (3) Compactação do solo e perda de nutrientes (4) Mudança das características naturais da paisagem (5) Empobrecimento da biodiversidade (6) Alterações nos níveis de temperatura (7) Mudanças nos índices pluviométricos (8) Emissão de gases, traços e partículas (9) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (10) Lixiviação/ assoreamento (11) Erosão hídrica (12) Elevação do escoamento superficial 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (97) (2) Muito crítico (95) (3) Muito crítico (90) (4) Muito crítico (95) (5) Crítico (80) (6) Crítico (75) (7) Crítico (80) (8) Crítico (79) (9) Muito crítico (95) (10) Crítico (70) (11) Muito crítico (95) (12) Crítico (80) <hr/> <p>Média por UG* 85,84</p>
(UG5): Colinas com manchas de vegetação ombrófila densa e mata ciliar	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da evapotranspiração (2) Diminuição da produção do solo (3) Compactação do solo e perda de nutrientes (4) Mudança da paisagem e das características naturais (5) Empobrecimento da biodiversidade (6) Alteração dos níveis de temperatura (7) Mudanças nos índices pluviométricos (8) Emissão de gases, traços e partículas (9) Alteração na composição química da atmosfera (10) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (11) Alteração do modo de vida das pessoas (12) Interrupção dos padrões naturais da paisagem 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Crítico (70) (3) Crítico (80) (4) Muito crítico (95) (5) Crítico (75) (6) Crítico (70) (7) Instável (60) (8) Muito crítico (90) (9) Crítico (70) (10) Crítico (80) (11) Crítico (75) (12) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 79,58</p>
(UG6): Planície fluvioamarinha com manguezal	<ol style="list-style-type: none"> (1) Empobrecimento da biodiversidade (2) Mudança da paisagem (3) Retirada e deposição do material lamoso (4) Erosão de materiais das margens do mangue (5) Diminuição da evapotranspiração em áreas de mangue 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Estável (15) (2) Média estável (30) (3) Estável (10) (4) Instável (50) (5) Instável (30) <hr/> <p>Média por UG* 27</p>
(UG7): Rios e Campos de natureza	<ol style="list-style-type: none"> (1) Diminuição da produção do solo (2) Compactação do solo e perda de nutrientes (3) Lixiviação (4) Empobrecimento da biodiversidade (5) Erosão hídrica (6) Elevação do escoamento superficial (7) Alteração nos níveis de temperatura (8) Mudanças nos índices pluviométricos (9) Mudança no regime hidrológico (10) Emissão de gases, traços e partículas (11) Surgimento do Black Carbon (fuligens) (12) Alteração na composição química da atmosfera (13) Assoreamento (14) Mortandade da ictiofauna 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Muito crítico (95) (2) Muito crítico (95) (3) Crítico (80) (4) Crítico (75) (5) Crítico (70) (6) Crítico (75) (7) Instável (50) (8) Crítico (80) (9) Crítico (61) (10) Instável (50) (11) Muito crítico (90) (12) Crítico (85) (13) Instável (60) (14) Muito crítico (95) <hr/> <p>Média por UG* 75,06</p>

Fonte: adaptado de Rodriguez (2022, p. 141). Organização dos autores (2023).

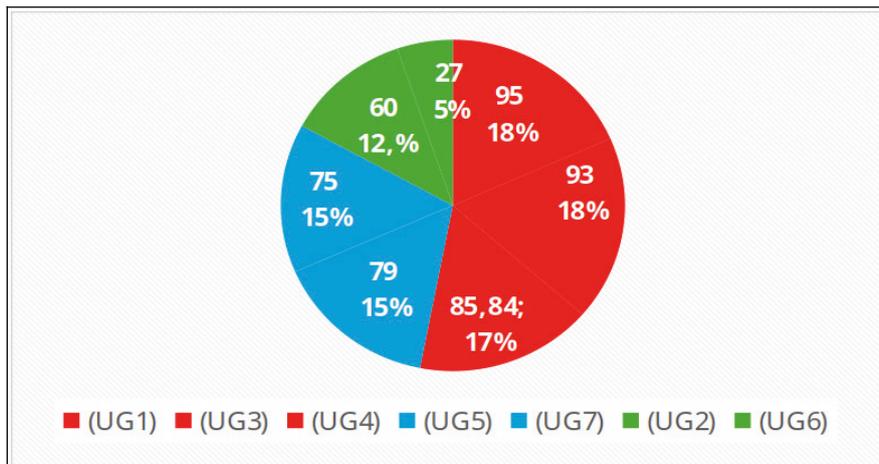
Legenda: 0 a 20 = Estável; 21 a 40 = Média (medianamente estável); 41 a 60 = Instável; 61 a 80 = Crítico; 81 a 100 = Muito crítico. / * Média de todos os parâmetros avaliados.

- **Platô com vegetação de capoeira (UG1)** intensa transformação, efeitos e consequências ambientais atingiram um grau de intensidade muito elevado, todos os efeitos e consequências foram classificados como muito críticos o que confere uma média de (95 pontos), nos quais foram atribuídas pontuações: Mudança da paisagem, destruição do solo e subsolo, lixiviação, erosão eólica, elevação do escoamento superficial da água da chuva e mudanças nos padrões de infiltração das águas superficiais, refletindo um elevado grau de alteração antrópica devido a plotagem mineralógica realizada pela empresa CIBRASA S/A. Tiveram destaque negativamente, atingindo intensidade máxima os efeitos: destruição do solo e subsolo e a elevação do escoamento superficial da água da chuva;
- **Vertente com fragmentação de vegetação primária e cavidades (UG2)** está passando por um processo de transformação das suas características naturais, atingindo um grau crítico de intensidade (60 Pontos). Foram identificados focos de incêndios, ligados a prática da agricultura itinerante, produzindo gases, traços e partículas para o ambiente, assim também como o Black Carbon (fuligens). Esses dois quesitos foram classificados como instável. A emissão de gases, traços e partículas, levaram a alteração da composição química da atmosfera, tendo esse quesito a intensidade medianamente instável e, conseqüentemente levou a diminuição da umidade fornecida pela vegetação das vertentes, com grau de intensidade instável. Devido ao aumento do desmatamento na UG2, aponta-se para a elevação da evaporação, sendo o grau de intensidade desse parâmetro considerado instável. As cavidades estão ameaçadas devido ao desmatamento e queimadas. A unidade vem perdendo gradativamente sua biodiversidade, chegando ao grau instável e crítico. A vegetação primária está sendo substituída por áreas de cultivo e vegetação secundária, ocorrendo a diminuição da umidade fornecida pela floresta, sendo seu grau crítico. Nas áreas de declividade, onde retira-se a vegetação primária ocorre potencialmente o transporte de sedimentos, sendo muito crítico, pois a erosão, a velocidade de escoamento superficial se intensificara. Essas mudanças levaram a modificações nas relações geoquímicas por alterações do sistema hídrico, sendo esse parâmetro considerado instável;
- **Sopé da vertente com vegetação secundária (UG3):** apresenta um alto grau de degradação, a biodiversidade dessa unidade geocológica vem sofrendo um processo de empobrecimento com um grau de intensidade crítico atingindo num total 93 pontos. O desmatamento e as queimadas estão levando a alterações nos níveis de temperatura. Sabe-se que a redução da vegetação leva as mudanças negativas nos índices pluviométricos, queimadas geram a emissão de gases, traços e partículas que envolve a produção do Black Carbon. Como se trata de uma vertente, a ação da água atual de forma importante, a retirada da vegetação primária, deixa o solo exposto à erosão hídrica e a maiores processos de lixiviação. A água da chuva retira os sedimentos da vertente, levando-os para as partes mais baixas, logo, evidencia-a elevação do escoamento superficial. Tanto a agricultura itinerante como a prática da pecuária bovina levam a diminuição da produção e compactação do solo, além da perda de nutrientes;
- **Planície intercalada com fragmentos de vegetação ombrófila e capoeiras (UG4):** está bastante alterada em relação as características naturais e sua paisagem, sendo esse quesito considerado muito crítico (85,84 pontos). Esta alteração está intimamente ligada a agricultura de corte e queima e a pastagem, ações que estão levando a diminuição da evapotranspiração, devido a substituição da vegetação nativa pela pastagem, ação que faz com que diminua a produção do solo. Todas essas mudanças estão levando para o empobrecimento da biodiversidade e as alterações nos níveis de temperatura. As queimadas também estão presentes nessa unidade que leva a alteração na composição química do solo;
- **Colinas com machas de vegetação ombrófila densa e mata ciliar (UG5),** tem-se nos últimos anos o aumento da criação de gado bovino, levando à prática das pastagens intensa, o desmatamento praticado e a conversão da floresta em pastagem têm causado consequências no solo e transformação das suas características naturais, devido as ações antrópicas, assim como a redução da sua biodiversidade. A alteração nos níveis de temperatura devido a prática da agricultura e a pecuária bovina. Essa unidade geocológica vem apresentando mudanças negativas nos índices pluviométricos, como na área se pratica queimadas associadas a agricultura de queima e corte, tem-se a produção de gases, traços e partículas que nesse caso a sua intensidade é considerada muito crítica chegou-se a uma pontuação de 79 para essa unidade. As alterações no ir e vir das pessoas da região correu muito em função da construção da estrada, que leva uma mudança na dinâmica, no sentido do rio para a estrada;
- **Planície fluvio-marinha com manguezal (UG6)** mudanças na paisagem de ordem moderada, conferem para essa unidade uma média de 27 pontos, considerando a fragilidade e a importância das planícies fluvio-marinhas e das áreas de manguezais, isso se mostra como um aspecto animador. Porém, no mangue acontece a retirada de algumas espécies vegetais, e com isso, modifica-se os padrões de deposição do material lamoso. Em relação a margem esquerda do rio Piriá, vem ocorrendo o desmatamento, principalmente na área, onde o porto da Serra foi construído, o que eleva a erosão nesse seguimento da unidade;
- **Rios e campos alagados de natureza (UG7),** tem uma pontuação que chegou a 75 pontos, pois identificou-se a diminuição da produção do solo, devido a prática da pecuária extensiva nem áreas mais elevadas dos campos de natureza, levando também a compactação do solo. Em relação aos rios, observou-se o processo de assoreamento - perda

de profundidade do rio, devido ao desmatamento da mata ciliar, pois os corpos hídricos da região estudada estão bastante impactados. A outra situação está associada a poluição hídrica que leva a mortandade de ictiofauna.

A seguir, têm-se o Gráfico 1 com as médias gerais das unidades geocológicas e suas respectivas estabilidades.

Gráfico 1. Média geral das unidades geocológicas, em azul: estável; verde: medianamente estável; laranja: Instável; vermelho: crítico.



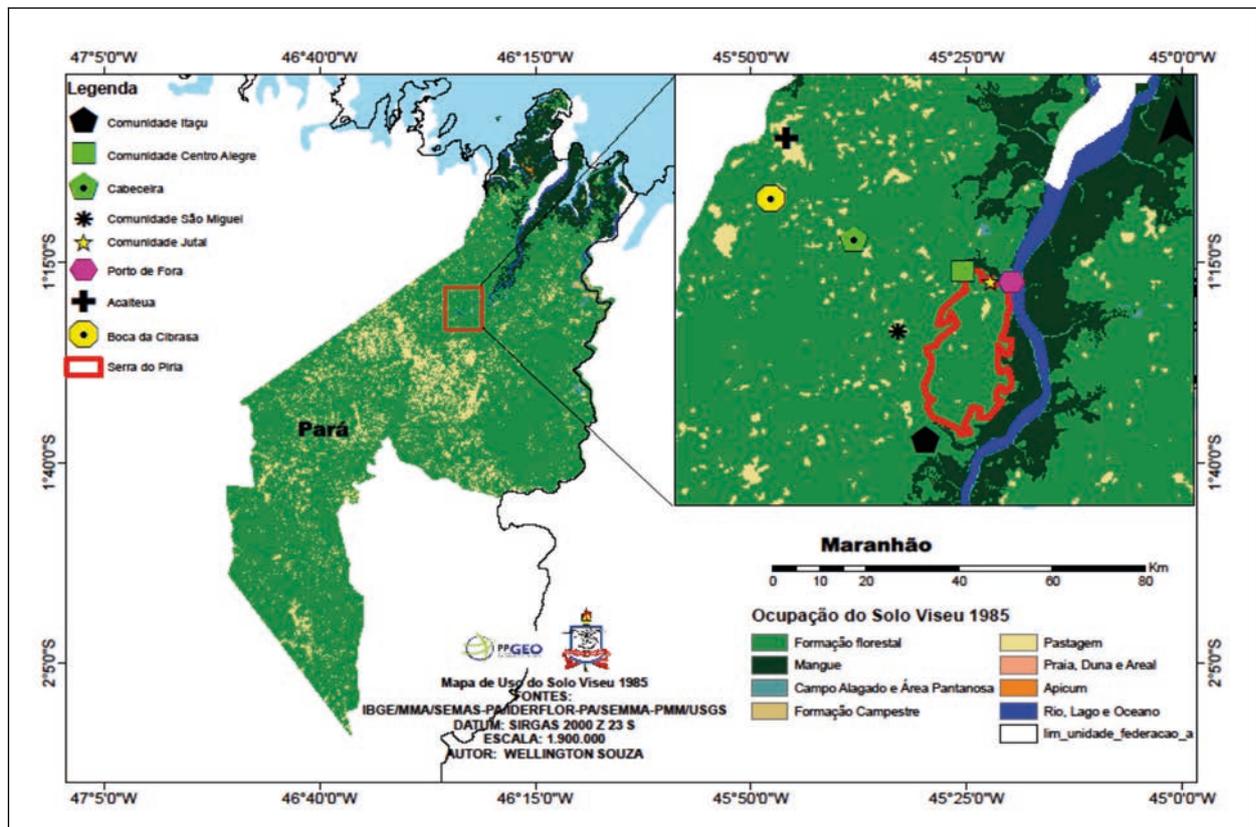
Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Através das médias gerais das unidades geocológicas entre estável; medianamente estável; instável e crítico, tem-se que:

- 53% das unidades apresentam um estado crítico;
- 30% apresenta-se como estado Instável e apenas;
- 17% do total das unidades estão em um estado medianamente estável.

Aponta-se ao grau de modificações as UGPs 1, 3 e 4 se destacaram em termos de intervenção antrópica. As UGPs 5 e 7 estão em situação de instabilidade e as UGPs 2 e 6 encontram-se medianamente estável. Talvez as ações de uso e a ocupação do solo da Região da Serra do Piriá de 1985 à 2022 explique essas mudanças, fazendo uma comparação com as unidades geocológicas, têm-se um entendimento melhor sobre as transformações das paisagens.

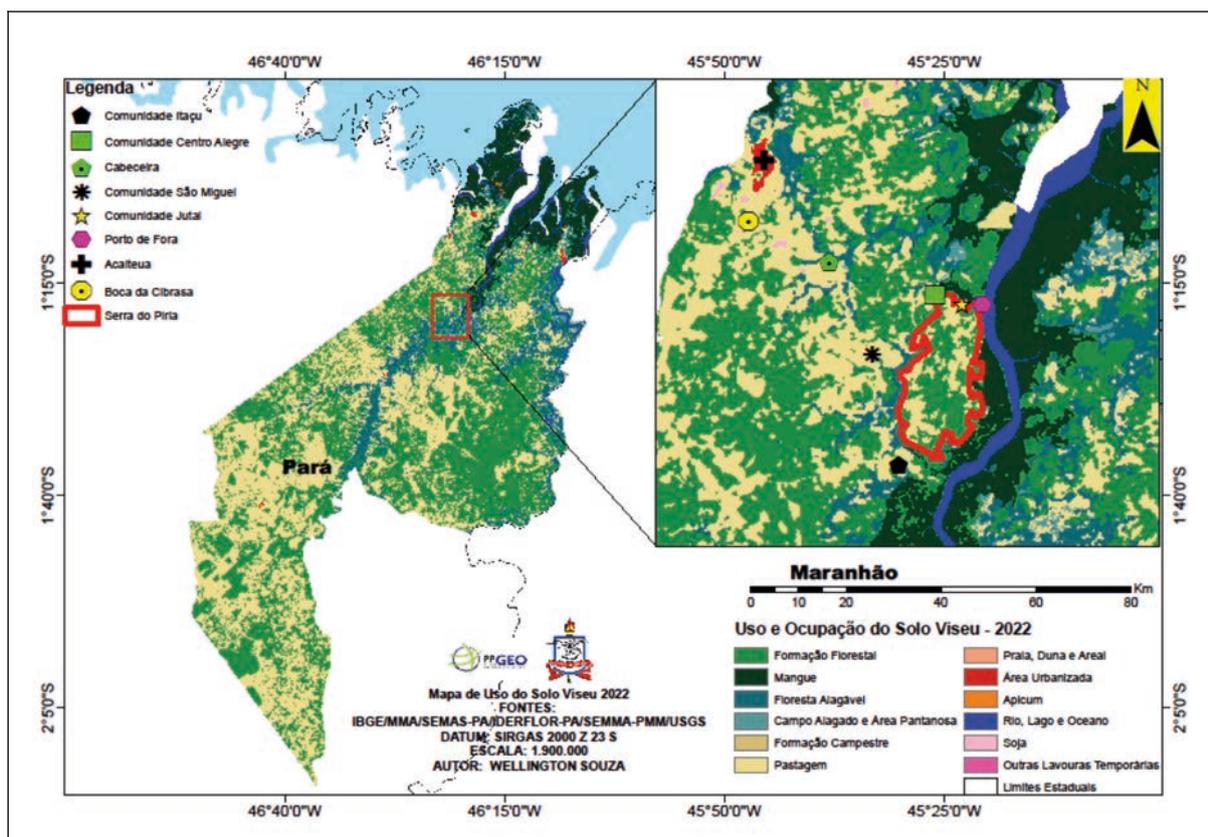
Em relação a mineração que ocorreu na área, houveram impactos socioambientais e econômicos locais como desapropriação de terras vizinhas à jazida, diminuição da produção de alimentos (atividades rurais), criação e manutenção de infraestrutura de estradas e ramais; impactos socioculturais locais - exploração do trabalho na cadeia produtiva do minério, aumento do tráfego local de veículos, auto risco de acidentes de trabalho, retirada das populações que viviam próximas a mina, diminuição de formas tradicionais de produção e aumento da população dos vilarejos (Figura 4).



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Figura 4. Uso e ocupação do solo da região da Serra do Piriá, Viseu-PA no ano de 1985.

Sobre os impactos ambientais locais pode-se pontuar: convivência com fragmentos de minerais através do transporte, contaminação, destruição e assoreamento dos rios e reservatórios de água, poluição sonora causada por explosões e movimento de carga, destruição de sítios arqueológicos e remoção de biomas no local da cava, assim como as perdas das conexões das paisagens, como já bem discutido nos trabalhos de Coelho (2014). A prática da mineração colocou em risco o conjunto de grutas bauxíticas localizadas na Serra do Piriá. As cavernas têm grande importância mundial no quesito científico, pois as mesmas apresentam exemplos raros além, de serem habitat para espécies de morcegos e fauna cavernícola (Monteiro, Monteiro e Moura, 2019). Os índices de degradação na região na década de 1985 não estavam tão significativos. Porém, ao longo de quase 4 décadas os impactos socioambientais se avolumaram na região, com ênfase para a conversão da Floresta em áreas para pastagem (Figura 5).



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Figura 5. Uso e ocupação do solo da região da Serra do Piriá, Viséu-PA no ano de 2002.

Diferença acentuada entre os períodos de 1985 e 2002, apontando para o aumento do desmatamento, principalmente na área de formação florestal. Os desmatamentos e queimadas estão associados as atividades econômicas como a agricultura do tipo de corte e queima, a expansão da pecuária bovina que converte parte da floresta em áreas de pastagens como já bem pontuados nos estudos de Defries *et al.* (2002) e Riveiro *et al.* (2009).

No tocante as comunidades Açateua, Cabeceira e São Miguel foram as que mais contribuíram para o processo de mudanças ambientais ligadas ao desmatamento e as queimadas para as práticas econômicas como a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência e comercial. A comunidade de Açateua vem expandindo ao longo do tempo a sua malha urbana, o que ocasiona transformações na paisagem. Já as comunidades de Centro Alegre, Jutai e Ita-Açu tiveram um crescimento do desflorestamento ao longo do tempo, porém menor. As atividades econômicas que mais se destacam na região é a agricultura itinerante e a pecuária bovina que são praticadas de forma extensiva, seguida do comércio e outros serviços como saúde e educação.

As diversas formas de uso dos rios e igarapés como a produção da farinha de mandioca onde a mesma é plantada e beneficiada nas terras no entorno da Serra do Piriá, tem implicações diretas na manutenção dos corpos hídricos de forma equilibrada, pois para a produção de farinha a mandioca fica de molho nas águas dos rios em um período de quatro à cinco dias. Esse processo chama-se de maturação, pois é praticado para amolecer a mandioca, porém essa prática libera toxinas na água, contaminando-a de forma direta, levando problemas a ictiofauna e formas de espécies de algas fluviais (Silva Júnior *et al.*, 2014).

Ao retirar as sacas de mandioca dos fundos dos rios e igarapés as mesmas são transportadas para os barracões, chamados de “casa de forno”. Essas mandiocas são pressionadas mecanicamente através de um instrumento chamado de “tipiti” e tem a origem de um efluente amarelado denominado de manipueira, que é descartado com frequência na rede hidrográfica.

Nas comunidades se verifica a ausência de saneamento básico e água tratada. Devido à ausência de tratamento de esgoto na região, nota-se a poluição de nascentes e igarapés, devido ao lançamento de efluentes doméstico e comercial, levando ao surgimento de doenças com sintomas de febre, dor de cabeça, diarreia, náuseas, vômitos, coccias, entre outros, devido ao consumo e uso da água contaminada. Outra prática irregular na região, é a do acúmulo de lixo nos fundos dos quintais das casas, levando ao desenvolvimento de bactérias, fungos, roedores, ou seja, elementos vivos que ajudam na transmissão de doenças, degradando a qualidade de vida das populações (Quadro 2).

Quadro 2. Síntese dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá, Viseu-PA.

Impactos Sociais	Impactos Ambientais	Impactos Culturais	Situação Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de saneamento básico - Ausência de água potável - Doenças provenientes da poluição hídrica. - Precariedade dos serviços e infraestruturas. - Redução da qualidade de vida das populações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição dos rios - Redução da ictiofauna - Poluição dos solos - Desmatamento - Lixiviação - Assoreamento dos rios - Redução da biodiversidade - Construção da estrada 	<ul style="list-style-type: none"> -Mudanças nas práticas produtivas dos povos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Região bastante impactada do ponto de vista ambiental.

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Os próprios moradores das comunidades percebem as mudanças do ambiente natural com o passar do tempo (Quadro 1), pois afirmam que as comunidades tiveram várias melhorias como nos serviços de transporte, saúde, energia elétrica, fornecimento de água, etc. Porém, em termos ambientais, as comunidades vêm percebendo mudanças no sentido negativo, como a diminuição das áreas verdes, a diminuição da vazão dos igarapés, a mudança no regime das chuvas, a dificuldade para realizar os plantios, devido a diminuição dos nutrientes do solo (Quadro 3).

Quadro 3. Causas e consequências dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá.

Principais causas dos impactos socioambientais	Consequências dos impactos socioambientais
<ul style="list-style-type: none"> - Prática da mineração da CIBRASA/ S/A (no passado) - Agricultura itinerante e comercial - Pecuária bovina extensiva - Extrativismo vegetal e animal 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da umidade local - Aumento da incidência da radiação - Diminuição da vazão dos corpos hídricos - Intensificação do processo de erosão - Deposição de sedimentos - Depauperação dos solos

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Outra questão é a dos resíduos sólidos das atividades agrícolas e da pecuária, onde se destaca as embalagens de fertilizantes, de defensivos agrícolas, de rações, entre outros. Em relação as causas e consequências dos impactos socioambientais na região da Serra do Piriá. As atividades humanas na região estão sendo a principal causa das modificações no funcionamento e equilíbrio das paisagens, tornando-as em sistemas com estado crítico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração as características sociais, econômicas, culturais e naturais da área pesquisada, entende-se que as paisagens são dinâmicas e sofrem modificações através das intervenções antrópicas ao longo do tempo. No tocante, as unidades geocológicas formam um complexo sistema de inter-relação, com funções que ora se aglutinam. Aponta-se que: 53% das unidades apresentam um estado crítico, 30% apresenta-se como estado instável e apenas 17% do total das unidades estão em um estado medianamente estável, algo que aponta para necessidades de planejamento territorial e ambiental. Quando se realiza as análises do estado, situação e degradação ambiental, verificou-se que as unidades se encontram em situação ambiental adversa do ponto de vista geocológico, com impactos negativos que levaram as alterações do funcionamento do sistema, as mudanças da paisagem foram traduzidas através dos impactos socioambientais.

De acordo com o diagnóstico, chega-se à conclusão de que a organização territorial da região da Serra do Piriá e seu entorno, que se destaca nos tempos atuais, foi baseada em uma ocupação sem um planejamento adequado e que a ocupação e uso das terras se deu de forma aleatória em um primeiro momento, sendo referenciada pelo rio Piriá, em um segundo momento, as ocupações obedeceram a dinâmica da “estrada da CIBRASA”, como é conhecida.

Essa segunda forma de ocupação do território seguindo a dinâmica da estrada e não mais a do rio, se caracteriza por usos inadequados do potencial dos recursos e das paisagens. Percebe-se que a intensidade do modelo de uso desrespeita a capacidade dos recursos e mostra uma ineficiência nos sistemas de proteção, conservação e recuperação do meio físico. As atividades econômicas na região da formação geológica da Serra do Piriá e seu entorno, caracterizando as tendências de uso da terra, ligadas a pecuária bovina, a agricultura comercial, de subsistência e o extrativismo mineralógico praticado no passado, assim como o vegetal e o animal e as formas de poluição são fatores que tem levado a degradação das paisagens e a uma tendência de quebra do equilíbrio geocológico da área investigada. De forma geral, os usos e ocupações não estão em consonância com o potencial do solo e muito menos formas de organização de uso que garantam a otimização do aproveitamento das propriedades fundamentais e estruturas e potencialidades das paisagens.

REFERÊNCIAS

- ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P.; ROSENFELD, D.; LONGO, K. M. Smoking rain clouds over the amazon do. **Science**, v. 303, p. 1337-1342, 2004.
- COSTA, J. L.; *et al.* **Projeto Gurupi**: relatório final de etapa. DNPM/CPRM: Belém, v.3, 1977.
- COSTA, M. L. **Petrologisch-geochemische Untersuchungen zur Genese der Bauxite und Phosphat-Laterite der Region Gurupi (Ost-Amazonien)**. Tese (Doutorado). Universität Erlangen-Nürnberg. Fakultäten der Friedrich Alexander, 1982, 189p
- COSTA, M. L. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 2, p. 146-160, 1991.
- COSTA, A.A.; PAULIQUEVIS, T.M. Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis e microfísica de nuvens. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 234-253, 2009.
- COELHO, T. P. **Projeto Grande Carajás**: trinta anos de desenvolvimento frustrado. Rio de Janeiro: Ibase, 2014.
- DEFRIES, R. S. *et al.* Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations. **Proceedings of the national academy of sciences of the united states of America**, v. 99, n. 22, p. 14256-14261, 2002.
- DE OLIVEIRA, B.; MYRELLA, R.; MENEZES, J. DE ANDRADE, S.F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, 2014.
- GLAZOVSKIY, N. F., *et al.* C. Map of the state of the environment. A global overview. **Bulletim I. G. U.**, p. 48. v. II. 1998.
- IBGE. **Censo 2010**. Brasília, DF, 2013.
- MATEO, J.; MARTINEZ, M. C. **La regionalización geoecológica como base para la determinación del estado y la situación medio-ambiental de Cuba**. La Habana: Sección Cubana de la U.G.I., 1998. 12p.
- MENDONÇA, F. A. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: contexto, 1ª ed., 1993.
- MONTEIRO, F. A. D.; MONTEIRO, J.F.N.; MOURA, P.E.F. Que riquezas podemos encontrar nas cavernas? In: ZAMPAULO, R. A. (org.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 35, 2019. Bonito. **[Anais...]** Campinas: SBE, 2019. p.430-438.
- NAÇÕES UNIDAS. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2013.
- OLIVEIRA, N. **Fosfatos da região de Santa Luzia** (Nordeste do Estado do Pará). Belém, Universidade Federal do Pará/Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, Dissertação de Mestrado, 1977.
- PINHEIRO, R. V. L. *et al.* **As Grutas Bauxíticas da Serra do Piriá-PA**. 2001.
- PAULIQUEVIS, T. M.; ARTAXO, P.; OLIVEIRA, P.; PAIXÃO, M. A. O papel das partículas de aerossol no funcionamento do ecossistema amazônico. **Mudanças climáticas/artigos**, p. 48-50, 2007.
- PARÁ. **Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças –SEPOF**. Diretoria de Estatística Estadual - Gerência de Base de Dados Estatísticos - Estatística Municipal/Viseu-PA. 2011. Acesso em: 21 mar. 2014.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E.V.; LEAL, A. C. Paisage y geossistema: apuntes para una discusión teórica. **Revista Geonorte**, Ed. Especial, v.4, n.4, p. 249-260, 2012.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Planejamento e gestão ambiental**: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Imprensa Universitária, 2022.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Teoria dos Geossistemas o legado de Sochava**: fundamentos teórico-metodológicos. Fortaleza: Editora UFC, 2019
- RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese de abordagem geográfica de pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia de FFLCH/USP**. São Paulo: v.9. 1994.
- SANTOS, P. H. C. **O perfil laterítico ferroaluminoso da serra do Piriá**. 2014.
- SANTOS, A. M. **Políticas públicas educacionais em áreas de RESEX Marinha**: caso Gurupi-Piriá/Viseu-PA. 2015.
- SANTOS, T. O. et al. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: Conceitos e métodos. Luís Enrique Sánchez. – 3. Ed. Atual. Aprimorada. – São Paulo: Oficina de textos, 2020.
- SOCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978. 319p.
- SILVA JÚNIOR, A.R.; CARVALHO, A. C.; SILVA, A.O. S. Microbacia hidrográfica do rio Peixe Boi: uma breve análise de sua degradação. In: Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. Belém, 2014. **[Anais...]**. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/14975>>.

SILVA DIAS, M.A.F.. Meteorologia, desmatamento e queimadas na Amazônia: uma síntese de resultados do LBA. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 21, n. 3a, p. 190-199, 2006.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V. Enfoque estrutural e funcional da geoecologia das paisagens: Modelos e aplicações em ambientes tropicais. **GEOFRONTER**, 7(1). 2021. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/6708>>.

VIDAL, M. R. **Geoecologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidade para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. Tese (Doutorado). 2014.

VIDAL, M, R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geoecologia das Paisagens. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 24, n. 3, p. 600-615, 2020.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Aplicação do enfoque funcional na interpretação geoecológica das paisagens. In: SILVA, C. N.; SILVA, J. M. P.; CHARGAS, C. A. N. (Org.). **Geografia na Amazônia paraense: análise do espaço geográfico**. Belém, PA: GAPTA/UFPA, 2014.

LEVANTAMENTO E REPRESENTATIVIDADE DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ARARIPE GEOPARQUE MUNDIAL DA UNESCO

SURVEY AND REPRESENTATION OF CONSERVATION UNITS OF ARARIPE UNESCO GLOBAL GEOPARK

LEVANTAMIENTO Y REPRESENTATIVIDAD DE LAS UNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL ARARIPE GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO

Alessandro Ruan Silva de Souza¹

 0000-0001-7296-9775
alessandro.ruan@urca.br

Maria de Lourdes Carvalho Neta²

 0000-0003-4389-1678
lourdes.carvalho@urca.br

1 Graduando em Biologia da Universidade Regional do Cariri - Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7296-9775>. E-mail: alessandro.ruan@urca.br.
2 Professora do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri - Crato, Ceará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4389-1678>. E-mail: lourdes.carvalho@urca.br.

AGRADECIMENTOS: À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pela concessão da bolsa de pesquisa via Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa PRPGP/URCA, ao Laboratório de Geoprocessamento – LABGEO da Universidade Regional do Cariri e ao Geopark Araripe pela disponibilização dos dados acerca dos geossítios.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O Geopark Araripe, localizado no sul do Ceará e abrangendo os municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Missão Velha e Santana do Cariri, é um tesouro natural e cultural que busca o desenvolvimento sustentável regional. A criação de diversas Unidades de Conservação (UCs) na região visa proteger esse rico patrimônio. Este estudo buscou quantificar as UCs no Geopark Araripe, analisando dados oficiais e literatura científica para embasar as análises feitas. Identificaram-se 19 UCs, com destaque para a Floresta Nacional do Araripe-Apodi e o estabelecimento de diversas Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Essas iniciativas refletem a preocupação com a preservação ambiental e o impulso ao turismo ecológico. No entanto, desafios como a necessidade de planos de manejo para todas as UCs e a transparência na gestão precisam ser enfrentados. Em suma, a interação entre as UCs e o Geopark Araripe promove um modelo de conservação que equilibra a proteção dos recursos naturais com o desenvolvimento local, valorizando a rica herança geológica, cultural e ambiental da região.

Palavras-chave: Unidades de Conservação. Geopark Araripe. Cariri. Geossítios. Proteção ambiental.

ABSTRACT: The Araripe Geopark, located in the south of Ceará and covering the municipalities of Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Missão Velha and Santana do Cariri, is a natural and cultural treasure that seeks regional sustainable development. The creation of several Conservation Units (CUs) in the region aims to protect this rich heritage. This study sought to quantify the UCs in Geopark Araripe, analyzing official data and scientific literature to support the analyzes carried out. 19 UCs were identified, with emphasis on the Araripe-Apodi National Forest and the establishment of several Private Natural Heritage Reserves. These initiatives reflect the concern for environmental preservation and the push for ecological tourism. However, challenges such as the need for management plans for all UCs and transparency in management need to be faced. In short, the interaction between the UCs and the Araripe Geopark promotes a conservation model that balances the protection of natural resources with local development, valuing the region's rich geological, cultural and environmental heritage.

Keywords: Conservation Units. Geoparque Araripe. Cariri. Geosites. Environmental Protection.

RESUMEN: El Geoparque Araripe, ubicado en el sur de Ceará y abarcando los municipios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Missão Velha y Santana do Cariri, es un tesoro natural y cultural que busca el desarrollo sostenible regional. La creación de diversas Unidades de Conservación (UCs) en la región tiene como objetivo proteger este rico patrimonio. Este estudio buscó cuantificar las UCs en el Geoparque Araripe, analizando datos oficiales y literatura científica para respaldar los análisis realizados. Se identificaron 19 UCs, destacando la importancia de la Floresta Nacional do Araripe-Apodi y el establecimiento de varias Reservas Particulares del Patrimonio Natural. Estas iniciativas reflejan la preocupación por la preservación ambiental y el impulso al turismo ecológico. Sin embargo, se enfrentan desafíos como la necesidad de planes de manejo para todas las UCs y la transparencia en la gestión. En resumen, la interacción entre las UCs y el Geoparque Araripe promueve un modelo de conservación que equilibra la protección de los recursos naturales con el desarrollo local, valorizando la rica herencia geológica, cultural y ambiental de la región.

Palabras clave: Unidades de Conservación. Geoparque Araripe. Cariri. Geosítios. Protección ambiental.

INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) são pontos focais da política legislativa brasileira no que diz respeito a proteção de paisagens e recursos naturais, tendo seus primeiros esboços em 1876, com a proposta do engenheiro André Rebouças de criar dois parques nacionais no Brasil, que vieram a ser o Parque Nacional do Araguaia, de 1959, e o Parque Nacional de Sete Quedas, em 1961 (Drummond; Franco; Oliveira, 2010). A legislação atual estabelece dois tipos de UCs, as de uso sustentável, que possuem 6 categorias, e as de proteção integral, que possuem 5 categorias, normatizadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), perfazendo importantes ferramentas na proteção, conservação e recuperação de áreas que tenham relevância ambiental, econômica e educacional (Drummond; Franco; Oliveira, 2010).

Dentre os tipos de unidades, as de proteção integral possuem um foco maior na preservação total de uma área com determinadas características, por exemplo a categoria Reserva Biológica (REBIO), que foca na preservação integral da biota e demais características físicas, sem a interferência humana, exceto no caso de recuperação. Já nas de uso sustentável, é possível haver maior interação entre o ser humano e o ambiente natural, como as Florestas Nacionais (FLONAs) que objetivam o extrativismo sustentável dos recursos naturais em sua extensão. Vale ressaltar que as Unidades de Conservação podem ser de posse particular ou pública. Nesse sentido, a interação entre a população e a

unidade de conservação será diferenciada de acordo com sua categoria, visto que em áreas privadas dependerá do dono da posse ou uso por parte da população (Rodrigues; Godoy, 2013).

No Cariri cearense, um importante aliado na busca da proteção ambiental é o Araripe Geoparque Mundial da UNESCO, doravante Geopark Araripe, projeto oficialmente credenciado pela UNESCO em 2006, resultante da colaboração entre o Governo do Estado do Ceará, por meio da Secretaria de Ciências e Tecnologia (SECITECE), e a Universidade Regional do Cariri (URCA). Trata-se de um território de 3.789 km², localizado no sul do Ceará nas proximidades da divisa com o Estado de Pernambuco, correspondendo aos municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (Lima *et al.*, 2012; Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2020).

Nos geoparques, locais de grande diversidade são eleitos pela representatividade que estes possuem para o território, os chamados geossítios. Esses locais, como indica Sharples (2002), podem servir de evidências científicas do desenvolvimento passado da Terra e da evolução da vida; indicar locais de importância para pesquisa e educação; recursos que nos inspiram por suas qualidades estéticas ou por causa das percepções que nos fornecem sobre a natureza, origem da Terra e da vida na terra; características significativas de lazer ou turismo (por exemplo, chapadas, montanhas, falésias, cavernas, praias, *etc*); recursos que formam a base das paisagens que têm contribuído para o “senso de lugar” do humano e comunidades; recursos que desempenham um papel nos valores culturais ou espirituais dos seres humanos (por exemplo, cavernas e montanhas sagradas).

O território do Geopark Araripe conta a presença de 19 Unidades de Conservação de grande valor à proteção ambiental. Tais UCs são divididas nas mais diversas categorias tanto de uso sustentável quanto de proteção integral, sendo gerenciadas pelas esferas federais, estaduais e municipais. Dentre essas são destaque a Floresta Nacional (FLONA) do Araripe-Apodí criada em 1946, sendo a primeira de seu tipo em todo o Brasil, e a Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe (Santos *et al.*, 2022).

Essas Unidades de Conservação e os geossítios tornam-se importantes mecanismos de preservação e conservação dos ecossistemas e das paisagens naturais para manutenção das relações ecológicas que possibilitam o pleno desenvolvimento e restauração dos recursos naturais e proteção da biodiversidade (Oliveira; Silva; Moura, 2019).

Diante desse contexto, é natural que recaia sobre os órgãos responsáveis pelo território, como Geopark Araripe, a Universidade Regional do Cariri – como sua gestora e responsável direta -, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE) e as secretarias municipais de meio ambiente o encargo de desenvolver ações para a preservação e conservação desse território, sempre tendo como perspectiva o desenvolvimento sustentável e proteção do meio ambiente.

Entretanto, pela dimensão do território, limitação de recursos financeiros e humanos e, muitas vezes pela dificuldade de acesso a locais específicos, nem sempre é viável a realização do monitoramento *in loco*. Nesse sentido, o emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de Sistemas de Informação Geográficos (SIG), em diferentes contextos, tem se mostrado eficazes para a gestão de territórios e unidades de conservação (Lima, 2023).

Assim sendo, uma importante ferramenta para o estudo desse território é o sensoriamento remoto, o qual trata-se de um conjunto de técnicas destinadas à obtenção de imagens ou outros tipos de dados através da coleta de energia eletromagnética (ou REM) emitida ou refletida pela superfície terrestre. Essa coleta é realizada através de sensores acoplados em diferentes plataformas (drones, aeronaves e/ou satélites), que capturam informação em diferentes faixas espectrais (visível, infravermelho próximo e termal, ondas de rádio, entre outras). O sensoriamento remoto torna possível a visualização de um recorte espaço-temporal em diferentes escalas e faixas espectrais, algumas dessas, invisíveis ao olho humano e que não poderiam ser notadas sem o uso dessa geotecnologia (Novo, 2010; Florenzano, 2011). A partir dos dados coletados é possível gerar diferentes resultados para diferentes possibilidades de uso com o intuito de avaliar aspectos e dinâmicas próprios tanto humanas quanto das paisagens naturais que de outra forma não seria possível verificar.

O sensoriamento remoto pode ser uma importante ferramenta, que com as devidas técnicas, proporciona uma melhor gestão territorial e fiscalização de áreas sensíveis a impactos ambientais ou que já vem sofrendo com as mesmas (Orlandi *et al.*, 2021). Dessa forma, é possível fazer a análise de impactos ambientais e a degradação resultante desses, com custos mais baixos e com uma equipe especializada mais reduzida, podendo ser mais ágil a tomada de decisões e mitigação de danos em áreas de governança específicas, como em parques nacionais, florestas nacionais entre outras (Mesquita Junior, 2016; Orlandi *et al.*, 2021).

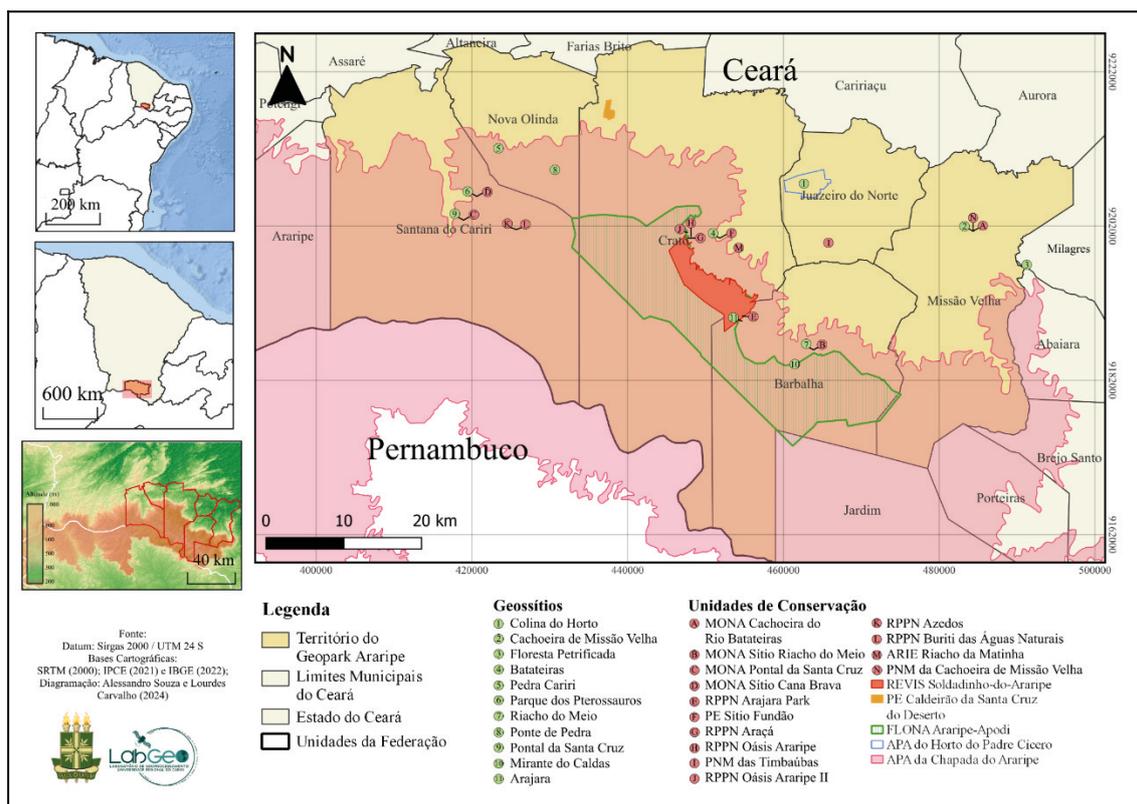
Sendo assim, esse trabalho objetivou realizar um levantamento quantitativo das unidades de conservação com a produção de mapas temáticos com a localização das mesmas com o intuito de embasar discussões sobre as dinâmicas dessas no território do Geopark Araripe.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo trata-se do território do Geopark Araripe, localizado no sul do estado do Ceará, sendo divisa com o estado do Pernambuco, compreendendo seis municípios distintos: Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Missão Velha, Santana do Cariri e Nova Olinda, perfazendo uma área total de 3.789 km², como pode ser observado na Figura 1.

Entretanto, esse *status* de território UNESCO não é cristalizado no tempo, uma missão intergovernamental com membros da *Global Geoparks Network-GGN* (Rede Global de Geoparques) é enviada a cada geoparque para revalidação quadrienal. Isso se dá como medida para manutenção da qualidade da gestão dos geoparques ao redor do mundo e se os objetivos estabelecidos pela UNESCO estão sendo seguidos como forma de alcançar o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2015). O Geopark Araripe passou por sua revalidação no ano de 2023.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 1. Mapa de localização de Unidades de conservação e Geossítios do Geopark Araripe.

No que diz respeito a sua caracterização ambiental, é marcada pela Bacia Sedimentar do Araripe, tendo como principal geomorfologia a Chapada do Araripe que possui uma leve inclinação no sentido Ceará (oeste) e é delimitada pela Depressão Sertaneja do Vale do Cariri (Oliveira; Santos; Siame, 2023). Essa caracterização ambiental específica possibilitou o ambiente propício para o surgimento de inúmeras fontes de águas nos aquíferos superiores, médios e inferiores alimentando os corpos d'água no Vale do Cariri, possibilitando o surgimento de um verdadeiro oásis no meio do sertão (Guerra, 2019).

A caracterização hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe sustenta uma biodiversidade fitoecológica única, com as encostas do planalto sedimentar encobertas por mata úmida de brejos de altitude com florísticas típicas de Mata Atlântica, enclaves de Cerrado e Cerradão no topo do planalto e compondo o Vale do Cariri têm-se a Caatinga e o Carrasco (Guerra; Souza; Silva, 2020). Esse cenário possibilita que quem sobe a Chapada do Araripe partindo do Vale do Cariri vislumbre um verdadeiro gradiente de formas vegetais.

Materiais e métodos

A avaliação da área de estudo seguiu os seguintes procedimentos técnicos: 1º levantamento bibliográfico (fase 1); 2º levantamento cartográfico; 3ª organização de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e 4º levantamento bibliográfico (fase 2).

Os levantamentos bibliográficos da primeira fase serviram de suporte para compreender brevemente o histórico e fazer uma busca ativa do material dessa pesquisa, assim como para embasar os procedimentos técnicos necessários em ambiente SIG. Já a segunda fase de levantamentos bibliográficos foi utilizada para se ter maior compreensão dos resultados encontrados através dos procedimentos técnicos realizados.

Para tanto, utilizou-se trabalhos científicos, como artigos de revistas, teses, dissertações, trabalhos publicados em anais de eventos e livros, que estivessem disponíveis gratuitamente em indexadores como a *Scielo*, *Elsevier* e Periódicos da Capes, assim como também nos repositórios do Google Acadêmico e *Research Gate*. Além dessas bases, foi necessário realizar uma pesquisa na legislação vigente, nas esferas federais, estaduais e municipais.

O levantamento cartográfico realizou-se em diferentes bancos de dados disponíveis, tais como o repositório da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE), no banco de dados do Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para aquisição de dados de poligonais e localização das unidades de conservação do território do Geopark Araripe e dados de localização dos geossítios do Geopark Araripe junto à equipe administrativa do mesmo.

Os procedimentos técnicos para composição dos mapas foram realizados no ambiente SIG QGIS versão 3.28.12. de livre acesso.

LOCALIZAÇÃO QUANTITATIVO DAS UCS DO GEOPARK ARARIPE

O território do Geopark Araripe conta com um total de 19 Unidades de Conservação (UCs), identificados no Quadro 1, sendo 9 dessas de Proteção Integral e 10 de Uso Sustentável regido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (CEARÁ, 2024). Dentre essas, 2 são da esfera federal, 7 da estadual, 3 da municipal e 6 são Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Além dessas 19 UCs, atualmente o Geopark Araripe possui 11 geossítios de relevância regional, nacional e internacional, a saber: Colina do Horto (Juazeiro do Norte); Cachoeira de Missão Velha (Missão Velha); Floresta Petrificada (Milagres), Batateiras (Crato); Pedra Cariri (Nova Olinda); Parque do Pterossauros (Santana do Cariri); Riacho do Meio (Barbalha); Ponte de Pedra (Nova Olinda); Pontal da Santa Cruz (Santana do Cariri); Mirante do Caldas e Arajara (Barbalha) (Lima *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2023a).

No Geopark Araripe os geossítios e algumas unidades de conservação possuem uma relação intrínseca, devido a condicionante de que esses devem ser estabelecidos em locais legalmente protegidas de acordo com as leis de cada país, no caso do Brasil são as áreas estabelecidas no SNUC (UNESCO, 2015). Devido a esse fator muitas UCs compartilham seus espaços com geossítios, como é o caso do PE Batateiras, APA do Horto do Padre Cícero e APA da Chapada do Araripe entre outros que serão discutidos no final dessa sessão.

As UCs do território possuem particularidades quanto a sua motivação de existência e seu propósito de criação. Dentre elas, destaca-se no território do Geopark Araripe a UC de uso sustentável Floresta Nacional (FLONA) do Araripe-Apodi, a primeira de sua categoria em todo o Brasil, criada pela Lei Nº 9.226 de 02/05/1946 e Decreto nº S/N, de 05/06/2012 com extensão de 389,68 km² (abarcando os municípios Crato, Barbalha, Santana do Cariri e Jardim) (Figura 1). Essa UC visa a proteção de uma extensa área de mata úmida, classificada como sendo um enclave de Mata Atlântica no interior do Ceará, com unidades fitoecológicas, tais como floresta subperenifólia, cerrado, cerradão, floresta caducifólia espinhosa entre outras (Alencar, 2012). Além disso, é destaque no que concerne a proteção contra focos de queimadas e incêndios em relação ao restante do território (Souza *et al.*, 2023b)

Quadro 1. Modelo de quadro para o artigo.

Tipo de unidade	Nome da unidade	Legislação	Município	Esfera
Área de Proteção Ambiental	Chapada do Araripe	Decreto Federal de 04/08/97	Crato, Batalha, Missão Velha, Nova Olinda, Santana do Cariri	Federal
Área de Proteção Ambiental	Horto de Padre Cicero	Decreto N° 34.608 de 29/03/2022	Juazeiro do Norte	Estadual
Área de Relevante Interesse Ecológico	Riacho da Matinha	Decreto N° 34.33 de 29/06/2021 Lei N°18.267, de 15 dezembro de 2022	Crato	Estadual
Floresta Nacional	Araripe-Apodi	Decreto N° S/N. de 05/06/2012 Decreto Lei N° 9.226, 02/05/46	Crato, Barbalha, Santana do Cariri	Federal
Monumento Natural	Sítio Riacho do Meio	Decreto N° 28.506, de 01/12/2006	Barbalha	Estadual
Monumento Natural	Cachoeira do rio Batateira	Decreto N° 28.506, de 01/12/2006	Missão Velha	Estadual
Monumento Natural	Pontal da Santa Cruz	Decreto N° 28.506, de 01/12/2006	Santana do Cariri	Estadual
Monumento Natural	Sítio Cana Brava	Decreto N° 28.506, de 01/12/2006	Santana do Cariri	Estadual
Parque Estadual	Sítio Fundão	Decreto N° 29.307 de 05/06/2008	Crato	Estadual
Parque Estadual	Caldeirão de Santa Cruz do Deserto	Decreto N° 35.039, 13 de dezembro de 2022.	Crato	Estadual
Parque Natural Municipal	Timbaúbas	Decreto N° 352, 23 de outubro de 2017.	Juazeiro do Norte	Municipal
Parque Natural Municipal	Cachoeira de Missão Velha/Bioparque	Lei N° 002/02 Lei Complementar N° 17/02	Missão Velha	Municipal
Refúgio da Vida Silvestre	Soldadinho do Araripe	Decreto N° 2.207.001, de 22/07/2019	Crato	Municipal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Particular	Oasis Araripe	Portaria 32 – DOU 79 – 26/04/2016	Crato	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural 1	Oasis Araripe II	Portaria N° 555, de 01/10/2019	Crato	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural 1	Araçá	Portaria N° 113, de 21/10/2014	Crato	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural 1	Arajara Park	Portaria 24 – DOU 36 – 25/02/1999	Barbalha	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural 1	Azedos	Portaria N° 134, de 25/10/2021	Santana do Cariri	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural 1	Buritis das Águas Naturais	Portaria SEMACE N° 32, 06/04/2021	Santana do Cariri	Federal

Fonte: elaborado pelas autoras com base nos dados de SEMA (2024).

Ademais, vale ressaltar que a categoria Floresta Nacional não fora criada exclusivamente para que haja uma preservação, ficando intocadas, mas para que seus recursos sejam utilizados de forma sustentável (Brasil, 2000). Aderaldo já em 1954 apontava para o caráter produtivo da FLONA Araripe-Apodi, porém sob a tutela e orientação dos órgãos competentes para que sua finalidade de proteção e integridade fossem mantidas.

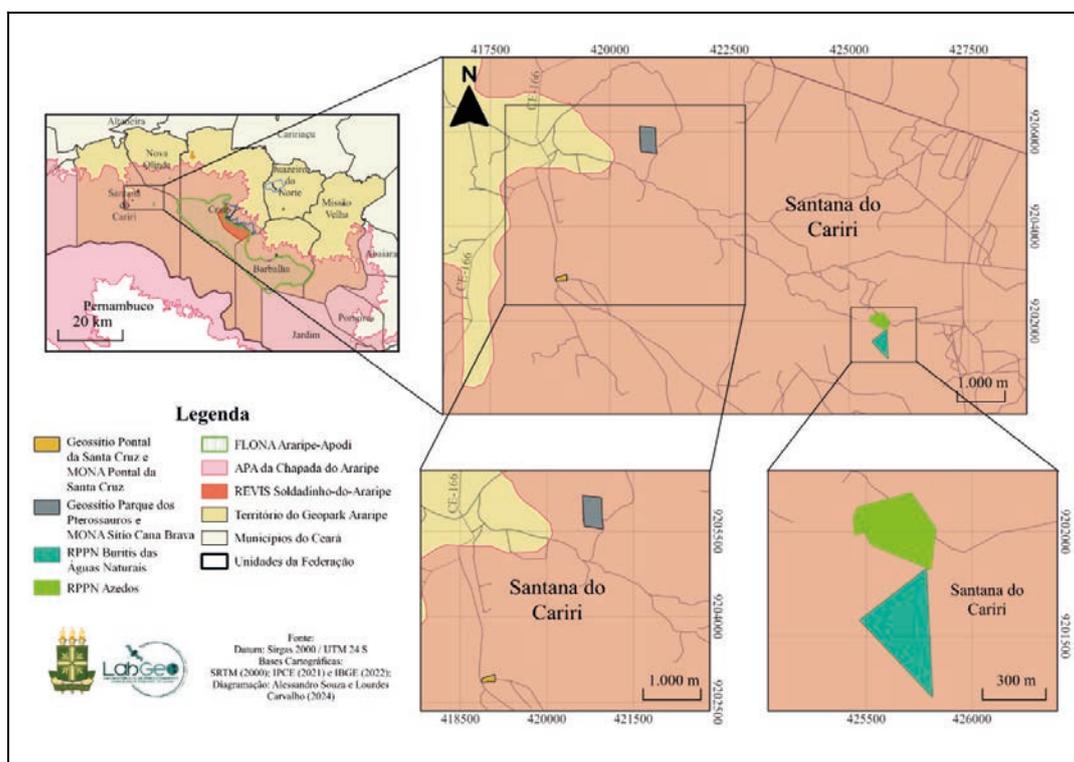
É sobre essa perspectiva que o extrativismo sustentável e o turismo ecológico vem sendo desenvolvido por parte da gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Dentre as atividades de extrativistas são destaque a fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.), o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess) e a janaguba (*Himatanthus obovatus* (Müll. Arg.) Woodson) promovidas por comunidades tradicionais do território, que são usados para o consumo popular ou para fabricação de fármacos (Embrapa, 2016).

Outra Unidade de Conservação relevante para o território é a Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe criada pelo Decreto Nº 5587 de 04/08/1997 com uma área total de 9726,0518 km² abrangendo os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí, no qual seus limites são estabelecidos pelas cotas de 500 metros, 640 metros e 480 metros respectivamente em relação ao Planalto Sedimentar do Araripe (Figura 1).

Sua criação deu-se na esteira de discursões acadêmicas tanto para a criação da Universidade Regional do Cariri (URCA) quanto para o estabelecimento de uma unidade de conservação, entretanto isso só foi possível no I Simpósio Nordeste de Ecologia em 1990 na já então fundada URCA. A meta era criação de uma UC que visasse a proteção da fauna e flora, especialmente espécies em risco de extinção, além de proteção dos recursos hídricos e matas aluviais. Assim, seria possível a pesquisa e manutenção de sítios cênicos, arqueológicos e paleontológicos, com o propósito de orientar um turismo ecológico promovendo pesquisas científicas e a cultura da região e, tal como a FLONA Araripe-Apodí, assegurar o uso sustentável dos recursos naturais (Brasil, 2022; Carvalho, 2023).

Dentro dos limites de APAs é incentivado que sejam criadas Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN, categoria de unidade de conservação o qual propriedades privadas podem tornar-se áreas protegidas em caráter permanente, com o intuito de fortalecer a proteção do território (Brasil, 1997). É diante desse cenário que o território do Geopark Araripe possui atualmente um total de 6 RPPNs, sendo todas elas dentro dos limites da APA da Chapada do Araripe, principalmente em áreas de mata úmida, a saber: Azedos e Buritis das Águas Naturais (Santana do Cariri); Oásis Araripe, Oásis Araripe II e Araçá (Crato); e Arajara Park (Barbalha).

As RPPNs Azedos, Portaria Nº134, de 25/10/2021 com 8,97 hectares, e Buritis das Águas Naturais, Portaria SEMACE Nº 32, de 06/04/2021 com 10 hectares, localizam-se no município de Santana do Cariri, e resguardam uma rica biodiversidade local de mata úmida e nascentes perenes que afluem do sopé da Chapada do Araripe e banham as duas unidades de conservação, conforme Figura 2. Esse cenário possibilitou com que houvesse uma mata de buritis (*Mauritia flexuosa* L.f.), permitindo com que através dos frutos dessa árvore uma economia de subsistência a partir da produção de doces artesanais auxiliasse o desenvolvimento das comunidades do Sítio Azedos e do Sítio Vale dos Buritis, vindo daí o desejo das populações na criação das reservas (Ceará, 2021a; Ceará, 2021b). Em consonância, a criação dessas unidades de conservação possibilita o desenvolvimento do turismo ecológico nas comunidades.

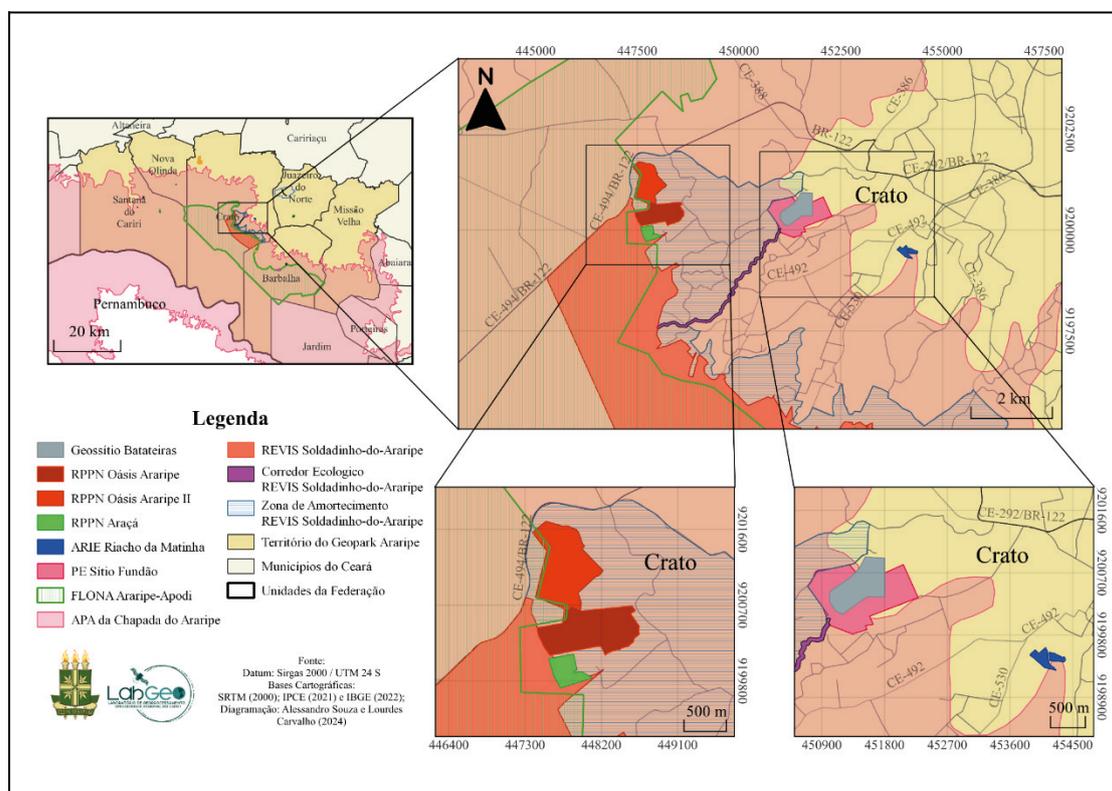


Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 2. Mapa de localização da RPPN Azedos e Buritis das Águas Naturais, da MONA Pontal da Santa Cruz e Sítio Cana Brava e dos geossítios Pontal da Santa Cruz e Parque dos Pterossauros.

Na Figura 2 ainda é possível observar os geossítios Pontal da Santa Cruz e Parque dos Pterossauros, que fazem sobreposição respectivamente com o Monumento Natural (MONA) Pontal da Santa Cruz e Sítio Cana Brava. O Pontal da Santa Cruz é uma importante localidade para o município de Santana do Cariri por coadunar uma série de fatores geológicos, sendo base a formação sedimentar Exu, e a mítica envolvendo a comunidade com o aparecimento de figuras sobrenaturais, sendo um importante polo turístico do território pelo seu fator histórico e científico, como é destaque a visão panorâmica do Vale do Cariri (Lima *et al.*, 2012; Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2019). Por outro lado, o Geossítio Parque dos Pterossauros e MONA Sítio Cana Brava é um dos locais no território do Geopark Araripe que possuem valor internacional por representar um importante sítio fossilífero da Bacia Sedimentar do Araripe, com a presença massiva de fósseis do Cretáceo Inferior em concreções calcárias em grande quantidade e ótimo estado de preservação, além da sua paleodiversidade (Lima *et al.*, 2012).

As RPPNs Oásis Araripe (Portaria 32 - DOU 79 - 26/04/2016 com extensão de 50 hectares), Oásis Araripe II (Portaria N° 555, de 01/10/2019, com extensão de 52,42 hectares), Araçá (Portaria N° 113, de 21/10/2014 com extensão de 10,97 hectares), criadas pela Organização Não Governamental (ONG) Aquasis formam um mosaico com a unidade de conservação municipal Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) do Soldadinho-do-Araripe (Decreto n° 2207001, de 22/07/2019, com extensão de 4.483,38 hectares) localizadas no município do Crato.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 3. Mapa de localização das RPPNs Oásis Araripe, Oásis Araripe II e Araçá, do PE Sítio Fundão, do geossítio Batateiras e da ARIE Riacho da Matinha.

Como pode ser observado na Figura 3, a REVIS do Soldadinho-do-Araripe está em parte sobreposta com a FLONA do Araripe-Apodi, e tais RPPNs encontram-se em sua zona de amortecimento, formando assim um mosaico que tem por objetivo a proteção do soldadinho-do-Araripe (*Antilophia bokermanni* Coelho e Silva, 1988), ave endêmica ameaçada de extinção e considerada símbolo no território caririense, e de seu *habitat* natural que depende de riachos de águas perenes no sopé da Chapada do Araripe (Souza; Bezerra, 2022).

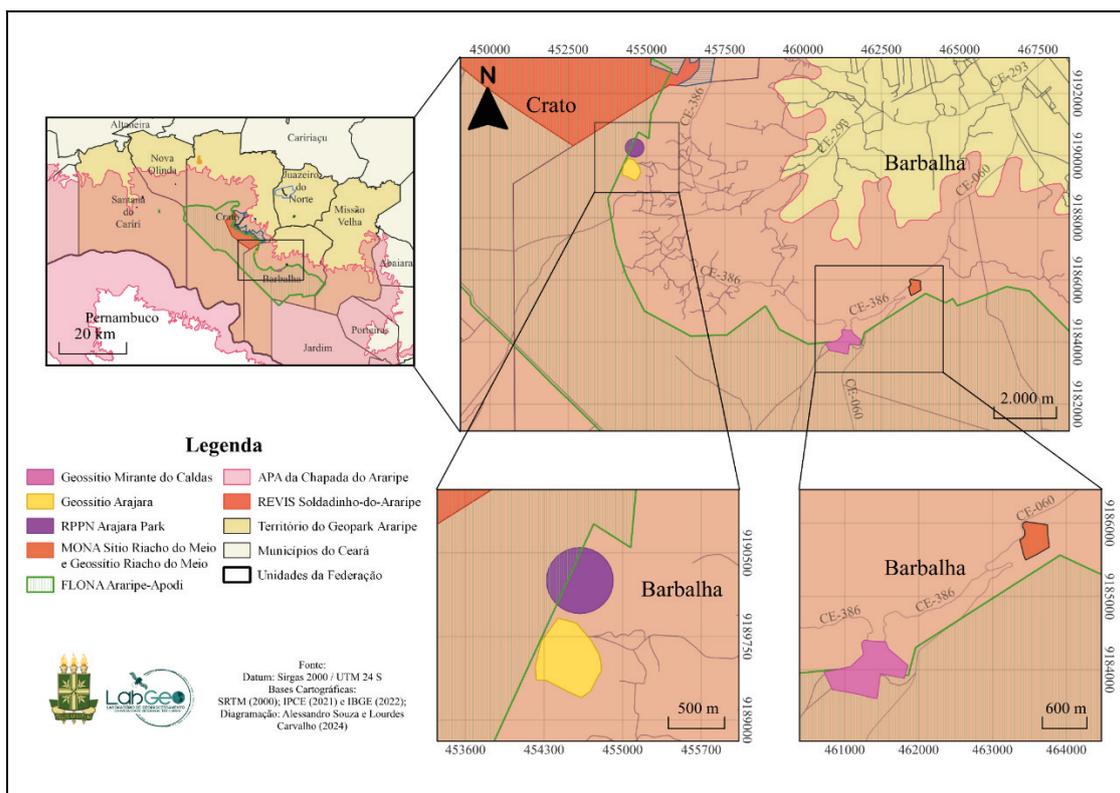
Vale observar que também foi criado um corredor ecológico (Figura 3) entre a REVIS Soldadinho-do-Araripe e Parque Estadual (PE) Sítio Fundão (Decreto n° 29.307 de 05/06/2008, com extensão de 94,98 hectares) e o Geossítio Batateiras, o qual fazem sobreposição entre si, pela extensão da mata ciliar do Rio Batateiras no Crato.

Juntamente com essas, soma-se a proteção da ave a RPPN Arajara Park (Portaria 24 - DOU 36 - 25/02/1999, com uma área de 27,50 hectares) e o Geossítio Arajara (28,52 hectares) também localizadas no sopé da Chapada do Araripe em Barbalha, identificado na Figura 4, e que visa proteger a mata nativa e seus recursos naturais, vide a Fonte do Farias, como também atua na proteção do guajá-do-Araripe (*Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana, 2016), caranguejo de água doce endêmico e também ameaçado de extinção descoberto no Distrito Arajara em Barbalha, como é possível observar na Figura 4 (Sampaio *et al.*, 2021). Tanto a UC quanto o geossítio encontram-se localizados no

Parque Aquático Arajara Park, que utilizam das fontes de água natural que minam das nascentes da Chapada do Araripe.

Ainda no município de Barbalha, o Geossítio Riacho do Meio e o Monumento Natural (MONA) Sítio Riacho do Meio (Decreto Nº28.506, de 01/12/2006, com 14,75 hectares) também se encontram em área de ocorrência do soldadinho-do-Araripe, sendo mais um apoio para sua conservação. A necessidade de proteção desses espaços, assim como do Geossítio Arajara, dar-se pela presença de nascentes de águas perenes existentes devido o contato das formações sedimentares Exu e Araripina, possibilitando a sustentação da biodiversidade local (Lima *et al.*, 2012).

Há ainda nesse contexto do sopé do Planalto Sedimentar do Araripe, o Geossítio Mirante do Caldas, com uma área de 45,9 hectares no município de Barbalha. Nesse geossítio está localizado o Complexo Ambiental Mirante do Caldas, gerenciada pelo Instituto Dragão do Mar, e conta com um teleférico, um borboletário e um centro de interpretação ambiental os quais promovem eventos culturais e educacionais sobre o território do Geopark Araripe, sua biodiversidade e história, sendo um novo polo turístico para a região (Souza *et al.*, 2023a).



Fonte: elaborado pelas autoras.

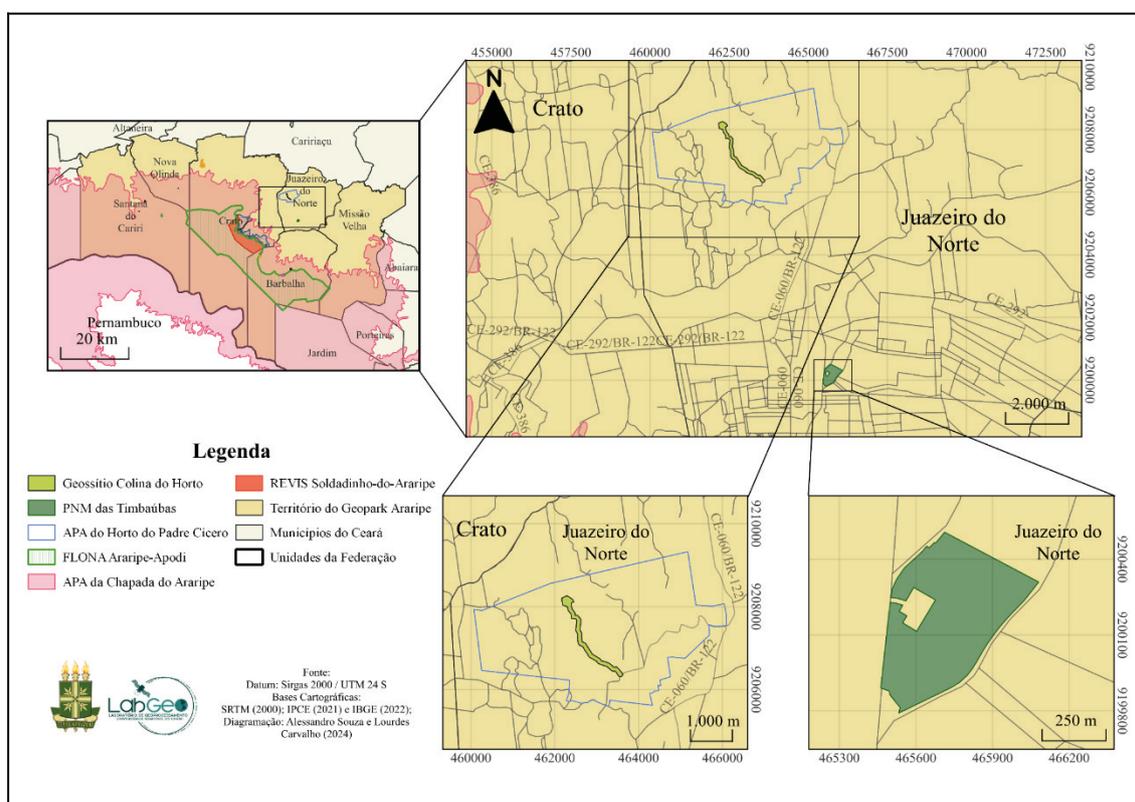
Figura 4. Mapa de localização da RPPN Arajara Park, do Geossítio Arajara, Riacho do Meio e Mirante do Caldas, e do MONA Sítio Riacho do Meio.

O Parque Estadual (PE) do Sítio Fundão, juntamente com o Geossítio Batateiras, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Riacho da Matinha, Decreto Nº 34.133 de 29/06/2021 com área de 6,8 hectares, localizados no município do Crato (Figura 3) e o Parque Natural Municipal (PNM) das Timbaúbas, Decreto Nº 352, de 23/10/2017 com área de 23,42 hectares, localizado no município de Juazeiro do Norte (Figura 5), destacam-se por serem unidades de conservação urbanas. Essas caracterizam-se como importantes enclaves de área verde em meio as dinâmicas da malha urbana desses municípios, sendo espaços que se propõem a melhoria da qualidade de vida da população, manutenção dos aspectos ambientais e recursos naturais, e promoção da educação ambiental, principalmente dos municípios das áreas urbanas (Nascimento; Rocha; Nascimento, 2015; Ceará, 2019).

Alencar e Santos (2019) destacam o PE Sítio Fundão como de importância *sui generis* como patrimônio histórico-cultural e natural do município do Crato. Como reforço a essa ideia, a gestão do parque busca promover constantemente a educação ambiental e o ecoturismo, promovendo ações de acessibilidade para diferentes públicos com a criação de trilhas táteis e adaptadas para pessoas com deficiências visuais e motoras, além de preservar uma importante área da fitofisionomia carrasco e do apoio ao desenvolvimento de pesquisas científicas (Alencar; Santos, 2019; Bezerra *et al.*, 2022). Bezerra *et al.* (2022) destacam ainda que as ações desenvolvidas pelo PE Sítio Fundão estão diretamente relacionadas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, demonstrando assim a importância dessa unidade de conservação para o desenvolvimento regional sustentável.

Por outro lado, o PNM das Timbaúbas (Figura 5), apesar de representar um importante enclave de área florestada no município de Juazeiro do Norte, atuando diretamente na manutenção da qualidade de vida da população, com sua atuação como ilha de frescor e refúgio para fauna e flora em uma cidade tão urbanizada, passa por sérios problemas estruturais e de gestão (Freitas *et al.*, 2022; Moreira *et al.*, 2023). Moreira *et al.* (2023) apontam para o atual estado de degradação do PE das Timbaúbas, com o atual estado de eutrofização do Lagoa dos Macacos e constante presença de resíduos sólidos poluidores por toda a área do parque.

Na Figura 5 também é possível observar a APA do Horto do Padre Cícero, Decreto N°34.608, de 29/03/2022 com área de 1.375,50 hectares, o qual compartilha espaço com o Geossítio Colina do Horto. Para o município de Juazeiro do Norte, a APA do Horto do Padre Cícero, foi um marco para a proteção ambiental e preservação da cultura viva do território do Geopark Araripe (Ceará, 2022). Anualmente o complexo turístico da Colina do Horto recebe em torno de 2,5 milhões de romeiros e visitantes devotos do Padre Cícero, figura central para a construção sertaneja do Cariri, sendo um importante polo religioso e econômico, além de seu importante complexo ecossistêmico no contexto da Sub-Bacia do Rio Salgado, conservando espécies de mata seca do cristalino e arbórea do bioma Caatinga (Ceará, 2022). Aqui destaca-se como fator negativo para a manutenção da qualidade ambiental e da paisagem para a unidade de conservação a presença do aterro sanitário de Juazeiro do Norte, de loteamentos e de minas de granito, além da presença massiva de lixo e desmatamento em diferentes pontos da UC conforme apontado por Dias (2023)



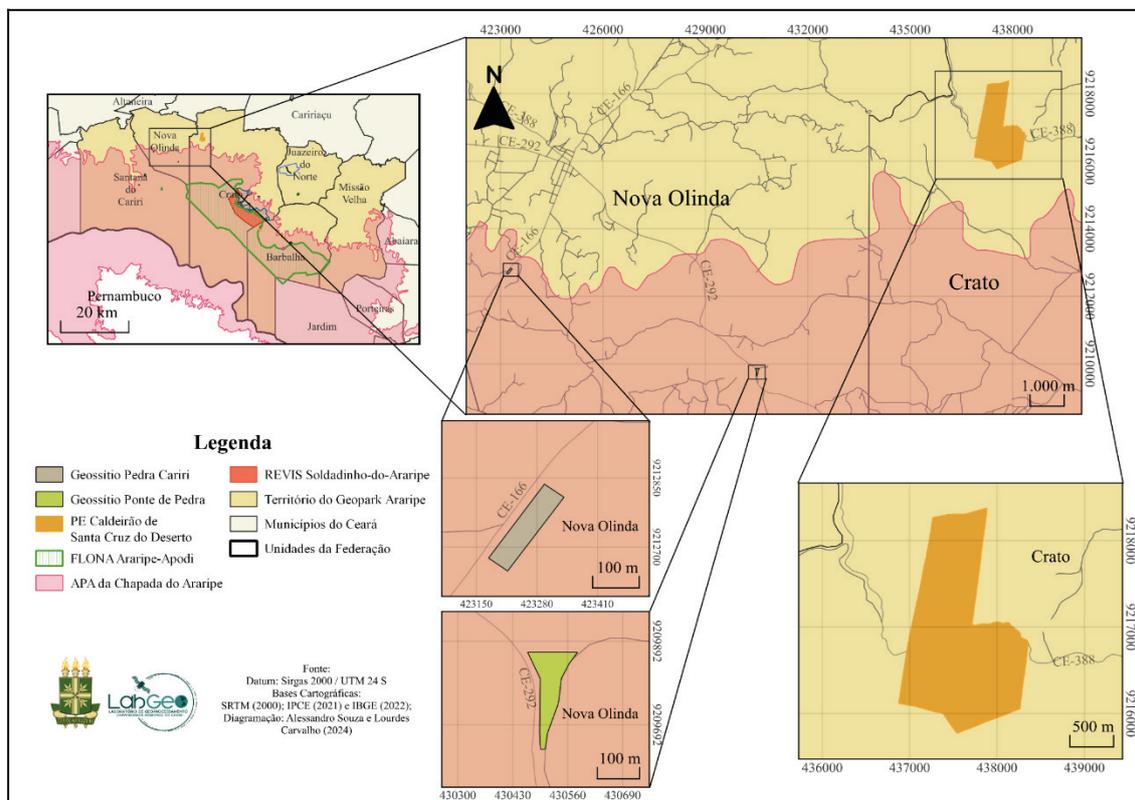
Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 5. Mapa de localização da APA do Horto do Padre Cícero, do geossítio Colina do Horto e do PNM das Timbaúbas.

Outra unidade de conservação que possui estreita relação com a APA do Horto do Padre Cícero é o PE do Caldeirão de Santa Cruz do Deserto, Decreto N° 35.039, de 13 de dezembro de 2022 com extensão de 2.028,37 hectares, localizados no Crato, como pode ser observado na Figura 6. Sua criação visa a proteção de riquíssima flora e fauna típicas de mata seca que perpassam por certo grau de antropismo, com o intuito de promover desenvolvimento das populações tradicionais e de seu contexto histórico-cultural e sociopolítico para o território do Cariri cearense, levando-se em consideração as possibilidades do turismo ecológico e do geoturismo (Ceará, 2022). Sua similaridade não se dá apenas pela caracterização ambiental, como também pela estreita relação histórica entre ambas focada no assentamento religioso existente na área que teve como figuras centrais o Beato José Lourenço e o apoio do Padre Cícero (Araújo, 2009).

É imprescindível que ao se falar de Monumentos Naturais seja abordado os geossítios do Geopark Araripe, visto que tais UCs foram criadas para abrigarem os geossítios quando da proposta para criação de um geoparque no Cariri em 2006. Dessa forma, as MONAs Sítio Riacho do Meio (Barbalha), Cachoeira do Rio Batateiras (Missão Velha), Pontal da Santa Cruz e Sítio Cana Brava (Santana do Cariri) foram criadas para abrigar, respectivamente, os geossítios Riacho do Meio, Cachoeira de Missão Velha, Pontal da Santa Cruz e Parque dos Pterossauros. Essas unidades objetivam

proteger e conservar a paisagem cultural do Cariri e como forma de reconhecimento do patrimônio geológico e paleontológico da Bacia Sedimentar do Araripe em âmbito mundial como parte do Programa Geoparque Mundial da Unesco e evitar a deterioração desse patrimônio (Ceará, 2006).



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 6. Mapa de localização do PE Caldeirão da Santa Cruz do Deserto e dos Geossítios Pedra Cariri e Ponte de Pedra.

Além das já supracitadas, a APA da Chapada do Araripe sobrepõe com os Ponte de Pedra e Pedra Cariri (Figura 6), além de geossítios com sobreposição com outras unidades, como o Riacho do Meio, Pontal da Santa Cruz, Parque dos Pterossauros, Mirante do Caldas e Arajara. Destaca-se que o geossítio Colina do Horto só passou a possuir sobreposição em 2022 e geossítio Batateiras somente em 2008.

Ressalta-se que o Geossítio Floresta Petrificada, segundo dados obtidos, não possui nenhuma unidade de conservação com sobreposição ainda, além de, diferente do oficialmente exposto, não está localizado no município de Missão Velha, mas sim de Milagres, conforme exposto na Figura 7. Esse geossítio é um importante polo estratigráfico para obtenção de troncos silicificados perfazendo um sítio de valor internacional (Lima *et al.*, 2012; Nascimento; Silva; Moura-Fé, 2019).

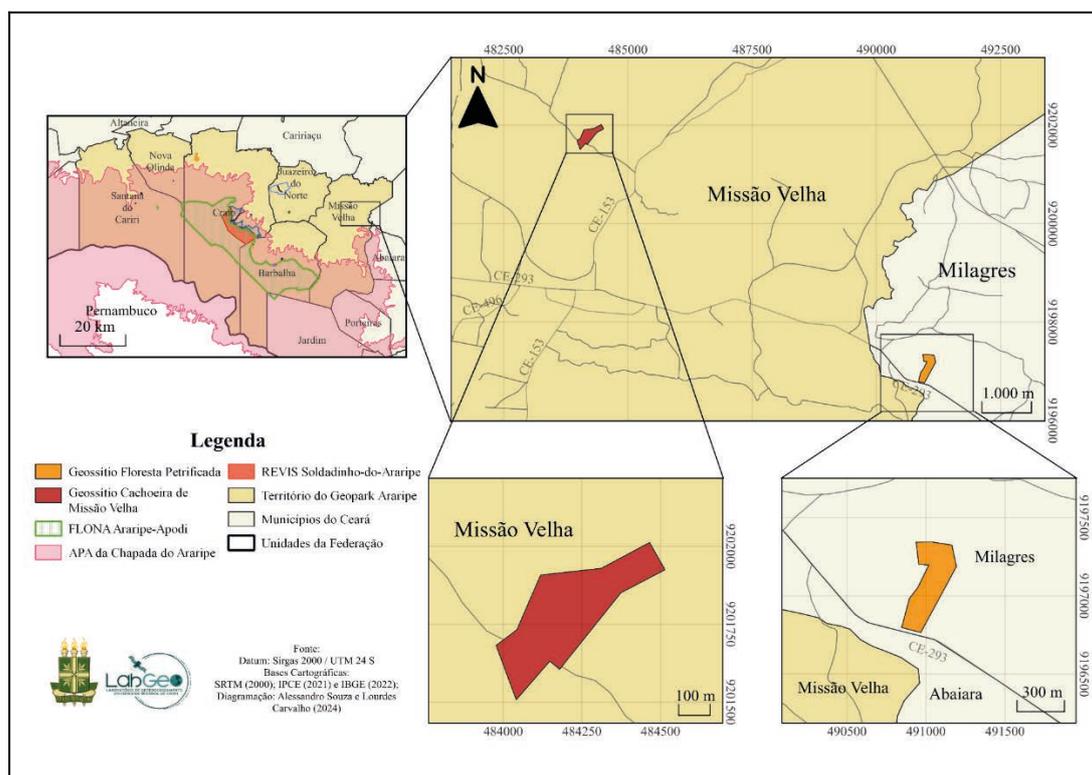


Figura 7. Mapa de localização do Geossítio Cachoeira de Missão Velha e Floresta Petrificada.

Já o MONA Cachoeira do Rio Batateiras (o qual não foi possível encontrar dados de sua poligonal), Geossítio Cachoeira de Missão Velha e o Parque Natural Municipal Cachoeira de Missão Velha/Bioparque (Lei nº 002/02 e Lei Complementar nº 017/02), em similaridade com o MONA Pontal da Santa Cruz, também possui uma mítica em torno da cachoeira centrada na figura da Mãe d'Água, a qual afoga visitantes desavisados no turbilhão de águas do rio (Lima *et al.*, 2012). As rochas da formação Mauriti possuem um verdadeiro cânion lapidado ao longo de 450 milhões de anos, sendo palco da história dos primeiros assentamentos coloniais no Cariri, os quais são representados pelas ruínas da Casa de Pedra (Lima *et al.*, 2012).

Santos *et al.* (2022) em levantamento acerca das UCs do sul cearense apontaram que somente a FLONA Araripe-Apodi possui um plano de manejo bem estabelecido, dificultando assim a plena funcionalidade dessas áreas protegidas visto que não existe um real controle e gerência dessas unidades em descumprimento com as normas legais. Essa pesquisa corrobora com esse pensamento, excetuando que a PE do Sítio Fundão também conta com plano de manejo criada em 2019, ressaltando também a dificuldade de acesso do plano de manejo da FLONA Araripe-Apodi. Pontua-se aqui que a APA do Horto do Padre Cícero, ARIE Riacho da Matinha, PE Caldeirão de Santa Cruz do Deserto e o REVIS do Soldadinho-do-Araripe, além das RPPNs Buritis das Águas Naturais, Oásis Araripe II e Azedos, estão no prazo de 5 anos para criação do plano de manejo pelo conselho consultivo da UC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interação entre os geossítios e as Unidades de Conservação (UCs) no Geopark Araripe revela uma abordagem integrada e interdependente na gestão ambiental da região. Mediante aspectos abordados nessa pesquisa, não há como falar de Unidades de Conservação sem falar também da importância dos geossítios no Geopark Araripe. Com um total de 19 UCs, abrangendo diversas categorias de proteção, e 11 geossítios de relevância regional e internacional, o território demonstra um compromisso sólido com a conservação da biodiversidade e do patrimônio geológico único do território do Geopark Araripe.

É visível a preocupação da população com as questões ambientais quando se observa a quantidade de Reservas Particulares do Patrimônio Natural no território, denotando não somente uma necessidade premente de proteção, mas a perspectiva da angariação de recursos financeiros com o ecoturismo que trará retorno para a própria área protegida. Essas iniciativas visam não apenas conservar a biodiversidade e os recursos naturais, mas também promover o turismo ecológico e o desenvolvimento sustentável das comunidades locais.

Outro destaque de suma importância para o território do Geopark Araripe são a FLONA Araripe-Apodi e o PE Sítio Fundão. Ambas as unidades de conservação, apesar de motivações distintas de criação, atuam diretamente na promoção do desenvolvimento sustentável, sendo essas com mais ações voltadas para as comunidades, seja com o extrativismo com a FLONA Araripe-Apodi seja com a promoção da preservação de áreas de mata nativa no meio urbano com a promoção da educação ambiental inclusiva.

Entretanto, existem alguns destaques negativos no que diz respeito as unidades de conservação no território. O PNM das Timbaúbas, apesar de sua importância para a qualidade de vida encontra-se em estado latente de degradação ambiental, com intensa eutrofização da Lagoa dos Macacos e presença constante de lixo. Outra UC que passa por problemas potenciais é a APA do Horto do Padre Cícero, assim como o Geossítio Colina do Horto, que passa por um processo de desmatamento de mata nativa por parte da população, assim como ocorrência de queimadas e presença de lixo em todo o percurso do Caminho do Santo Sepulcro.

O Geossítio Floresta Petrificada também se apresenta em situação irregular visto que oficialmente esta é colocada como estando localizada no município de Missão Velha, sendo que sua localização é em Milagres. Além disso, esse geossítio é o único que não está em conformidade com as diretrizes da UNESCO de haver proteção legal

Outro problema visto durante o decorrer da pesquisa é que somente duas das 19 unidades de conservação apresentam, ou disponibilizam, seus planos de manejos, o qual é obrigação legal de ser feito. Somente o PE Sítio Fundão e a FLONA Araripe-Apodi possuem seu plano de manejo disponibilizados para consulta, sendo que o da última é de difícil acesso e o da primeira criada somente em 2019 (após 11 anos de criação da UC). O plano de manejo é de suma importância, pois nele será baseado as diretrizes de atuação da gestão para proteção da unidade de conservação e ações de educação ambiental, assim como o estabelecimento das zonas de amortecimento dessas UCs.

A isso, soma-se a necessidade de ampla transparência e divulgação por parte das instituições e instâncias governamentais para ampla disponibilização de dados sobre essas unidades de conservação. Apesar da tentativa da SEMACE deixar o acesso para domínio público, essa pesquisa achou dificuldade para encontrar dados concernentes os MONAs Pontal da Santa Cruz e Cachoeira do Rio Batateiras, como também do PNM da Cachoeira de Missão Velha/Bioparque.

Salienta-se que a profusão de Ucs e a presença do Geopark Araripe no Cariri cearense é um reflexo da importância nas questões científicas, histórico-culturais, educacionais e econômicos do território, além de exprimi a preocupação da população nas questões ambientais e o desejo de proteção da paisagem natural do território.

Em suma, a interação entre os geossítios e as UCs no Geopark Araripe reflete um modelo de conservação ambiental que busca equilibrar a proteção dos recursos naturais com o desenvolvimento sustentável das comunidades locais, promovendo a valorização do patrimônio geológico, cultural e ambiental da região.

Com base nesses dados iniciais, será possível agora realizar avaliações mais aprofundadas acerca do estado de conservação e degradação dessas unidades de conservação e dos geossítios como forma de averiguar se essas possuem real efetividade na proteção do meio ambiente. Para tanto, o uso de geotecnologias é de suma importância para se ter uma visão multifatorial das dinâmicas dessas UCs e geossítios, como o uso de técnicas de sensoriamento remoto, uso de índices para avaliação de densidade vegetal (tais como NDVI, IAF, SAVI), uso e ocupação do solo, entre outras tantas possibilidades.

REFERÊNCIAS

- ADERALDO, M. S. A Floresta Nacional Araripe-Apodi. **Instituto Histórico e Geográfico do Ceará. Fortaleza**, v. 21, 1954.
- ALENCAR, C. L. D.; SANTOS, P. C. D. L. O Sítio Fundão como patrimônio histórico, natural e cultural da cidade de Crato: narrativas de antigos moradores. *In: Congresso Nacional de Educação*, 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Editora Realize, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA14_ID10112_18092019195403.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2024.
- ALENCAR, S. K. P. D. *et al.* Levantamento fitossociológico em área de floresta ombrófila na Floresta Nacional do Araripe/APODI-CE. *In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, 7., 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2012.
- BEZERRA, C. E. *et al.* Environmental education and ecotourism: the case of Sítio Fundão in the municipality of Crato-CE. **International Journal Semiarid**, v. 5, n. 5, 2022.
- BRASIL. **Decreto nº S/N, 5 de junho de 2012**. Dispõe sobre a ampliação e os objetivos da Floresta Nacional do Araripe-Apodi, no Município de Barbalha, Estado do Ceará, criada pelo Decreto-Lei nº 9.226, de 2 de maio de 1946. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 jun. 2012.
- BRASIL. **Decreto-Lei Nº 35.039, 2 de maio de 1946**. Cria a Floresta Nacional do Araripe-Apodi. Diário Oficial da União. Rio de Janeiro, 2 mai. 1946. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-9226-2-maio-1946-417098-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Presidência da República Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 18 jul. 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº S/N, 4 de agosto de 1997.** Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, ano 1997, Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/antecedentes/1997/dnn5587.htm#:~:text=DECRETO%20DE%204%20DE%20AGOSTO,que%20lhe%20confere%20o%20art>. Acesso em: 13 abr. 2024.

BRASIL. Presidente do Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. **Portaria nº 555, 11 de outubro de 2019.** Diário Oficial da União. Brasília, DF, ano 2019, p. 53, 4 out. 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/05/Portaria_r1.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRASIL. Presidente do Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. **Portaria nº 32, 26 de abril de 2016.** Cria a Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Oásis Araripe (Processo nº 02103.000036/2015-55). Diário Oficial da União. Brasília, DF, ano 2021, n. 079, p. 79, 27 abr. 2016. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/Portaria_O%C3%A1sis_do_Araripe.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRASIL. Presidente do Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. **Portaria nº 113, de 21 de outubro de 2014.** Cria a Reserva Particular do Patrimônio Natural Araçá, no município de Crato, no estado do Ceará. Processo ICMBio/MMA nº 02103.000111/2013-16. Diário Oficial da União. Brasília, DF, ano 2014, p. 53, 22 out. 2014. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/Portaria_RPPN_Ara%C3%A7a_CE.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRASIL. Presidente do Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. **Portaria nº 24/99-N, de 23 de fevereiro de 1999.** Diário Oficial da União. Brasília, DF, ano 1999, p. 148, 24 nov. 1999. Disponível em: <<https://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/629/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

CARVALHO, F. T. S. **Análise da paisagem em áreas de queimadas e incêndios na APA da Chapada do Araripe (2000 a 2020):** subsídios para o plano de manejo e gestão da Unidade de Conservação. 2023. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2023.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente. Equipe Técnica – Estudos para a criação de uma UC no Horto do Padre Cícero. **Justificativa de criação da APA do Horto do Padre Cícero.** Site da SEMACE. 2022, 17 fev. 2022. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/02/Justificativa-APA-do-Horto-do-Padre-Cicero.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2024.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente. **Plano de Manejo Parque Estadual Sítio Fundão.** 1 ed. Ceará: SEMACE, 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/11/PM_PE_Sitio_Fundao.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente. **Downloads de Decretos e Poligonais – CEUC.** Ceará: SEMA, 2024. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/cadastro-estadual-de-unidade-de-conservacao-ceuc/painel-cadastro-estadual-de-unidades-de-conservacao/downloads-de-decretos-e-poligonais-ceuc/>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

CEARÁ. Secretário do Meio Ambiente Do Estado Do Ceará. **Portaria nº 134, 19 de outubro de 2021.** Reconhece a Reserva Particular Do Patrimônio Natural – RPPN Azedos. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, CE, ano 2021, n. 241, p. 58, 25 out. 2021a. Disponível em: <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20211025/do20211025p01.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

CEARÁ. **Decreto nº 28.506, 01 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a criação das unidades de conservação de proteção integral dos Monumentos Naturais denominados Sítios Geológicos e Paleontológicos Do Cariri, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, Ceará, p. 1-3, 1 dez. 2006. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/MN-CARIRI.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

CEARÁ. **Decreto nº 34.133, 29 de junho de 2021.** Dispõe sobre a criação da unidade de conservação estadual do grupo de uso sustentável denominada Área de Relevante Interesse Ecológico Riacho Da Matinha, no município do Crato, e dá outras providências. o governador do Estado do Ceará, no uso das atribuições que lhe confere o art. 88. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, Ceará, p. 5-7, 29 jun. 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/07/Decreto-ARIE-Riacho-da-Matinha.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

CEARÁ. **Decreto nº 34.608, 29 de março de 2022.** Dispõe sobre a criação da unidade de conservação estadual de uso sustentável da categoria de Área de Proteção Ambiental (APA) denominada Horto do Padre Cícero no município de Juazeiro do Norte e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, Ceará, p. 3-6, 29 mar. 2022. Disponível

- em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/03/decreto-34608-de-29.03.2022-apa-do-horto.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2024.
- CEARÁ. **Decreto nº 35.039, 13 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre a criação da unidade de conservação estadual do grupo de proteção integral da categoria de Parque Estadual (PARES) denominada Caldeirão De Santa Cruz Do Deserto, no município de Crato e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, Ceará, p. 1-4, 13 dez. 2022. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/12/decreto-caldeirao.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2024.
- CEARÁ. Governo do Estado. **Decreto nº 29.307, 05 de junho de 2008**. Cria o Parque Estadual Sítio Fundão e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, CE, ano 2008, n. 105, p. 7, Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/Decreto-S%C3%Adtio-fund%C3%A3o_pag7.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- CEARÁ. **Lei nº 18.267, 15 de dezembro de 2022**. Altera os limites originais da unidade de conservação estadual do grupo de uso sustentável denominada Área De Proteção Ambiental – APA, no município de Juazeiro Do Norte. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, Ceará, p. 2-3, 15 dez. 2022. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/12/do20221215p01.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- CEARÁ. Secretário de Meio Ambiente. **Portaria nº 32, 15 de março de 2021**. Cria a Reserva Particular Do Patrimônio Natural– RPPN Buritis Águas Naturais. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, CE, ano 2021, n. 079, p. 29, 6 abr. 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/04/Decreto_RPPN-Buritis-Aguas-Naturais.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.
- CEARÁ. Sema. **SEMA certifica a RPPN Buritis Águas Naturais, a 39ª reserva de caráter privado do Estado**. [S.l.]. SEMACE, 2021a. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/2021/06/18/sema-certifica-a-rppn-buritis-aguas-naturais-a-39a-reserva-de-carater-privado-do-estado/#:~:text=18%20de%20junho%20de%202021,na%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20do%20Cariri>>. Acesso em: 12 abril 2024.
- CEARÁ. **Reserva Particular do Patrimônio Natural de Azedos é certificada pela Sema**. [S.l.]. SEMACE, 2021b. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2021/12/02/reserva-particular-do-patrimonio-natural-de-azedos-e-certificada-pela-sema/>>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- CRATO. **Decreto nº 207.001, 2 de julho de 2019**. Cria o Refúgio de Vida Silvestre Soldadinho-do-Araripe como Unidade de Conservação Municipal, estabelece sua Zona de Amortecimento, concebe o Corredor Ecológico do Rio Batateira, e dá outras providências. Diário Oficial do Município. Crato, Ceará, p. 9-27, 2 jul. 2019. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/10/REVIS-Soldadinho-do-Araripe.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- DIAS, V. P. **Composição e diversidade da avifauna de uma Área De Proteção Ambiental na Caatinga - Ceará**. 2023. TCC (Graduação) - Curso de Ciências biológicas, Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Crato, 2023.
- DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A.; OLIVEIRA, D. **Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil**. Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, p. 341-385, 2010
- EMBRAPA. **Pequezeiro: Extrativismo na Chapada do Araripe**. 1 ed. Campina Grande: Associação da Revista Eletrônica A Barriguda - AREPB, 2016.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. atual. e aum. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. ISBN 978-85-7975-016-8.
- FREITAS, C. A. S. *et al.* Sensoriamento Remoto aplicado à análise do fenômeno de Ilhas de Calor na Cidade de Juazeiro do Norte-CE. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e237111234265-e237111234265, 2022.
- GOMES, A. M. A. A destruição da terra sem males: o conflito religioso do Caldeirão de Santa Cruz do Deserto. **Revista USP**, n. 82, p. 54-67, 2009.
- GUERRA, M. D. F. **Veredas da Chapada do Araripe: contexto ecogeográfico de subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil**. 2019. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.
- GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; SILVA, E. V. Veredas da Chapada do Araripe: subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 51–66, 2020. DOI: 10.5216/ag.v14i2.62824
- JUAZEIRO DO NORTE. **Decreto nº 352, 23 de outubro de 2017**. Cria o Parque Natural Municipal das Timbaúbas, no Município de Juazeiro do Norte, no Estado do Ceará, e dá outras providências. Diário Oficial do Município. Juazeiro do Norte, Ceará, p. 1-6, 23 out. 2017. Disponível em:

- <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/decretocria%C3%A7%C3%A3otiambaubas.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- LIMA, A. B. Uso das técnicas de geoprocessamento em sistema de gestão ambiental (SGA) no Brasil: revisão sistemática da literatura. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 20., 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2023. p. e3269-e3272.
- LIMA, F. F., FEITOSA, J. R. M., SANTOS, F., PEREIRA, S. M., SARAIVA, A. A. F., BENEDIKT, T. R., MELO, J. P. P. & FREITAS, F. I. (2012). Floresta Petrificada. In E. R. Cavalcanti, M. G. F. Lima, J. P. P. Melo (Coords.), **Geopark Araripe: História da Terra, do Meio Ambiente e da Cultura** (pp. 94-100).
- MESQUITA JUNIOR, H. N. **Lições aprendidas no uso do sensoriamento remoto e dos sistemas de informação geográficas para a gestão pública das florestas brasileiras**. 2016. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Gestão Pública) - Escola Nacional de Administração Pública (Enap), Brasília, 2016.
- MISSÃO VELHA. **Lei nº 0172002, 18 de novembro de 2002**. Emenda Alterando o caput do Artigo 10 da Lei Nº 002/02, de 15/02/02, de Parque Municipal Zoobotânico da Cachoeira de Missão Velha para Parque Natural Municipal da Cachoeira De Missão Velha e dá outras providências. Diário Oficial do Município. Missão Velha, CE, 18 nov. 2002. Disponível em: <<https://camaramissaovelha.ce.gov.br/leis/817>>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- MOCHIUTTI, N. A *et al.* Os Valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 173-189, 2012.
- MOREIRA, A. M. T. *et al.* Desafios Estruturais e Socioambientais no Parque Natural Municipal das Timbaúbas, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. **Revista Ciência e Sustentabilidade**, v. 7, n. 1, p. 361-390, 2023.
- NASCIMENTO, D. C.; ROCHA, G. A.; NASCIMENTO, V. S. Parque Ecológico das Timbaúbas: Um paradoxo na relação homem-natureza em Juazeiro do Norte (CE). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 339-358, 2015.
- NASCIMENTO, M. A. L.; DA SILVA, M. L. N.; MOURA-FÉ, M. M. Os Serviços Ecossistêmicos em Geossítios do Geopark Araripe (CE), Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 119-132, 2020.
- OLIVEIRA, C. D. L.; SILVA, A. P. A.; MOURA, P. A. G. Distribuição e Importância das Unidades de Conservação no Domínio Caatinga. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 1, 2019.
- OLIVEIRA, J. G.; SANTOS, L. J. C.; SIAME, L. Caracterização de relevo por meio de indicadores morfométricos nas faces norte e sul da Chapada do Araripe–nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 42, p. e190706-e190706, 2022.
- ORLANDI, A. G. *et al.* Controle gerencial na administração pública e transformação digital: sensoriamento remoto para fiscalizar. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 26, n. 83, 2021
- RODRIGUES, C. G. O.; GODOY, L. R. C. Atuação pública e privada na gestão de unidades de conservação: aspectos socioeconômicos da prestação de serviços de apoio à visitação em parques nacionais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 28, 2013.
- SAMPAIO, R. S. L *et al.* Bibliographical review and analysis of visualizations about *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana, 2016 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e18010615272, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15272.
- SANTOS, R. O.; ALENCAR, F. H. H.; MORAIS, D. P.; MORAES, A. S.; MORAIS, J. M. P.; OLIVEIRA, F. M. Levantamento quantitativo e de geolocalização das unidades de conservação na região Sul do Ceará - Brasil. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 14, p. 185–195, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-1759-2K14.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002
- SOUZA, A. R. S. D.; BEZERRA, F. C. O Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia bokermanni* Coelho e Silva, 1988) como espécie bandeira no Cariri Cearense. In: PEREIRA, V. S.; FERNANDES, M. R.; OLIVEIRA, M. A. S. D. (Org.). **Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações**. 1 ed. Fortaleza, Ceará: Editora IME, 2022. p. 220-235.
- SOUZA, A. R. S. *et al.* Relevância e Caracterização do Geossítio Mirante do Caldas. In: SEMANA ACADEMICA DE GEOGRAFIA, 16., 2023, Crato. **Anais [...]**. Crato: URCA, 2023a.
- SOUZA, A. R. S *et al.* Hazards no Território do Araripe Geoparque Mundial da UNESCO (CE): Monitoramento dos Focos de Incêndios e Queimadas entre os anos de 2011 e. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 6, p. 3364-3379, 2023b.
- UNESCO. **Statutes of the International Geoscience and Geoparks Programme**. UNESCO, [s. l.], 2015. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260675>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO SOB À LUZ DA GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: UMA ANÁLISE A PARTIR DO ENFOQUE HISTÓRICO ANTROPOGÊNICO NA SUB-BACIA DO RIO ACARÁ-MIRIM MICRORREGIÃO DE TOMÉ-AÇU/PA

LAND USE AND OCCUPATION IN THE LIGHT OF LANDSCAPE GEOECOLOGY: AN ANALYSIS FROM A HISTORICAL ANTHROPOGENIC APPROACH IN THE SUB-BASIN OF THE ACARÁ-MIRIM RIVER TOMÉ-AÇU MICROREGION/PA

USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO A LA LUZ DE LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE: UN ANÁLISIS BASADO EN EL ENFOQUE ANTROPOGÉNICO HISTÓRICO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO ACARÁ-MIRIM - MICRORREGIÓN TOMÉ-AÇU/PA

Amanda dos Santos Pastana¹

 0009-0007-8069-9921

amanda.pastana@ifch.ufpa.br

Henrique Gabriel Marques Moura²

 0000-0003-1631-6790

hgmoura74@gmail.com

João Santos Nahum³

 0000-0001-7791-9240

joaonahum@ufpa.br

Eder Mileno Silva de Paula⁴

 0000-0002-6895-2126

edermileno@ufpa.br

1 Graduanda do curso de Geografia da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8069-9921>. E-mail: amanda.pastana@ifch.ufpa.br.

2 Graduando do curso de Geografia da Universidade do Pará, Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1631-6790>. E-mail: hgmoura74@gmail.com.

3 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7791-9240>. E-mail: joaonahum@ufpa.br.

4 Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6895-2126>. E-mail: edermileno@ufpa.br.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos a CAPES pelo fomento ao Projeto de pesquisa do Observatório do Dendê, e ao Laboratório de Multiusuário de Estudos das Paisagens Amazônicas de Pós-Graduação em Geografia da UFPA.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: Hoje o mapeamento sobre o uso e cobertura de solo, é um produto que possibilita a coleta de informações, relevantes ao gerenciamento dos recursos naturais e no monitoramento ambiental. Sendo este o objetivo deste artigo, analisar a evolução do uso e ocupação do solo entre os anos de 2001 e 2020 na sub-bacia do Acará-mirim, através de apropriação teórica e metodológica do enfoque histórico-antropogênico da geoecologia da paisagem. Sendo que os resultados e discussão dessa pesquisa podem contribuir com o planejamento ambiental da sub-bacia e da microrregião de Tomé-açu.

Palavras-chave: Dinâmica Territorial. Planejamento Ambiental. Deindcultura.

ABSTRACT: Today, mapping on land use and coverage is a product that enables the collection of information relevant to the management of natural resources and environmental monitoring. This being the objective of this article, to analyze the evolution of land use and occupation between the years 2001 and 2020 in the Acará-mirim sub-basin, through theoretical and methodological appropriation of the historical-anthropogenic approach to landscape geoecology. The results and discussion of this research can contribute to the environmental planning of the Tomé-açu sub-basin and micro-region.

Keywords: Territorial Dynamics. Environmental planning. Deindcultura.

RESUMEN: En la actualidad, la cartografía de uso y cobertura del suelo es un producto que permite recopilar información relevante para la gestión de los recursos naturales y el monitoreo ambiental. El objetivo de este artículo es analizar la evolución del uso y ocupación del suelo entre 2001 y 2020 en la subcuenca Acará-mirim, mediante la apropiación teórica y metodológica del enfoque histórico-antropogénico de la geoecología del paisaje. Los resultados y la discusión de esta investigación pueden contribuir a la planificación ambiental de la subcuenca y de la microrregión de Tomé-açu.

Palabras clave: Dinámica territorial. Planificación ambiental. Deindcultura

INTRODUÇÃO

A história da humanidade vem sendo construída há mais de 3.500 milhões de anos, sendo constantemente modelada por transformações, que juntas alternam-se entre o não-equilíbrio e equilíbrio ecológico (Santos, 1998). O modo de vida e as diversas formas de ocupação humana são e estão cada vez mais tomando maiores proporções nos espaços e com isso mudanças que acabam por comprometer a sustentabilidade, o fluxo de energia e por demais a relação sociedade-natureza (Albuquerque, 2007).

Segundo Paula (2017) essas mudanças condicionam-se de tal forma nos componentes das paisagens, pois nelas ficam o registro das modificações, das formas, de novos costumes ou até mesmo necessidades por novas relações, tomadas pela humanidade. O que leva a transformação de novas unidades de paisagens em detrimento de outras, nas quais torna-se essencial compreender e planejar as ações da sociedade na natureza.

Para tanto, a compressão da geoecologia das paisagens é de extrema importância para estudos e diagnósticos dos processos da natureza e da sociedade, bem como oferecer o aprofundamento metodológico e técnico de investigação científica Rodriguez e Silva (2017). Dos enfoques da geoecologia da paisagem (Rodrigues; Cavalcanti; Silva, 2011), o enfoque Histórico-Antropogênico das paisagens permite compreender a complexidade das atividades humanas sobre a paisagem em análise.

Rodrigues e Silva (2017) destacam ainda, que

O ponto de partida para entender a interação entre a Natureza e a Sociedade é aceitar que os seres humanos na Natureza ocupam uma situação dúbia e contraditória. O planejamento ambiental é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, o que deve facilitar a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão e de desempenho (Rodrigues; Silva; 2017 p. 150-152).

De acordo com Watrin *et al.*, (2009), o mapeamento da superfície terrestre reveste-se em importante auxílio para entender a dinâmica dos processos ligados ao usos da terra, como também as especificidades da paisagem da área de estudo em questão. Assim, concordando com Santos *et al.*, (2021) os mapeamentos sobre o uso e cobertura de solo representam produtos cartográficos essenciais em planejamentos ambientais, pois são produtos que possibilitam coletar informações acerca de estudos centrais, no que tange ao gerenciamento dos recursos naturais e no monitoramento ambiental (Santos *et al.*, 2021).

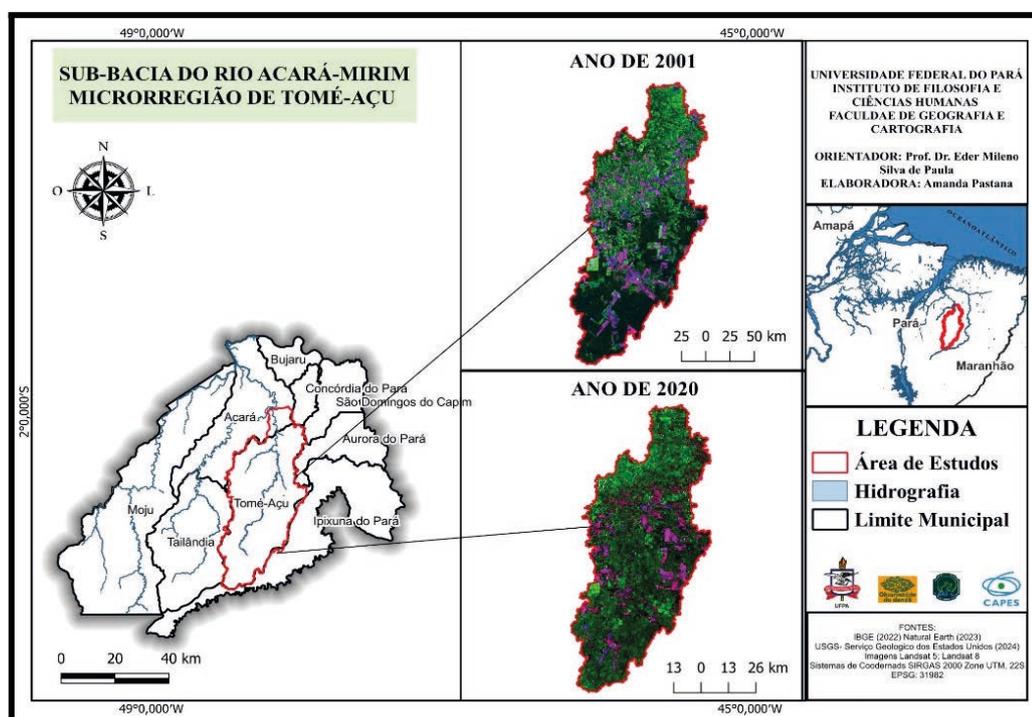
Hoje o avanço tecnológico, acerca da observação da terra por meio de sensores remotos, permitiu e permite a aquisição de dados em grandes extensões geográficas, com aumento da acurácia do mapeamento terrestre do uso e cobertura do solo, com sensores de média e alta resolução espacial (Rosan; Alcântara, 2016). A área de estudo é a sub-bacia do rio Acará-Miri, que está localizada na Microrregião de Tomé - Açu no estado do Pará. Segundo Nahum e Santos (2015) e Carvalho (2016), entre os anos 1980 e 2000, houve o boom da dendeicultura na Microrregião de Tomé-Açu, caracterizado como um evento que reorganizou a paisagem, a configuração espacial, e a dinâmica social para uma realidade agroindustrial do biodiesel. O plantio da palma, também contou com importantes pesquisas tecnológicas sobre as condições edafoclimáticas da região, medidas necessárias para a sua produção em grande escala e para a difusão estrutural dessa monocultura na região (Nahum *et al.*, 2017; Homma, 2004).

O objetivo deste artigo foi analisar a evolução do uso e ocupação do solo entre os anos de 2001 e 2020 na sub-bacia do Acará-mirim, através de apropriação teórica e metodológica do enfoque histórico-antropogênico da geoecologia da paisagem. Sendo que os resultados e discussão dessa pesquisa podem contribuir com o planejamento ambiental da sub-bacia do Acará-mirim e da microrregião de Tomé-açu.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área

A sub-bacia do rio Rio Acará - Mirim (Figura 1) compreende sua localização no nordeste paraense - microrregião de Tomé- Açu, sendo a primeira das sub-bacias do Rio Mariquita, afluente do Rio Acará-Mirim, nos quais são afluentes do Rio Acará, na seqüência tem a sua foz na Baía do Guajará, na Capital de Belém, acerca de 200 km, com as coordenadas geográficas 02°54'45" S e 3°16'36" S de latitude e 47°55'38" W e 48°26'44" W de longitude (IBGE, 2022). O Sistema utilizado foi o SIRGAS 2000 e a Zona UTM 22 S. Tendo a gênese geomorfológica composta pela formação Ipixuna de sucessão de Arenito e Sítio de área morfoestrutural do planalto rebaixado e planícies fluviais (Rodriguez *et al.*, 2001).



Fonte: Elaborado pela autora Amanda Pastana (2024).
Figura. 1 Mapa de Localização da Sub-Bacia do Rio Acará-Mirim.

Procedimento Metodológico

Para a metodologia, o artigo está dividido em: revisão teórica e bibliográfica acerca do tema, coleta de dados geográficos e a produção cartográfica. O aporte teórico refere-se a Geoecologia das Paisagens, método científico que foi difundido por Sothava em 1978, sob a influência da Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig Bertalanffy desenvolvida nos anos de 1950. Já o levantamento bibliográfico, foi realizado por meio de trabalhos já publicados acerca do tema em periódicos obtidos nas plataformas digitais, como o Google acadêmico e repositório de pesquisa institucional.

Na coleta dos dados cartográficos foram adquiridos por meio da aquisição de imagens multiespectrais de satélites do Landsat 5 e Landsat 8, do programa de Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) para a análise de espaço-tempo dos anos de 2001 e 2020 sobre o uso e cobertura vegetal. Já para a classificação, as imagens foram classificadas de forma supervisionada pelo Modelo Random Forest no *plugin Semi-Automatic Classification Plug* (Grass Gis, 2024).

A classificação supervisionada consiste em aplicações de técnicas oriundas do sensoriamento remoto, que possibilitam ter informações sobre um objeto, uma área ou fenômenos no espaço terrestre. São informações obtidas por meio de sistema sensores orbitais que atuam operando em diferentes faixas do espectro eletromagnético, objetivando estudar-analisar como ocorrem os processos de fenômenos e/ou eventos na superfícies da terra partindo da interação entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes em suas diversas variações (Novo, 2010; Florenzano, 2011; Parlot, 2021). Todas as imagens foram reprojatadas e georreferenciadas para o sistema SIRGAS 2000, Zone UTM 22 S, que está de acordo com o Datum da área de estudo.

Para o processo de classificação foram utilizadas a composição colorida das bandas multiespectrais das regiões do infravermelho próximo, do vermelho e do verde, bandas 5, 4 e 3 do do Landsat-5 e as bandas 6, 5 e 4 do Landsat - 8. Foram selecionadas 120 amostras para as classes floresta Ombrófila Densa (terra firme e fluvial), Floresta Ombrófila Secundária (em recuperação), Rios e Açudes (rio principal e afluentes), Agropecuária (pastagem e agricultura) e Cidades, Vilas e Complexos Industriais.

O produto gerado passou por reclassificação visual eliminando erros de classificação e para identificar as áreas de plantação do dendê. Todo o processamento foi realizado pelo software QGIS 3.28.15 - por meio do *plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin)*, o que permitiu a classificação supervisionada e visual das imagens (Congedo, 2021).

REFERÊNCIA TEÓRICA

Geocologia das Paisagens

Os estudos geocológicos são baseados na compreensão dos padrões do meio ambiente, quanto aos fluxos de matéria energia e informação que atuam na dinamização dos processos geocológicos, que por sua vez envolvem a estrutura, o funcionamento e a dinâmica evolutiva das paisagens (Vidal *et al.*, 2022).

A geocologia das paisagens constitui arcabouço teórico indispensável para uma análise integrada e sistêmica da paisagem, o que permite ao pesquisador ter a tomada de decisão por qual enfoque metodológico compreender as vertentes dinâmicas da paisagem, posto que nos possibilita ter uma abordagem sistêmica por meio de enfoques de análise ambiental, sendo estes por categoria de análise: 1) O enfoque funcional, Evolutivo-dinâmico, Enfoque Histórico-Antropogênico e o Enfoque Integrativo da Estabilidade e Sustentabilidade da Paisagem (Rodrigues; Silva; Cavalcante, 2022).

Nesta pesquisa, utilizou o Enfoque Histórico Antropogênico, que retrata uma perspectiva cultural do social no meio natural integrando todos esses elementos processuais no território (Albuquerque, 2016). Rodrigues, Silva e Cavalcante (2022) conceituam que, a sociedade ao interferir na geosfera, acaba por constituir avanços qualitativos no desenvolvimento da matéria e atribuindo um significado evolutivo. E assim configurando um complicado, contraditório e irregular processo de desenvolvimento, o que põe em xeque a sociedade como principal fator antropogênico.

A modificação e transformação da paisagem pelas atividades humanas subordinam-se, em primeira instância, às normas da interação entre a Natureza e a Sociedade. Estas têm, antes de tudo, um caráter dialético e complexo (...) As paisagens naturais são assim modificadas e transformadas no transcurso da interação entre a Natureza e a Sociedade. Esta mudança define-se como o processo de antropogenização da paisagem, que consiste na modificação da estrutura, funcionamento, dinâmica e inclusive as tendências evolutivas da paisagem original (Rodríguez; Silva; Cavalcante, 2022, p. 155-156).

E com isso salienta-se fazer uma análise holística sobre a dinâmica das paisagens da sub-bacia da Microrregião de Tomé-Açu. Na qual situa-se a compreensão da geografia física e das ciências ambientais como norteadoras para o caminho de significativas discussões e resultados que forneçam um entendimento interdisciplinar no transcurso da pesquisa. Segundo Paula *et al.* (2014), a Geocologia das Paisagens tem os seus princípios baseados na Teoria Geral dos Sistemas, teoria esta que foi estabelecida no meio científico por Bertalanffy em 1968, com a preocupação de compreender de forma holística o meio geográfico como um todo.

A Teoria Geral dos Sistemas como metodologia em acordo com Hideyuki (2022) se insere na ciência geográfica resgatando o pensamento sintético, de organização, complexidade e interação universal.

Com o surgimento da Teoria Geral dos Sistemas, proposta e difundida pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy, na década de 1930, a visão cartesiana e linear de mundo é questionada por resultar invariavelmente em um reducionismo mecânico inflexível. A partir da citada teoria, foi proposto para a análise científica a compreensão da realidade pelo viés da totalidade sistêmica. Assim sendo, o todo apresenta-se maior do que a soma das partes que o constituem, em termos integrativos e interacionais (Hideyuki, 2022, p.3).

Segundo Neves *et al.* (2022), a dinâmica de estudo por um sistema faz combinações filosóficas com o princípio de investigar as características gerais deste sistema e a compreensão de como esse sistema influencia e recebe a influência do ambiente em que está inserido. O paradigma que o estudo dos sistemas trouxe para a geografia enquanto ciência, foi a preocupação em analisar os processos geográficos com a interface entre a sociedade e a natureza com perspectiva de realizar distinções e aproximações dos ecossistemas e geossistemas em âmbito paralelo de pesquisas ambientais na geografia (Neves *et al.*, 2014).

Sendo assim, essa é uma linha de pesquisa que deu à origem da Geografia Física uma postura autônoma ao passo que passou a fazer investigações de forma relacional entre sociedade-natureza e o conceito de paisagem como enfoque da fisionomia do geossistemas, por possuir uma polissemia de fatores dialéticos, funcionais substanciais e de evolução da paisagem (Silva, 2013). Embora o geossistemas tenha várias dimensões esse conceito busca conceituar para além da natureza em si, para as ações - mutações provocadas pela sociedade. O que implica numa complexidade assumindo um ângulo específico de interesses de escolhas e objetivos da pesquisa investigativa (Neves; Sodré, 2021).

A paisagem e Conceitos

Os primeiros estudos sobre a abordagem de recursos naturais de forma integrada, decorreram após o fim da Segunda Guerra Mundial nos países como Austrália, Canadá e na antiga União Soviética. No Brasil, a discussão sobre paisagem veio por meio do geógrafo francês Georges Bertrand em 1968 com o artigo produzido e traduzido pela professora Olga Cruz, no artigo Bertrand enfatiza o fato de que a visão da paisagem deve ser holística e sintetizada de maneira dinâmica por um conjunto indissociável (Pissinati; Archela, 2009).

Os termos sobre o que seria a paisagem a partir da visão geográfica é desafiador, ao passo que é diverso em termos de discussão conceitual. Na Alemanha do século XVIII, a concepção da paisagem partiu de análises feita por Humboldt que considerou o princípio da observação da vegetação para fazer a caracterização dos espaços e das diferenças paisagísticas que esses diferentes espaços apresentavam, esse método estipulado na época foi tanto de cunho explicativo como também de cunho comparativo (Maximiano, 2004).

Em acordo com Santos (2021) o conceito de paisagem é resultado de movimentos superficiais da sociedade junto ao seu instrumento de produção, como estradas, prédios, pontes e portos, sendo estes os acréscimos à natureza que sem eles a produção se torna impossível. E assim a paisagem se organiza seguindo esses níveis na medida em que obedece à lógica do capital de produção, ocasionando a desordem no espaço geográfico.

Bertrand (2004) faz fortes críticas à visão fechada sobre os estudos da paisagem e sobretudo as diretrizes de pensamento na Geografia Física. Segundo o autor, a dinâmica das paisagens, a qual considera a paisagem como uma entidade global, e dentro de cada escala as interpretações são, portanto, sintéticas e dinâmicas, ele destaca que a paisagem é como uma categoria de análise articulada. Contrapondo-se a visão compartimentada, a qual não segue uma lógica, em que haja a sistematização da paisagem de forma que o potencial ecológico é compreendido como resultado dinâmico dialeticamente entre os componentes físicos e bióticos numa tradução múltipla de uma paisagem.

Este método representa um progresso decisivo sobre os estudos fragmentados dos geógrafos e dos biogeógrafos, porque ele reagrupa todos os elementos da paisagem, e o lugar reservado ao fenômeno antrópico é bem importante nele (...). Sua função essencial é, portanto, de “redescobrir” a geografia física tradicional e de fazer diretamente apelo às ciências biológicas e às ciências humanas. Mas ainda, dando o meio de descrever, de explicar e de classificar cientificamente as paisagens, ela se abre naturalmente para os problemas de organização do espaço não urbanizado. Mas este estudo global dos meios naturais não pode ser conduzido somente pelos geógrafos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos anos, a Amazônia brasileira vem sendo alvo de planos de políticas públicas voltadas para o seu desenvolvimento econômico em nível global e nacional. A ideia de criar um plano de desenvolvimento econômico para a região, baseia-se na crise energética de produção de alimentos, o que fez com que várias organizações mundiais criassem o que se denomina de estratégia agroindustrial (Castro, 2021). E, dentro deste alinhamento econômico, a dendeicultura foi enraizada na Amazônia desde o início da década de 1980, com forte expansão no início do século

XXI, com a criação do Plano Nacional de Uso e do Biodiesel (PNPB), intensificando monocultura do dendê com base e apoio de um conjunto de técnicas e programas que estruturam o seu desenvolvimento (Carvalho *et al.*, 2019).

Nahum e Santos (2016) indicam que a expansão do dendê na Microrregião de Tomé Açu introduz novas configurações espaciais. O Estado do Pará concentra hoje o maior número de empresas de produção da Palma, que se dividem na produção alimentícia e na produção de biodiesel. Segundo Nahum e Santos (2017), a dendeicultura dividiu o estado social civil do campesinato artesanal na região, para além da degradação ambiental as famílias dos agricultores enfrentam a exclusão territorial, os impactos no modo de vida dessas famílias bem como suas potencialidades econômicas.

Para tanto no mapeamento feito sobre os usos de cobertura vegetal, entre os anos de 2001 e 2020, foram identificadas oito classes de uso e cobertura do solo na sub-bacia de Tomé-Açu, a saber: Floresta Ombrófila Densa, Vegetação Secundária, Pastagem, Água Continental, Cidades e Vilas, Monocultura do Dendê, Outras lavouras e Pequenos complexos Industriais.

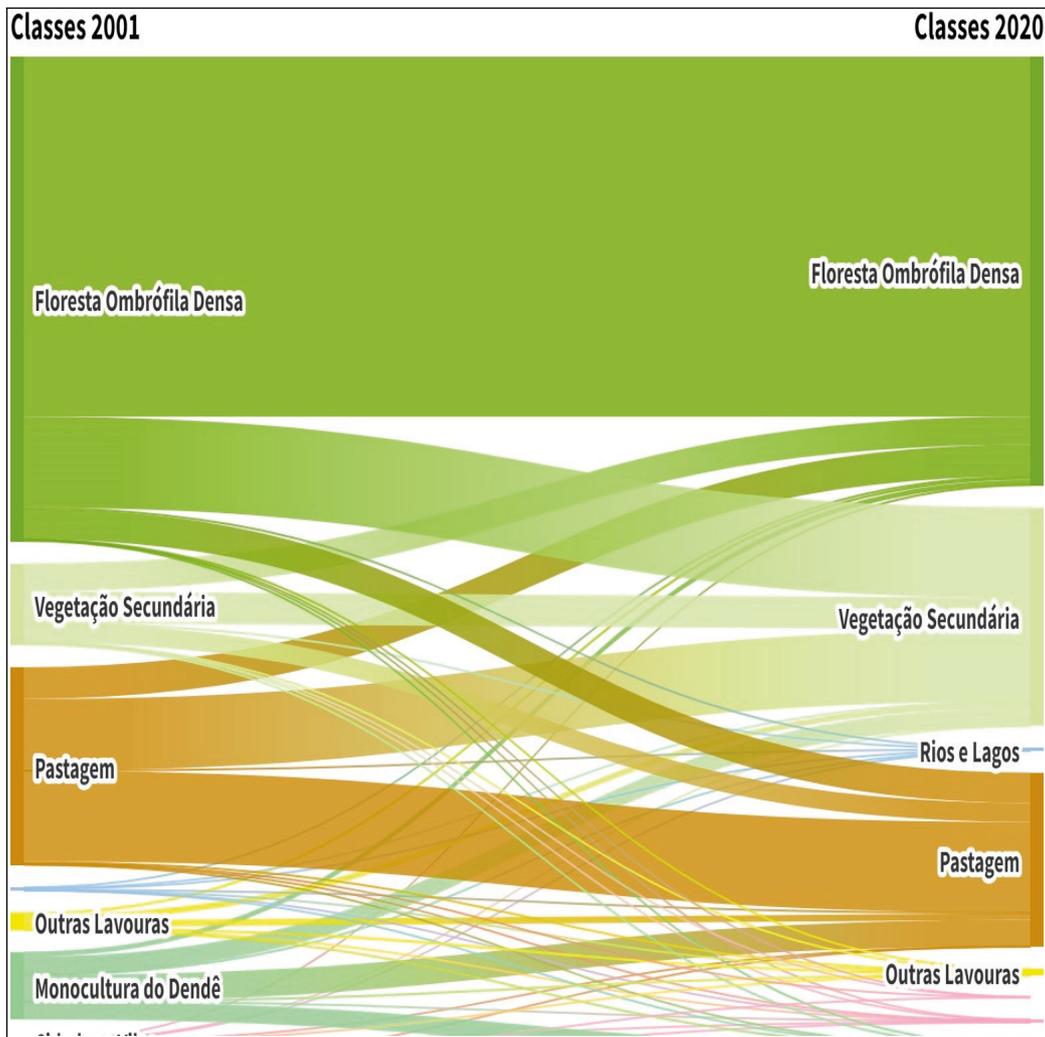
Entre os anos de 2001 e 2020 há mudança significativa das classes Floresta Ombrófila Densa e Vegetação Secundária. No ano de 2001 o percentual de redução da Floresta Densa foi de 69,08%, sendo que 30% foi convertida em pastagem. Em 2020 o Percentual de Floresta Densa é de 59,02% e foi observado aumento significativo de florestas em recuperação para transição da agropecuária.

A Figura 2 mostra que no ano de 2001 havia extração de madeira e áreas destinadas a pastagem, sendo a extração de madeira o circuito inferior da economia, o que configurou ao município a saída do campo para a aglomeração na cidade.

Enquanto a Monocultura do dendê, foi observado que no ano de 2001 o dendê começa a ter vigor em Tomé-Açu, fato este que se adequa ao “boom” dessa monocultura em acordo com a literatura. Segundo Homma (2016), é nos anos 2000 que os dendezais começam a se especializar no Nordeste paraense primeiramente no Município de Mocajuba até alcançar os demais municípios da microrregião de Tomé-Açu.

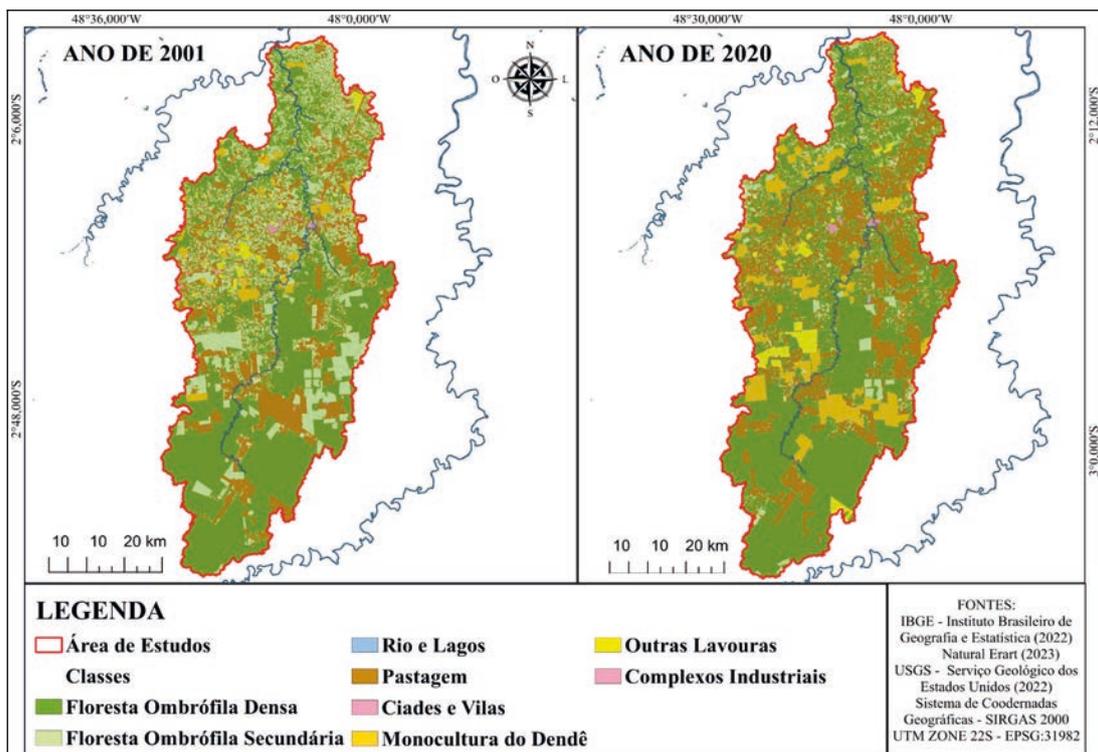
No ano de 2020, como também pode ser observado no Gráfico 1, há uma redução da Floresta Ombrófila Densa e a transformação de Vegetação Secundária na Monocultura do Dendê, como também em áreas de outras plantações. Outros dois pontos importantes é a localização dos dendezais alguns são bem próximos ao rio acará-mirim, o que reduz a mata ciliar, que acompanha os rios, sejam eles de longo ou médio porte, as matas ciliares também são denominadas matas de várzea e esse fenômeno ocorre geralmente em áreas acidentadas (ICMBIO, 2024). E o que antes era pastagem, ou seja, somente criação de gado no ano de 2001 em 2020 temos a consolidação de dendezais nessas áreas, bem como observado o uso hídrico massivo no Município. Ainda podemos observar na Figura 1 que entre o período de 2001 até 2020, principalmente no ano de 2020, confere também o exponencial crescimento da distribuição dos dendezais nas margens da sub-cia como foi citado anteriormente, assim como áreas de plantações em que água é captada por meio dos cursos d'água afluentes do rio Acará-Mirim.

Seguindo a linha da literatura presente sobre a questão, Nahum e Santos (2023) apontam que para o cultivo dos dendezais o recurso hídrico são indispensável, ou seja, a água é fundamental, o que ressalta que a pluviosidade na área é a principal unidade para a organização das empresas e dos empreendimentos, o que acarreta outras questões como os autores abordam sobre o “uso e abuso dos recursos hídricos pela dendeicultura na amazônia paraense”, uma vez que as práticas de utilização dos recursos hídricos infringem os fundamentos legais dos artigos que corroboram a Política Nacional de Recursos Hídricos em que enquadra-se o regime e as diretrizes de cobrança acerca da utilização dos recursos hídricos.



Fonte: Elaborado pelo autor Henrique Gabriel Marques Moura.

Figura 2. Transição das Classes de Uso da Terra na sub-bacia do Rio Acará-Mirim.



Fonte: Elaborado pela autora Amanda Pastana (2024).

Figura 3: Mapa dos usos e ocupação do solo da sub-bacia do Rio Acará – Mirim.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que o entendimento sobre o uso e ocupação da terra são essenciais para o planejamento e gestão ambiental das paisagens, e os resultados dessa pesquisa podem subsidiar ações do Estado das empresas e da sociedade civil, na tomada de decisões que possibilitem a mitigação dos impactos oriundos da dendeicultura na sub-bacia do rio Acará-Mirim, município de Tomé-Açu.

As mudanças dos usos da terra em Tomé-Açu entre 2001 e 2020, período que integração dos projetos de dendê se consolidou como principal fonte de geração capital e lucro na região, colocam em proposição uma nova forma de união/relação da sociedade com a natureza, por meio de novas formas de apropriação da paisagem. São intervenções que acarretam diversas novas características no desenvolvimento natural do meio ambiente, em a que o grau de transformação das paisagens naturais em paisagens antropogênicas, acaba por ser uma ponte intrínseca entre um complexo histórico social de como o sistema social molda o ambiente para atender as demandas de planos econômicos e políticos condicionados nas paisagens do Município de Tomé-açu.

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Política de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 20 de Março de 2024.
- ALBURQUERQUE, B. R. F. A Geoecologia das Paisagens no Estudo Socioambiental das APAS de Icapuí-Ce. **Revista Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, número especial (3), p. 666 - 677, Fevereiro. 2016.
- ALBUQUERQUE, Bruno Pinto de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise socio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), 2007.
- BERTRAND, Georges. A Geografia Física integradora de Georges Bertrand: o geossistema pelas vias da paisagem e do ambiente - Scientific Figure on ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Relacao-conceitual-em-Georges-Bertrand-paisagem-geossistema-territorio-e_fig1_370387323>. Acesso em 7 Abril 2024.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 8, dez. 2004. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389>>. Acesso em: 08 abr. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>.
- BRASIL. **Lei Federal 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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- CARVALHO, A. C. A. de; NAHUM, J. S. Dendeicultura e migração em Tomé-Açu (Pará): o caso da Vila Forquilha. InterEspaço: **Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú, v. 5, n. 16, p. e8002, 2019. DOI: 10.18764/2446-6549.2019.8002. Disponível em: <<https://periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/8002>>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- CARVALHO, Ana Cláudia Alves de. **As metamorfoses do trabalho e no espaço a partir da dendeicultura em Tomé-Açu (PA): estudo de caso na Vila Forquilha**. 2016. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2016. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
- CASTRO, Auristela Correa. **Dendeicultura no território de remanescentes de quilombos de Jambuaçu no baixo Tocantins** [livro eletrônico] / Auristela Correa Castro, Aquiles Simões – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.
- CHAVES, Ana Maria Severo. **Dinâmica geoecológica e cenários potenciais para conservação da paisagem semiárida na bacia do riacho São José em Pernambuco**. Orientadora Rosemeri Melo e Souza. – São Cristóvão, SE, 2021. 353 f. : il. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2021.
- CHRISTOFOLETTI, Anderson L. H. Sistemas dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 89-110.
- CONGEDO, Luca, (2021). Plugin de classificação semiautomática: uma ferramenta Python para download e processamento de imagens de sensoriamento remoto no QGIS. **Journal of Open Source Software**, 6(64), 3172, <https://doi.org/10.21105/joss.03172>.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; ARBAGE, Marcelo José Cunha; SCHWARTZ, Gustavo. **Nordeste do Pará: configuração atual e aspectos identitários**. CORDEIRO, IMCC; RANGEL-VASCONCELOS, LGT; SCHWARTZ, G, p. 19-58, 2017.

- EDSON Vicente e Silva. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 4-17, 2014.
- FLORENZANO, Tereza. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. Tereza Gallotti, - 3. ed ampl e atual -São Paulo Oficina de textos, 2011.
- FUMIYA, Marcel Hideyuki. **Geossistema de Sochava: teoria, perspectivas e meio ambiente** / Marcel Hideyuki Fumiya –Curitiba: CRV, 2022.198 p.Bibliografia ISBN Digital 978-65-251-3569-4 ISBN Físico 978-65-251-3573-1 DOI 10.24824/978652513573.1
- GOVERNANÇA DAS ÁGUAS. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada:os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento, n.1., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. Campinas: UNICAMP, 2017.p.726-738.
- GRASS Development Team, Landa, M., Neteler, M., Metz, M., Petrášová, A., Petráš, V., Clements, G., Zigo, T., Larsson, N., Kladivová, L., Haedrich, C., Blumentrath, S., Andreo, V., Cho, H., Gebbert, S., Nartišs, M., Kudrnovsky, H., Delucchi, L., Zambelli, P., ... Bowman, H. (2024). **GRASS GIS** (8.3.2). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10817962>
- HOMMA, Algreto Kingo Oyama. **Cronologia do cultivo do dendezeiro na Amazônia** / Alfredo Kingo Oyama Homma. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 48 f. : il. ; 15 cm x 21 cm. – (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 423)
- HOMMA, O.K ALFREDO, et al. **Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim: desafios ambientais e perspectivas agrícolas - Belém, PA**, Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 87p. ISBN:1517-2201; 458.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>>. Acesso em: 08 abr, 2024.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Fitofisionomias**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6#:~:text=A%20Mata%20Ciliar%20%C3%A9%20definida%20como%20a,ultrapassando%20100%20metros%20de%20largura%20em%20cada>>. Acesso em: 08, Mar 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). SPRING: Introdução ao SPRING. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_pro.html>. Acesso em: 24 Mar, 2024.
- LIMA, R, J. A.; NERY, T.J. Revisitando o conceito de Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a governança das águas. In: XVII Simpósio brasileiro de geografia física aplicada: os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento, n.1., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. Campinas: UNICAMP 2017 p. 726-738.
- MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 8, dez. 2004. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3391>>. Acesso em: 07 abr. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>
- NAHUM, João Santos; e SANTOS, Cleison Bastos dos. O boom do dendê na microrregião de Tomé-Açu, na Amazônia paraense, **Confins** [Online], v. 25 | 2015, Publicado online em 08 novembro 2015, consultado o 08 abril 2024. URL: <http://journals.openedition.org/confins/10536>; DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.10536>
- NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B. dos. Do sítio camponês ao lote de dendê: transformações do espaço rural na Amazônia paraense no século XXI. **Revista Nera**, [S. l.], n. 37, p. 54–76, 2017. DOI: 10.47946/rnera.v0i37.4757. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/4757>>. Acesso em: 8 abr. 2024.
- NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos. A dendeicultura na Amazônia paraense. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, Brasil, v. 20, n. 2, p. 281–294, 2016. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2016.122591. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/122591>>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos; CARVALHO, Ana Cláudia Alves de. Dinâmicas da agricultura familiar com cultura do dendezeiro no município de Moju, na Amazônia paraense. **Novos Cadernos NAEA**, [S.l.], v. 20, n. 3, maio de 2018. ISSN 2179-7536. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/3937>>. Acesso em: 07 abr. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v20i3.3937>.
- NAHUM, Santos Nahum. Debates Dendeicultura de energia e agricultura familiar na Amazônia Paraense: A Microrregião de Tomé-Açu. **Revista Terceira Margem da Amazônia**, Belém, v.1, n.3-4, p. 238-246, 15 abr. 2013. Acesso: 07 abr. 2013
- NAHUM, J. S.; SANTOS, L. S.; SANTOS, C. B. Usos e abusos dos recursos hídricos pela dendeicultura na Amazônia paraense. **Pegada** – a revista da geografia do trabalho, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 113–136, 2023. DOI: 10.33026/peg.v24i1.9053. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/9053>>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- NEVES, Carlos Eduardo das; SODRÉ, Maiara Tavares. Por um Geossistema complexo: articulações teóricas e operacionais apoiadas por núcleos e redes de pesquisa. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 41, n. 1, p. e 169705 , 2012. DOI: 10.11606/ISSN.2236-2878.rdg.2021.169705. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/169705>. Acesso em: 7 abr. 2024.

- NEVES, L. DE L.; MACIEL, S. DE A. Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), *Anais* [...] v. 6, n. 1, 8 nov. 2022.
- NOVO, Evelyn.M.L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4 ed.- São Paulo: Blucher, 2010.
- OLIVEIRA, dos Santos EMANUEL. **Geocologia das paisagens aplicadas ao planejamento do turismo em unidade de conservação: o caso do monumento natural dos cânios do Subaé**.
- PARLOTTI, Leticia Gonçalves. **Classificação supervisionada de imagens Sentinel-2 para identificação de floresta no parque natural de Montesinho**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.Lutra Consulting.
- PASTANA, A. S dos; PAULA, E.M.S de. Ensaio conceitual sobre mapeamento geomorfológico no Brasil. In: Congresso Amazônia: ambientes fluviais, territórios e desenvolvimento, n. 2., 2023, Belém. *Anais* [...]. Pará: UFPA 2023. p 1-1274.
- PAULA, Eder Mileno Silva de. **Paisagem fluvial amazônica: geocologia do Tabuleiro do Embaubal - Baixo Rio Xingu**. 2017. 154 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- PAULA, Eder Mileno Silva De; SILVA, Edson Vicente da; GORAYEB, Adryane. Percepção ambiental e dinâmica geocológica: premissas para o planejamento e gestão ambiental. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 511-518, dez. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext & pid=S1982-45132014000300511 & lng=pt\u0026nrm=iso>. Acesso em: 02 mar. 2017. <<http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320140309>>.
- RODRIGUES, Tarcísio Ewerton *et al.* **Caracterização e classificação dos solos do Município de Tomé-Açu, PA /Belém**: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 49p. 22 em. - (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 117). ISSN 1517-2201.
- RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho de Paula Brito. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6 ed. Ebook. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152%3e>>. Acesso em: 04 abr. 2024.
- RODRIGUEZ, José Manuel Mateo (Org.). **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5. ed. José Mateo Rodriguez; *et al.* - Fortaleza: Edições UFC, 2017. 222 p.; il. ISBN: 85-7282-148-1
- RODRIGUEZ, Tarcísio Everton *et al.* **Belém**: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 49p.22 em.-(Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 177). ISSN 1517-2201.
- ROSAN, M.T; ALCÂNTARA, E. Detecção das mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia legal Mato Grossense:O estudo do caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia** (2016), No 68/5: 979-990 Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodesia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto ISSN: 1808-0936
- SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado**. São Paulo: Hucitec, 1998.
- SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado**. Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia\ Milton Santos; em colaboração com Denise Elias. 6 ed. 3 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2021.
- SANTOS. A. M dos; NUNES. F.G. Mapeamento de cobertura e do uso da terra: críticas e autocríticas a partir de um estudo de caso na Amazônia brasileira. **GEOSUL**, Florianópolis., v. 36 n.78, p. 476-495, jan\ abr. 2021.
- SERVAL. **User Manual**. Disponível em: <https://github.com/lutraconsulting/serval/blob/master/Serval/docs/user_manual.md>. Acesso em: 24 Mar de 2024.
- SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de Bacias Hidrográficas: a geocologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S. l.], v. 1, n. 36, p.4-17, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3170>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- SILVA, Márcio Luiz da. Paisagem e geossistema: contexto histórico e abordagem teórico-metodológica. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 11, p. 01-23 pág., 2013. DOI: 10.5216/rev. geoambie.v0i11.25971. Disponível em: <<https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25971>>. Acesso em: 6 abr. 2024.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D. COSTA, D. J. L. FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236. Disponível em: <<https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- TRINDADE, Renata Gomes da. **Características químicas das águas superficiais e a diversidade de fitoplâncton nas raízes da panicum sp. do rio Acará-Mirim, nordeste do Pará**. 2019. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Tomé- Açu, PA, 2019. Disponível em: <https://tomeacu.ufra.edu.br/>.
- VIDAL, M RITA *et.al.***Geocologia: aportes para uma aproximação taxonômica das unidades da paisagem para a região de Carajás**.
- WATRIN. O. dos S, et.al. Dinâmica do uso da terra e a configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar no Nordeste do Estado do Pará. **Geografia**, Rio Claro, v. 3, n. 3, p. 455- 472, set/dez. 2009.

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR VOÇOROCAS: IDENTIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS UTILIZADAS NO ANO DE 2023, A PARTIR DO GOOGLE ACADÊMICO

RECOVERY OF AREAS DEGRADED BY GULLIES:
IDENTIFICATION OF THE TECHNIQUES USED IN 2023,
FROM GOOGLE SCHOLAR

RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS POR VOÇOROCAS:
IDENTIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL AÑO 2023,
DE GOOGLE SCHOLAR

Gabriel Amorim Thaumaturgo da Silva¹

 0009-0002-3686-4153

gabriel.thaumaturgo23@gmail.com

Antônio José Teixeira Guerra²

 0000-0003-2562-316X

antonioguerrea@gmail.com

¹ Geógrafo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ). ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3686-4153>. E-mail: gabriel.thaumaturgo23@gmail.com.

² Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Coordenador do LAGESOLOS. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2562-316X>. E-mail: antonioguerrea@gmail.com.

Artigo recebido em março de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: Com o aumento dos eventos extremos de chuva relacionados às mudanças climáticas, a erosão dos solos tornou-se uma crescente preocupação entre os pesquisadores, que buscam compreender e mitigar os impactos por meio de técnicas de monitoramento, controle e recuperação. Portanto, este estudo visa identificar as técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas, aplicadas em estudos de caso realizados no Brasil, com recorte temporal para o ano de 2023, disponibilizados pela plataforma do *Google Acadêmico*. A pesquisa torna-se relevante pela necessidade de compreender as técnicas que estão sendo utilizadas, bem como a sua eficácia e eficiência, frente aos impactos das mudanças climáticas e os eventos extremos de precipitação. Por fim, este trabalho busca fornecer subsídios para futuras pesquisas na temática de recuperação de áreas degradadas, contribuindo para uma gestão sustentável dos solos.

Palavras-chave: Erosão. Recuperação. Voçoroca

ABSTRACT: With the increase in extreme rainfall events related to climate change, soil erosion has become a growing concern among researchers, who seek to understand and to mitigate impacts through monitoring, control and recovery techniques. Therefore, this study aims at identifying the techniques for the recovery of areas degraded by gullies, applied in case studies carried out in Brazil, with a time frame for the year 2023, made available by the Google Scholar platform. The research is made relevant by the need to understand the techniques that are being used, as well as their effectiveness and efficiency, in the face of the impacts of climate change and extreme precipitation events. Finally, this work seeks at providing subsidies for future research on the theme of recovery of degraded areas, contributing to a sustainable management of soils.

Keywords: Erosion. Recovery. Gully.

RESUMEN: Con el aumento de los eventos de lluvias extremas relacionados con el cambio climático, la erosión del suelo se ha convertido en una preocupación creciente entre los investigadores, quienes buscan comprender y mitigar los impactos a través de técnicas de monitoreo, control y recuperación. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo identificar las técnicas para la recuperación de áreas degradadas por cárcavas, aplicadas en estudios de caso realizados en Brasil, con un marco temporal para el año 2023, puesto a disposición por la plataforma Google Scholar. La investigación se hace relevante por la necesidad de comprender las técnicas que se están utilizando, así como su efectividad y eficiencia, frente a los impactos del cambio climático y los eventos extremos de precipitación. Finalmente, este trabajo busca otorgar subsidios para futuras investigaciones sobre el tema de recuperación de áreas degradadas, contribuyendo a un manejo sostenible de los suelos.

Palabras clave: Erosión. Recuperación. Voçoroca.

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é caracterizada como um fenômeno natural, com ocorrências ao redor do mundo. Por transformar drasticamente as paisagens em diferentes escalas, é considerada um problema ambiental em diferentes países (Jorge; Guerra, 2013).

A erosão dos solos, como fator natural, desencadeia processos complexos de desagregação, transporte e deposição de partículas, sendo moldada por diferentes agentes, como a água, gelo e o vento. Além disso, os fatores antrópicos também podem acelerar os processos erosivos. Este trabalho se concentra na erosão hídrica, pois é caracterizada por muitos pesquisadores como um dos principais desafios em áreas tropicais, tendo em vista os elevados índices pluviométricos que intensificam a erosão, atrelada assim a outros fatores que influenciam no processo erosivo, como as características das encostas, cobertura vegetal, erosividade e erodibilidade, e as intervenções antrópicas (Guerra, 2005; Guerra *et al.*, 2017; Santos, 2017; Guerra *et al.*, 2023).

A erosão hídrica transcende fronteiras geográficas, com a possibilidade de afetar qualquer paisagem com declividade superior a 3° (Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.*, 2020; Guerra *et al.*, 2023). Com isso, poderá gerar consequências na própria paisagem analisada (*onsite*), como também impactos significativos fora do local de origem (*offsite*), como sedimentos sendo depositados em estradas, rios, entre outros impactos decorrentes do transporte e deposição de sedimentos (Blaikie; Brookfield, 1987; Goudie, 1995; Fullen; Catt, 2004; Cunha; Guerra, 2006; Jorge; Guerra, 2013; Guerra, 2014; Guerra *et al.*, 2017; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019).

Ao passarem por diferentes processos erosivos, os solos podem ser caracterizados como solos degradados. De acordo com Guerra (2014), ao passar por diferentes processos, o solo poderá perder sedimentos e matéria orgânica (nutrientes), além da possibilidade de sofrer com a desertificação, infertilidade e o abandono. Outros fatores

preponderantes na degradação dos solos são as ações antrópicas, que precisam ser analisadas em conjunto com os processos erosivos que degradam os solos (Fullen; Catt, 2004; Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.*, 2023).

A degradação dos solos tem seu início atrelado a diferentes fatores, como o desmatamento, a utilização das encostas para pecuária, agricultura sem adoção de práticas conservacionistas, como também o corte inapropriado de taludes para abertura de estradas, onde somados, tendem a acelerar o escoamento superficial nas encostas, dando origem a feições erosivas que vão degradar os solos e a paisagem (Wild, 1993; Fullen; Catt, 2004; Araujo *et al.*, 2008; Poesen, 2018; Coelho Netto, 2021). O somatório destes fatores evidencia que, a degradação dos solos reduzem a qualidade dos mesmos, produzindo impactos severos na sociedade (Morgan, 2005; Araujo *et al.*, 2008; Guerra *et al.*, 2017; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019; Xiong *et al.*, 2019).

A ação antrópica, contudo, pode acelerar os processos erosivos, resultando na formação de feições erosivas notáveis, como ravinas e voçorocas. Essas duas feições erosivas, em muitos casos, estão relacionadas ao desmatamento descontrolado para a implementação da pecuária extensiva e ocupação desordenada, que deixam o solo exposto e compactado, facilitando o início do processo erosivo (Fullen *et al.*, 2011; Albuquerque; Vieira, 2014; Guerra *et al.*, 2023).

De certo modo, compreender a atuação dos processos erosivos que causam a degradação do solo é de grande importância para entender a dinâmica existente em cada ambiente, além de favorecer a tomada de decisão sobre quais metodologias e técnicas devem ser utilizadas para a recuperação de áreas degradadas por voçorocas. Além disso, cada vez mais novas técnicas estão surgindo e sendo adaptadas para a recuperação dessas áreas. Entretanto, antes da implementação de qualquer técnica para a recuperação de áreas degradadas por voçorocas é necessário que se realize o diagnóstico da feição erosiva, a fim de que se alcance a eficácia das técnicas utilizadas e o objetivo da recuperação (Fullen *et al.*, 2011; Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.*, 2023).

De acordo com o relatório do Conselho Consultivo Científico das Academias Europeias (EASAC, 2018), os dados mundiais nos últimos 30 anos apontam para um aumento da severidade e magnitude dos eventos hidrometeorológicos, podendo trazer impactos significativos na degradação dos solos, além de desencadear a formação de diferentes feições erosivas, como as voçorocas. Para Nearing *et al.*, (2004), a erosão dos solos intensificada pelo aumento do regime de eventos pluviométricos, oriundo das mudanças climáticas, poderá causar a degradação dos solos e trazer grandes impactos ambientais, sociais e econômicos para as sociedades, consequentemente afetando a qualidade de vida e os serviços ecossistêmicos.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo identificar as técnicas de recuperação de voçorocas mais utilizadas no ano de 2023, servindo como subsídio para estudos futuros na temática da recuperação de voçorocas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização deste trabalho, a metodologia foi estruturada em diferentes etapas. Em um primeiro momento, houve o levantamento de publicações disponíveis acerca das temáticas abordadas neste trabalho, como a erosão e a degradação dos solos, feições erosivas e as diferentes técnicas de recuperação de áreas degradadas por erosão. Para esta etapa, optou-se em utilizar repositórios nacionais e internacionais, onde pudesse encontrar monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de artigos, capítulos e livros nacionais e internacionais.

Em um segundo momento, realizou-se a busca de “estudos de caso” a partir da plataforma do *Google Acadêmico*, a fim de identificar produções que abordassem a recuperação de áreas degradadas por voçorocas, a partir de diferentes técnicas. Para a coleta dos estudos de caso no *Google Acadêmico*, utilizou-se a opção “**busca avançada**”. Na opção “**Encontrar artigos com todas as palavras**”, utilizou-se a frase “**Técnicas de recuperação de voçorocas**”, de modo que fosse possível encontrar as palavras em qualquer lugar dos artigos. Além disso, foi escolhido o recorte temporal de 2023 para abordar este trabalho. A escolha deste recorte se deu por dois motivos: 1) muitos artigos ficaram represados em decorrência da pandemia de Covid-19 e; 2) escalas temporais ampliadas apresentaram um resultado elevado de artigos, onde tal análise seria inviável para o tempo de desenvolvimento deste trabalho e para a proposta que ele fora realizado.

O terceiro momento consistiu na tabulação dos artigos adquiridos na segunda etapa, gerando quadros e gráficos, com informações importantes sobre os estudos de casos coletados no *Google Acadêmico*, de modo que fosse possível identificar o título do artigo, autores, repositório e edição, os agentes influenciadores do processo erosivo e a técnica utilizada para a recuperação da voçoroca, além da sua localização geográfica.

EMBASAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Erosão do Solo

A erosão é classificada como o processo de desagregação, remoção, transporte e deposição das partículas de solo. Tais processos ocorrem a partir de diferentes agentes modeladores, como a ação da água (erosão hídrica), do vento (erosão eólica) e do gelo (erosão glacial). Cabe destacar também que esses processos ocorrem de forma natural, mas também podem ser acelerados por atividades antrópicas (Neves, 2015).

Em Guerra (2005), Guerra *et al.*, (2017) e Santos (2017), os autores destacam que, diante de diferentes agentes erosivos, a erosão hídrica é a mais importante, especialmente em áreas tropicais, por apresentarem elevados índices pluviométricos. Portanto, esse tipo de erosão é responsável por gerar grandes impactos na paisagem, sendo considerada como um dos maiores problemas ambientais ao redor do mundo, onde em alguns casos, a degradação e a perda de grandes hectares de solos atingem níveis irreversíveis de recuperação (Morgan, 2005; Andrade; Freitas, 2018; Bartley *et al.*, 2020; Guerra *et al.*, 2020; Masroor *et al.*, 2022; Guerra *et al.*, 2023).

Além disso, Santos (2017) e Guerra (2021) destacam que a erosão hídrica possui algumas fases básicas, sendo: 1º) Caracterizado pela remoção das partículas de solo; 2º) Transporte das partículas em superfície e/ou subsuperfície, até que haja a redução da energia existente no fluxo; 3º) Deposição das partículas de solos em áreas mais baixas da encosta, seja nas planícies fluviais, na própria rede de drenagem, reservatórios, estradas, entre outros.

A erosão, tratando-se como fator natural, poderá gerar consequências na própria paisagem analisada, como também impactos significativos fora do local de origem, como a deposição de sedimentos em estradas, rios, entre outros impactos associados (Blaikie; Brookfield, 1987; Cunha; Guerra, 2006; Guerra *et al.*, 2017; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019).

Para entender a erosão, é necessário que haja a compreensão do início do processo erosivo. A erosão dos solos tem seu estágio inicial associado ao impacto das gotas de chuva, seja de forma direta (impacto da chuva) ou indireta (gotejamento no solo oriundo da interceptação realizada pelas copas das árvores). Esse processo é definido por *splash* ou salpicamento, e tem o poder de causar a ruptura dos agregados, além de acarretar na selagem dos solos, reduzindo assim a porosidade e o aumento do escoamento superficial (Morgan, 2005; Guerra, 2005, 2015). A energia cinética presente na gota da chuva determina a erosividade (capacidade da chuva em causar erosão) e, conseqüentemente, a ocorrência do *splash* e a ruptura dos agregados, desencadeando o início da erosão e a sucessão de diferentes processos erosivos (Guerra, 2005). O autor também destaca que, a erosão por *splash*, ocasiona a formação de crostas e a selagem dos solos, e conseqüentemente, a redução da infiltração no solo e o aumento das taxas de escoamento superficial, podendo ocorrer o aumento da perda de solo.

Após a ocorrência do *splash*, há o início do processo de infiltração da água no solo, que poderá saturar o solo e desencadear a criação de poças (*ponds*). Quando o solo perde a sua capacidade de armazenamento de água e há a criação de poças, dá-se início ao escoamento superficial e/ou subsuperficial, podendo ocasionar a erosão nos solos (Chorley *et al.*, 1984; Selby, 1991; Morgan, 2005; Guerra, 2005, 2016, 2021). O escoamento superficial é caracterizado pelo fluxo de água que percorre a superfície dos solos, onde podem apresentar pequenos cursos e/ou lençol de água que podem ser intensificados pelas gotas de chuva, entretanto, os fluxos podem perder energia ao encontrar obstáculos durante a sua trajetória (Guerra, 2007, 2021; Loureiro, 2013; Silva, 2014).

De acordo com Hasset e Banwart (1992) a erosão provocada pela água possui duas fases, sendo (1) a remoção e (2) o transporte das partículas na superfície, entretanto, o transporte de sedimentos também pode ocorrer por escoamento subsuperficial através de dutos (*piping*), onde o colapso da estrutura desses dutos pode dar origem a voçorocas.

O período de escoamento superficial (*runoff*) e/ou subsuperficial é caracterizado como o momento de transição do processo de atuação da erosão, que anteriormente atuava na remoção de partículas e sedimentos e, posteriormente no transporte desses sedimentos que foram removidos (Morgan, 2005; Guerra, 2005, 2007, 2016, 2021; Loureiro, 2013; Silva, 2014; Pereira, 2015; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019).

De acordo com Guerra (2005), a água ao encontrar o solo saturado tende a descer pelo terreno, desencadeando assim um escoamento em lençol/laminar (*sheetflow*). Para Morgan (1986), tal fluxo é caracterizado como o ponto inicial do processo erosivo, pois o fluxo ao provocar a erosão em lençol, tende a desencadear pequenas incisões no solo, que irão concentrar o fluxo de água. Posteriormente, ocorre o desenvolvimento do fluxo linear (*flowline*), caracterizado como a concentração de fluxos de água nas incisões geradas anteriormente, onde tal processo poderá acarretar no aumento da profundidade do fluxo e a redução da velocidade em decorrência do aumento da rugosidade, dando início assim à uma futura ravina (Guerra, 2005).

A formação de ravinas e voçorocas

Como apresentado anteriormente, Guerra (2005) estabelece que o escoamento laminar (*sheetflow*) poderá desencadear a erosão laminar (pequenas incisões no solo), de modo que o fluxo linear (*flowline*) irá se concentrar nas feições geradas, dando início à formação de ravinas. Para o autor, a concentração constante de fluxos de água na incisão, irá desencadear o desenvolvimento de microrravinas, que tendem a evoluir a partir da turbulência dos fluxos de água e de rugosidades existentes pela deposição dos sedimentos. Logo em seguida, há a formação de microrravinas com cabeceiras, caracterizadas pelo nível de equilíbrio dinâmico, pois são resultantes da erosão dentro da própria ravina.

Nas encostas, a erosão é dada pela precipitação e pela ação da água que escoar na declividade da encosta, removendo o solo a partir de diferentes processos erosivos que geram feições erosivas na paisagem, como as ravinas e voçorocas (Selby, 1993). Com isso, o desenvolvimento e a evolução de ravinas estão associados diretamente à ocorrência do aumento dos sedimentos que são transportados no escoamento (*runoff*), sendo esse um processo erosivo complexo, que demanda atenção dos especialistas para a conservação dos solos (Bryan, 1990).

De acordo com Selby (1993), as ravinas podem evoluir ao ter seu canal alargado e aprofundado, sendo caracterizadas, então como uma voçoroca, possuindo largura maior que 30 cm e profundidade maior que 60 cm. Por outro lado, o autor destaca que as voçorocas também podem surgir na ruptura das encostas a partir da intervenção humana, como a retirada de cobertura vegetal, deixando o solo totalmente exposto aos efeitos da chuva e dos processos erosivos. Contudo, Hasset e Banwart (1992) apontam que o transporte de sedimentos também pode ocorrer por escoamento subsuperficial através de dutos (*piping*), onde o colapso da estrutura dos dutos pode dar origem a voçorocas.

Entretanto, caso o escoamento superficial continue a fluir de forma concentrada nas ravinas/rede de ravinas, poderá acarretar em um aprofundamento lateral e vertical dessa feição erosiva, dando origem às voçorocas que poderão rebaixar até o lençol freático, ou ao substrato rochoso, não podendo mais incidir naquele ponto (Fullen; Catt, 2004; Morgan, 2005; Guerra, 2014; Guerra *et al.*, 2020; Loureiro *et al.*, 2020; Frota Filho; Vieira, 2020; Guerra; Jorge, 2021; Guerra, 2021; Guerra *et al.*, 2023).

Tanto a literatura brasileira como a internacional possuem diferentes formas de realizar a classificação das voçorocas, sendo utilizada comumente no Brasil e no mundo, a classificação estabelecida pelo “Glossário de Ciência dos Solos”, de 1987, dos Estados Unidos, no qual são determinadas medidas e parâmetros para as voçorocas, sendo caracterizadas como feições com mais de 50 cm de largura e de profundidade (Morgan, 2005; Guerra, 2014). Outros autores também discutem o efeito da chuva e da água nas encostas, destacando que a erosão nas encostas é resultado de processos como o escoamento superficial, *splash* e ravinamento, atrelados aos fatores controladores da erosão (erosividade da chuva, erodibilidade dos solos, características das encostas e cobertura vegetal) para a sua ocorrência (Goudie, 1995).

Degradação e Recuperação dos Solos

A degradação ambiental caracteriza-se como resultado da ação do homem sobre o meio, onde o ser humano não leva em consideração os limites existentes na natureza. A degradação ambiental possui diferentes formas, sendo umas delas a degradação dos solos, cuja característica refere-se à destruição das proeminências do relevo (Guerra; Guerra, 2010).

Ao passarem por diferentes processos erosivos em conjunto com distintos controladores, os solos poderão ser caracterizados, então, como solos degradados. Tal degradação vai além da formação de diferentes feições erosivas, como as ravinas e voçorocas. A degradação também pode ser caracterizada como a perda de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica, podendo ocasionar a desertificação, infertilidade e abandono do solo (Guerra, 2014; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019; Guerra *et al.*, 2023). Além dos aspectos físicos, Jorge e Guerra (2013) destacam que a ação antrópica também é um fator a ser adotado na análise das interações dos processos que desencadeiam a degradação dos solos, de modo que as técnicas de controle e correção precisam levar em consideração a relação antrópica e a dinâmica do solo, dentre os diferentes usos do solo.

A degradação dos solos pode ocorrer a partir de diferentes fatores, seja de forma direta ou indireta. Entretanto, seu início comumente está atrelado à ação de fatores antrópicos no solo, como o desmatamento para abertura de estradas e ferrovias; agricultura e pecuária com a utilização de fogo e práticas não conservacionistas; pecuária em encostas íngremes; cortes de taludes e construções. A intervenção nesse caso, pode desencadear o aumento do escoamento superficial nas encostas e, conseqüentemente, a formação de ravinas e voçorocas que irão causar a degradação dos solos, dificultando seu processo de recuperação (Wild, 1993; Fullen; Catt, 2004; Araujo *et al.*, 2008; Lima; Guerra, 2019; Coelho Netto, 2021).

A degradação dos solos a partir das voçorocas, em muitos casos, está relacionada ao desmatamento, à pecuária extensiva nas encostas e à compactação dos solos, que influenciam na ocorrência de erosão laminar, a qual poderá

reduzir a fertilidade dos solos pela perda de nutrientes e sedimentos (Albuquerque; Vieira, 2014; Lima; Guerra, 2019; Coelho Netto, 2021).

Portanto, entender o funcionamento dos processos erosivos que causam a degradação do solo é de vital importância para a compreensão da dinâmica existente em cada ambiente, de modo que possa favorecer a tomada de decisão e a escolha das diferentes técnicas para a recuperação de áreas degradadas por ação de voçorocas (Fullen *et al.*, 2011; Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.*, 2023).

Técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas por Voçorocas

A degradação dos solos pela erosão hídrica é um problema que ocorre ao redor do mundo, gerando impactos econômicos, sociais e ambientais (Hernani *et al.*, 2002). Esse processo pode desencadear a formação de voçorocas, que se caracterizam como o nível mais avançado da erosão dos solos, de modo que a recuperação destas feições se torna necessária, caso estejam em ambientes que possam trazer impactos significativos (Camapum de Carvalho, 2006).

De acordo com Griffith (1986), a recuperação refere-se à restauração dos recursos em determinada área, de modo que seja possível o retorno das espécies naturais da região, tanto em composição, quanto em frequência. Entretanto, alguns autores recomendam que a recuperação de áreas degradadas por voçorocas seja realizada após o diagnóstico dos processos erosivos e fatores controladores existentes na feição erosiva (Jorge; Guerra, 2013; Vanmaercke *et al.*, 2016).

Para a Embrapa (2006), o diagnóstico é de fundamental importância para o estabelecimento e o dimensionamento das diferentes técnicas de controle da erosão e recuperação de áreas degradadas, pois os diferentes tipos de análise (química, física e textural) do solo poderão apresentar resultados que irão favorecer a tomada de decisão sobre o planejamento das técnicas a serem utilizadas para a recuperação de cada área degradada.

Cada vez mais novas técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas estão surgindo, com aplicações distintas em diferentes países (Rodrigues *et al.*, 2007; Jorge; Guerra, 2013; Guerra *et al.*, 2023). Tal fato ocorre devido à evolução das pesquisas desenvolvidas em diferentes instituições, em decorrência dos avanços tecnológicos que buscam alternativas ecológicas de recuperação de áreas degradadas por erosão (Rodrigues *et al.*, 2007). Entretanto, Cardoso e Pires (2009) apontam que determinadas técnicas de recuperação de voçorocas ainda demandam altos custos de mão de obra e insumos, pois estão atreladas diretamente ao tamanho da feição erosiva e à dimensão da área que se pretende recuperar. Os referidos autores também apontam que as técnicas de recuperação só podem ser escolhidas e aplicadas após um diagnóstico profundo da área afetada pela erosão, de modo que se observe a tipologia do relevo, o solo, o uso e ocupação do solo, fauna e flora, precipitação e os fatores antrópicos envolvidos, para que se possa alcançar o sucesso da recuperação.

Como visto, cada vez mais novas técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas surgem, apresentando assim diferentes níveis de dificuldade e custos, com a possibilidade de combinar diferentes técnicas, a partir do diagnóstico da feição erosiva. Além disso, as técnicas precisam fornecer condições básicas para a recuperação, como a fertilidade do solo para a regeneração da vegetação e a contenção das feições erosivas e seus processos (Santana; Nunes, 2021). Portanto, surge aqui, a necessidade de apresentar nos próximos tópicos, as principais técnicas de controle e recuperação de áreas degradadas por voçorocas.

Técnicas Convencionais de Engenharia

As intervenções para controle e recuperação realizadas por obras de engenharia, são estabelecidas a partir de critérios dispostos pela geotécnica. Com isso, as obras buscam controlar os fluxos de água a partir de sistemas de drenagem com escadas hidráulicas, obras de contenção e barramentos das encostas dos taludes das voçorocas, e em alguns casos, reposição da vegetação (Carvalho *et al.*, 2001). A seguir, duas principais intervenções utilizadas pela engenharia para controle e recuperação de áreas degradadas por voçorocas.

Em primeiro lugar, pode-se citar os **muros de contrafortes**, os quais Neiva *et al.* (2014) destacam que são obras de baixo custo, responsáveis pela contenção do talude, que podem ser aplicados a partir de paredes transversais que ficam expostas, ou por paredes de concreto e vigas inclinadas. Ainda em Neiva *et al.* (2014), o muro de contraforte consegue suportar o solo embaixo da armação de concreto, além da necessidade de a intervenção estar associada ao direcionamento da drenagem.

Outra intervenção são os **muros de gabião**, que consistem em blocos construídos a partir de fragmentos de rochas envolvidos em uma tela de arame, de modo que possam apresentar uma boa permeabilidade e resistência à movimentação do solo. Em determinadas construções de muros de gabião, utilizam-se estacas vivas, onde o material vegetal poderá se desenvolver e enraizar, reduzindo os processos erosivos e trazendo mais segurança para a estrutura (Verdum *et al.*, 2016). Para Neiva *et al.* (2014), essa estrutura poder reter os sedimentos oriundos da erosão dos solos,

por ser instalada em taludes com declividade acentuada. Entretanto, Carvalho (2001) destaca que, caso não seja instalada uma manta geotêxtil como filtro, processos erosivos internos poderão ocorrer, abalando a estrutura construída.

Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais possuem alta importância na mitigação das mudanças climáticas, na melhoria da sustentabilidade dos recursos naturais, bem como na redução da erosão dos solos e na reabilitação de áreas degradadas pela erosão, como apontam Tomar *et al.*, (2021). Além disso, os autores destacam que a prática tem sido desenvolvida ao longo de séculos, tendo como objetivo a combinação entre espécies perenes e lavouras comerciais, ou criação de gado, podendo ocorrer em sequência ou simultaneamente.

De certo modo, Dagar e Gupta (2016) destacam que os sistemas agroflorestais possuem capacidade de recuperar solos degradados, mesmo em regiões áridas e semiáridas com solos salinos, que poderão ser utilizados para agricultura e/ou outras atividades afins. Nestes ambientes podem ser utilizadas árvores e lavouras que suportem a baixa disponibilidade hídrica, que devem ser selecionadas, de modo que se possa utilizar a própria água salina para a irrigação desses sistemas (Dagar; Gupta, 2016).

Técnicas Conservacionistas

As técnicas conservacionistas são utilizadas a fim de aumentar a resistência dos solos aos processos erosivos, considerando o aumento da degradação dos solos, oriundos do uso inadequado (Nogueira *et al.*, 2012; Poesen, 2018; Mushi *et al.*, 2019; Guerra *et al.*, 2023). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017), as técnicas conservacionistas irão atuar em determinadas etapas do processo erosivo, além da possibilidade de estas serem aplicadas em conjunto, pois os solos necessitam de práticas que se complementam para uma melhor conservação. Para os autores, as técnicas conservacionistas podem ser subdivididas em três categorias: sendo mecânicas, edáficas e vegetativas.

As **práticas mecânicas** são caracterizadas como intervenções artificiais que buscam atenuar a velocidade do escoamento superficial da água, de modo que facilite a infiltração eficiente da água no solo (Nogueira *et al.*, 2012). Além disso, Andrade *et al.* (2005) e Machado *et al.* (2006) destacam que as práticas mecânicas possuem como objetivo principal a criação de condições propícias e adequadas para a introdução de práticas edáficas e vegetativas, pois o desenvolvimento das técnicas mecânicas realiza o transporte e movimentação dos solos, a partir de obras de drenagem e contenção.

Entre as práticas mecânicas, existem diferentes técnicas que podem ser citadas, como a construção de terraços e bacias de retenção para a redução do escoamento das enxurradas; a construção de barreiras no interior da voçoroca para a retenção dos sedimentos; a construção de barreiras nas laterais e paredes, com paliçadas de bambu, por exemplo, para reter sedimentos e estabilizar a feição erosiva, entre outras práticas (Machado *et al.*, 2006).

As **práticas edáficas** constituem um conjunto de técnicas que visam melhorar os atributos químicos e físicos dos solos, com o objetivo de controlar a erosão e contribuir para a conservação dos solos, além de criar ambientes favoráveis à implementação de práticas vegetativas (Nogueira *et al.*, 2012; Bertoni; Lombardi Neto, 2017; Andrade *et al.*, 2023; Guerra *et al.*, 2023). Dentre as práticas edáficas, as principais técnicas utilizadas correspondem a adubação verde, controle do fogo, calagem, adubação orgânica e química, e correção dos solos, sendo que todas irão influenciar no aumento da fertilidade dos solos e de teores de matéria orgânica, permeabilidade, cobertura vegetal e porosidade (Pruski *et al.*, 2006; Nogueira *et al.*, 2012; Bertoni; Lombardi Neto, 2017).

Por fim, as **práticas vegetativas** buscam proteger o solo através do plantio de espécies selecionadas, com o objetivo de reestruturar a vegetação anteriormente existente (Marques *et al.*, 2020). As práticas vegetativas também possuem a capacidade de proteger o solo das enxurradas e da ação do *splash*, além da possibilidade de serem aplicadas em conjunto com as práticas mecânicas, a fim de reduzir e controlar a erosão (Silva *et al.*, 2015).

Entre as práticas vegetativas, Silva *et al.* (2015) destacam as principais para conservação de solo e água, como: a rotação de cultura, de modo que se evite o esgotamento dos nutrientes no solo; a cultura em faixas de rotação, onde os cultivos são dispostos em faixas niveladas, com larguras variáveis e alternadas, onde a densidade das culturas poderá reduzir o poder erosivo do escoamento; as culturas em faixas de retenção, pois obstruem o caminho da enxurrada a partir do plantio de gramíneas, como capim e cana-de-açúcar; as culturas de proteção e adubação verde, com a introdução de espécies leguminosas no período de entressafra da cultura principal, de modo que se proteja o terreno do impacto das gotas de chuva e outros tipos de erosão; entre outras práticas direcionadas a feições erosivas específicas.

Portanto, a seleção das práticas a serem utilizadas devem levar em consideração as características específicas da feição erosiva, como topografia, clima, vegetação, pluviosidade, e fatores antrópicos envolvidos, além da possibilidade de combinar diferentes práticas para se alcançar a recuperação da área degradada.

Técnicas de Bioengenharia de Solos

A bioengenharia dos solos é uma das principais técnicas de recuperação de solos degradados e é uma das que vem sendo utilizadas com maior frequência ao redor do mundo, sendo aplicada em diferentes situações de recuperação de áreas degradadas por voçorocas (Jorge; Guerra, 2013; Andrade *et al.*, 2023). De acordo com Fullen *et al.* (2011), o aumento gradativo desta técnica está ligado a diferentes motivos, pois ao utilizar geotêxteis produzidos com fibra vegetais, os materiais resultantes desta aplicação podem trazer benefícios para a conservação dos solos.

As técnicas de bioengenharia do solo buscam utilizar plantas vivas e mortas, microorganismos, além de elementos estruturais inertes como pedra, tijolo, concreto e outros, para o controle da erosão, estabilização e recuperação de áreas degradadas, como as voçorocas (Andrade *et al.*, 2023). Entretanto, Giupponi *et al.* (2018) e Mickovski (2021) apontam que a vegetação, em muitos casos, é o elemento responsável por garantir a estabilização das feições que estão sendo recuperadas.

A técnica citada neste tópico tem por objetivo acelerar a recuperação da paisagem, a partir da reconstrução das feições degradadas e a correção dos processos que aceleram a degradação, de modo que reduza a degradação e acelere a recuperação (Araujo *et al.*, 2008; Longo *et al.*, 2019; Maffra; Sutili, 2020; Holanda *et al.*, 2021; Antônio *et al.*, 2021; Andrade *et al.*, 2023).

Por utilizar plantas vivas, bioinsumos e microrganismos, essa técnica busca recompor a vegetação da feição erosiva após o controle da erosão. Com isso, há a implementação de mantas de geotêxteis, sendo aplicadas em conjunto com as espécies selecionadas para a recuperação de áreas degradadas, sendo este o pilar de tal metodologia (Araujo *et al.*, 2008; Longo *et al.*, 2019; Maffra; Sutili, 2020; Holanda *et al.*, 2021; Antônio *et al.*, 2021). De acordo com a literatura, desde 1950 os geotêxteis contribuem bastante para a conservação dos solos nos projetos de engenharia, sendo caracterizados por uma manta contra erosão, que pode ser constituída por diferentes tipos de materiais, além de possuir características biodegradáveis, caso sejam utilizadas folhas e outros materiais de cobertura florestal, como buriti e outras espécies (Smets *et al.*, 2009; Bhattacharyya, 2010; Guerra, 2011; Andrade *et al.*, 2023).

Dentro da temática de bioengenharia dos solos, os geotêxteis podem ser elaborados a partir da palmeira do buriti, entre outras espécies (Smets *et al.*, 2009; Bhattacharyya, 2010; Guerra, 2011; Andrade *et al.*, 2023), onde a manta tem por objetivo proteger o solo e as sementes dispostas, até que ocorra o crescimento da cobertura vegetal e a estabilização da feição erosiva, que irá promover a redução do escoamento superficial e, conseqüentemente, o retorno da capacidade de infiltração no solo, bem como a redução dos impactos das gotas no solo (Lekha, 2004).

Entretanto, os seguintes autores Smets *et al.* (2009), Bhattacharyya (2010), Guerra (2011), Andrade *et al.*, (2023), apontam que para garantir o sucesso na aplicação das técnicas de bioengenharia dos solos, é de vital importância o monitoramento dos processos erosivos, de modo que haja o diagnóstico e prognóstico dos fatores que aceleram a erosão e degradação da paisagem, levando-se em conta as diferentes variáveis existentes, como desmatamento, intervenções antrópicas, entre outros. Os autores apontam que a não realização do diagnóstico e prognóstico das áreas impactadas e degradadas, antes da implementação de técnicas de recuperação, poderá trazer o fracasso de todo o projeto elaborado, pois não há conhecimento sobre a dinâmica existente na paisagem a ser recuperada.

No entanto, para Andrade *et al.* (2023), as técnicas convencionais de engenharia tornam-se inalcançáveis em feições erosivas onde há pouco ou nenhum acesso a maquinário pesado. Com isso, os autores afirmam que as técnicas de bioengenharia de solos se destacam para a recuperação de áreas degradadas, pois apresentam diferentes potenciais, como: a redução de custos para execução e manutenção; a melhoria estética com o aumento de áreas verdes, onde anteriormente havia uma área degradada; a possibilidade de recuperação de áreas degradadas em locais de acesso complexo para maquinários; o aumento da formação de húmus, pouca ou nenhuma necessidade de movimentação de terra, ou cortes de taludes e aterros; o reaproveitamento de resíduos orgânicos para a utilização em aterros, para construção de geotêxteis, entre outros, são as vantagens potenciais existentes nas técnicas de bioengenharia de solos (Andrade *et al.*, 2023).

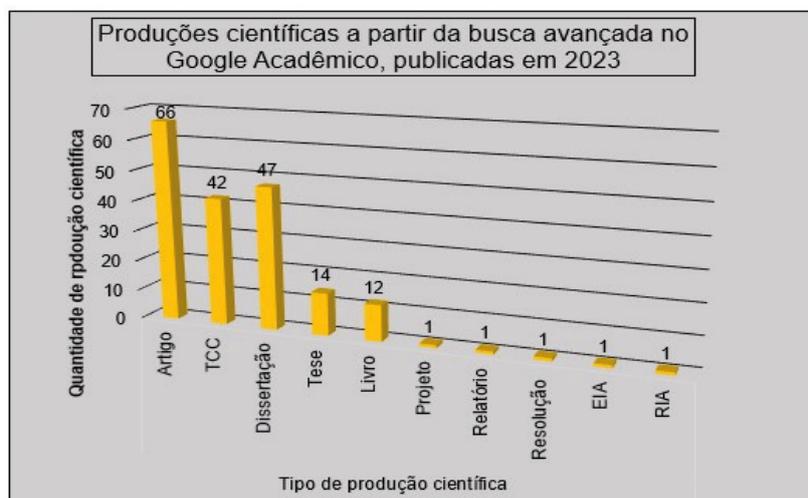
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho teve por objetivo identificar diferentes técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas utilizadas no ano de 2023, em estudos de caso realizados no Brasil, além da identificação dos agentes causadores das voçorocas, as técnicas selecionadas para a recuperação e a distribuição espacial destas feições erosivas contidas nos estudos de caso.

Posto isto, utilizou-se a busca avançada na plataforma do *Google Acadêmico*, onde foi possível utilizar a frase “Técnicas de recuperação de Voçorocas”, com o objetivo de realizar uma busca onde pudesse abranger todas as palavras em qualquer parte das produções científicas publicadas no ano de 2023.

No que tange a busca pelos estudos de caso a partir da frase “Técnicas de Recuperação de Voçorocas”, obteve-se um total de 186 produções, distribuídas em diferentes tipos de produções científicas, onde foi possível identificar a presença de artigos, TCCs (Trabalho de Conclusão de Curso), dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, projetos, resoluções, relatórios, Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), como demonstrado no Gráfico 1.

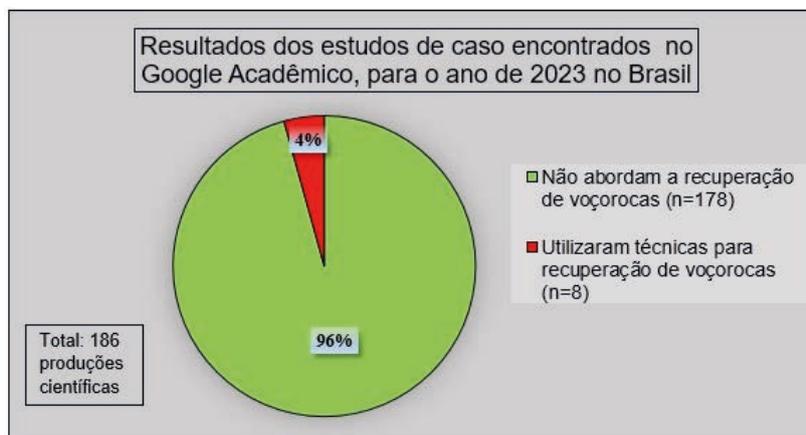
Gráfico 1. Resultado das produções científicas encontradas a partir da busca avançada com a frase chave.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após a busca avançada, foi possível observar o predomínio de produções científicas em Artigos, TCCs e Dissertações de Mestrado (Gráfico 1). Entretanto, ao analisar as 186 produções científicas encontradas, foi possível observar que nem todas as produções científicas abordavam estudos de caso voltados para a utilização de técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas (Gráfico 2).

Gráfico 2. Resultado das produções científicas sobre a recuperação de áreas degradadas por voçorocas, a partir da frase chave de pesquisa.

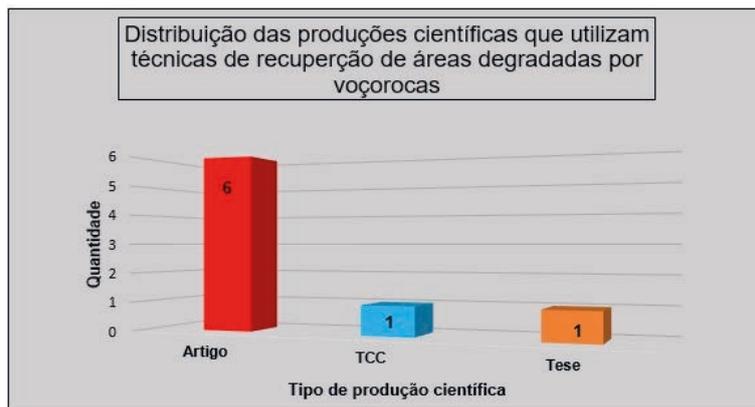


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Diante das 186 produções científicas encontradas (Gráfico 2), foi possível identificar que, apenas 4% (n=8) estavam relacionadas a estudos de casos que utilizavam técnicas para a recuperação de áreas degradadas por voçorocas, enquanto 96% (n=178) das demais produções científicas abordavam temas tangenciais à temática, como o monitoramento de feições erosivas.

As (n=8) produções científicas que abordam a utilização de técnicas para a recuperação de voçorocas, estavam distribuídas entre Artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) e Teses de Doutorado (Gráfico 3).

Gráfico 3. Distribuição das produções científicas que utilizam técnicas de recuperação de áreas degradadas por voçorocas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Entre as produções que abordam a recuperação de áreas degradadas, foi possível observar o predomínio de artigos (n=6), além de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e uma Tese de Doutorado, onde estes dois últimos possuem uma produção para cada título (Gráfico 3).

Com isso, criou-se um quadro com a listagem dessas produções, onde foi possível anexar os agentes causadores das voçorocas identificadas nos estudos de caso, as técnicas utilizadas para a recuperação e a distribuição espacial destas feições no Brasil (Quadro 1).

Quadro 1. Produções científicas que abordam a temática de recuperação de áreas degradadas, no ano de 2023.

Título	Repositório	Agente causador da feição erosiva	Técnica utilizada na recuperação da voçoroca	Localização
Artigo 1- Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo- estudo de caso da voçoroca de Sacavém – São Luís - MA	Revista Brasileira de Geomorfologia	Baixa cobertura vegetal	Bioengenharia de Solos	Maranhão, Nordeste
Artigo 2- Proposta de Recuperação Ambiental de Voçorocas a partir da técnica de Bioengenharia de Solos	Ânima Educação	Desmatamento e Construção de Rodovias	Bioengenharia de Solos	Sabará, Minas Gerais, Sudeste
Artigo 3- Técnicas de manejo voltadas à recuperação de áreas degradadas por erosão: Análise de 15 anos de estudos na voçoroca da Fazenda Experimental do Campus Glória-UFU	Revista Brasileira de Geomorfologia	Extração de cascalho, desmatamento.	Técnicas Conservacionistas (mecânicas, edáficas e vegetativas)	Uberlândia, Minas Gerais, Sudeste
Tese 4- Ravinas e voçorocas: Bioengenharia e retardantes químicos como tecnologia de controle e tratamento	Locus Repositório Institucional da UFV	Desmatamento	Bioengenharia de Solos	Minas Gerais
Artigo 5- Proposta de Recuperação de área degradada: Estudo de caso Ponte do Palmito, Alegre – RS	Cadernos Camiiani	Agropecuária/Manejo inadequado do solo	Bioengenharia de Solos	Espírito Santo, Sudeste
Artigo 6- O impacto do uso da terra nas características dos solos na APA do Timburi, Presidente Prudente - SP	Geofronter (UEMS)	Desmatamento e atividades agropecuárias	Bioengenharia de Solos	São Paulo, Sudeste
Artigo 7- Estabilização de erosão hídrica em Antropossolos com técnicas de bioengenharia na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, município de Presidente Prudente, SP, Brasil	Revista Brasileira de Geomorfologia	Agropecuária; Pastagem e, Manejo inadequado do solo	Bioengenharia de Solos	São Paulo, Sudeste
TCC 8- Plano de recuperação de área degradada da fazenda retirada bonita em Campina Verde – MG	Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia	Agropecuária/Manejo inadequado do solo/Pastagem	Plantio de mudas e Espécies pioneiras	Minas Gerais, Sudeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com relação ao diagnóstico das voçorocas existentes nos estudos de caso (Quadro 1), foi possível observar um padrão entre os agentes que influenciam na formação dos processos erosivos. Os estudos de caso apontam que as principais causas da formação das voçorocas estudadas estão associadas ao uso extensivo da pastagem e agropecuária, além do manejo inadequado dos solos, para diferentes intervenções, como o desmatamento e construção de rodovias. Frente ao que foi exposto e discutido no arcabouço teórico-metodológico, diferentes autores apontam que a degradação dos solos e o desenvolvimento de voçorocas estão intrinsecamente relacionadas a várias ações no solo, especialmente as de origem humana, como o desmatamento, a pecuária extensiva, o corte de encostas para abertura de rodovias e ocupações irregulares, que impermeabilizam os solos, entre outras intervenções que são capazes de aumentar o fluxo superficial das águas (Wild, 1993; Fullen; Catt, 2004; Araujo *et al.*, 2008; Lima; Guerra, 2019; Coelho Netto, 2021; Guerra *et al.*, 2023).

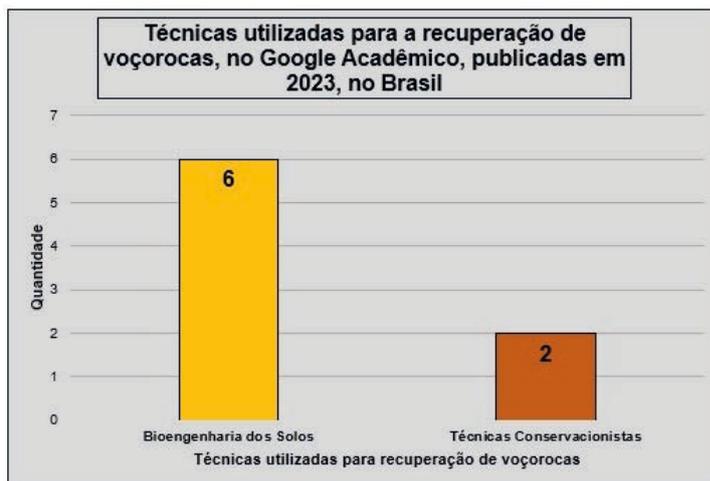
Além disso, Carvalho *et al.* (2001) destacam que as intervenções antrópicas realizadas por projetos de engenharia, são as que mais causam a degradação dos solos em estradas, pois as voçorocas surgem próximas às redes de drenagem, devido ao fluxo concentrado nos eventos de chuva. Portanto, Carvalho *et al.* (2001) destacam a necessidade de se aplicar medidas preventivas e corretivas, ao realizar intervenções nos solos, pois a degradação dos solos a partir das voçorocas, de acordo com Hernani *et al.* (2002) trazem danos ambientais, econômicos e sociais.

Outro ponto a ser apresentado, refere-se à distribuição espacial dos estudos de caso e suas voçorocas. Ao analisar a distribuição espacial, percebe-se o predomínio de recuperação de voçorocas no estado de Minas Gerais (Gráfico 4). Para Curi *et al.* (1992), vários são os fatores que influenciam na degradação dos solos no estado, onde um deles pode ser caracterizado pelos grandes contrastes fisiográficos e bióticos, associados ao clima, relevo, vegetação e uso da água. Diante disto, os autores apontam que a relação entre o homem e o solo, ocorre através de diferentes formas e intensidade, onde trazem mais impactos negativos do que positivos para a conservação dos solos.

Cabe destacar também que, as demais 178 produções científicas que não estavam associadas à temática da recuperação de áreas degradadas por voçorocas foram organizados em quadros (para melhor organização e análise, além de favorecer a consulta no decorrer da elaboração deste trabalho, onde algumas produções serviram como base para a elaboração do referencial teórico-metodológico, pois apresentavam temas relacionados à erosão e monitoramento dos solos, processos erosivos e outros temas que se inter-relacionam com a abordagem deste trabalho. Entretanto, tais produções servirão para trabalhos futuros, não cabendo sua discussão aqui.

Por fim, foi possível analisar as técnicas utilizadas para a recuperação de voçorocas. De acordo com as 8 produções encontradas a partir da frase chave, no Google Acadêmico para o ano de 2023, foi possível identificar técnicas Conservacionistas e de Bioengenharia de Solos (Gráfico 4).

Gráfico 4. Técnicas utilizadas para a recuperação de voçorocas, em estudos de caso no Google Acadêmico, publicados no Brasil em 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Cada vez mais surgem novas técnicas de recuperação de áreas degradadas (Jorge; Guerra, 2013), entretanto, as produções científicas para o ano de 2023 no Google Acadêmico apresentaram a utilização de Técnicas Conservacionistas e de Bioengenharia dos Solos.

Para Verdum *et al.* (2016) as técnicas conservacionistas possuem métodos e técnicas específicas para a gestão agrícola, onde é possível realizar o manejo correto dos solos, a fim de reduzir a perda de solo em áreas produtivas dos agricultores. Além disso, os autores destacam que a utilização de técnicas conservacionistas possibilita uma interação e maior relação da comunidade rural com a natureza, de modo que a sociedade poderá passar a ter um olhar racional sobre a disponibilidade dos recursos.

Entretanto, ao observar o gráfico 4, percebe-se o predomínio das técnicas de Bioengenharia dos Solos. Tal fato pode ser explicado por Gray e Sotir (1996), Gomes (2005), Durló e Sutili (2005), visto que esses autores apontam a Bioengenharia dos Solos como uma técnica de baixo custo, pois os materiais utilizados para a recuperação das feições erosivas podem ser obtidos na própria localidade, como materiais vivos e inertes (rochas), que vão garantir a estabilização, o controle da feição erosiva e a sucessão ecológica natural a partir da utilização dos materiais vivos e o contato com o solo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados neste estudo sobre as técnicas de recuperação de voçorocas em estudos de caso realizados no Brasil, no ano de 2023, surgem algumas conclusões, além da necessidade de avançar em novas frentes de pesquisa e análise.

Com relação à temática e a utilização do *Google Acadêmico* como ferramenta de busca, houve uma baixa representatividade da temática, tendo como resultado um número limitado de produções científicas (4% ou n=8) entre os resultados oriundos da busca avançada, para o ano de 2023. Entretanto, essa conclusão torna-se importante para traçar novas metodologias de busca avançada em diferentes repositórios.

Uma segunda conclusão envolve os tipos de produções científicas, pois estas apresentaram certa variedade, sendo possível observar a temática em artigos (n=6), teses (n=1) e trabalhos de conclusão de curso (n=1) o que evidencia que a problemática de recuperação de áreas degradadas por voçorocas está sendo abordada sob diferentes perspectivas e contextos acadêmicos.

Foi possível concluir também que, a interferência antrópica é um dos fatores significativos na formação e desenvolvimento das voçorocas, pois os estudos de caso mostraram que as principais causas de formação das voçorocas estavam associadas ao uso extensivo da pastagem, agropecuária, adoção do manejo inadequado do solo, desmatamento e utilização do fogo, além da abertura de estradas em encostas e áreas florestadas.

A distribuição espacial dos estudos de caso mostrou que as produções se concentravam em sua maior parte, no estado de Minas Gerais, onde a literatura aponta que essa relação pode estar relacionada à variedade dos fatores fisiográficos, bióticos e climáticos, ligados ao uso inadequado do solo em áreas específicas do estado.

Concluiu-se também que as técnicas de recuperação mais utilizadas foram as conservacionistas e de bioengenharia de solos. As técnicas conservacionistas foram destacadas pela capacidade de gestão agrícola, enquanto a utilização da bioengenharia dos solos ficou evidente por apresentar um caráter de baixo custo, cuja implementação para controle e estabilização pode utilizar materiais presentes na própria região da feição erosiva, ou em áreas adjacentes, tornando-se uma técnica eficaz, desde que se realize o diagnóstico correto.

Enfim, os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem a necessidade contínua de pesquisas sobre as temáticas de erosão dos solos, degradação e recuperação, tendo em vista o avanço de novas técnicas de recuperação de áreas degradadas, bem como a adoção de práticas preventivas, corretivas, e conservacionistas nas intervenções no solo, de modo que se evite danos ambientais, econômicos e sociais, tendo em vista as mudanças climáticas e o impacto oriundo do aumento da recorrência dos eventos extremos de chuva.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. R. C.; VIEIRA, A. F. S. G. Erosão dos solos na Amazônia. *In*: Guerra, A. J. T.; Jorge, M. C. O. (Orgs.). **Degradação dos solos no Brasil**. 1º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 223-259, 2014.
- ANDRADE, A. G.; FREITAS, P. L. Prevenção do avanço da degradação e recuperação de terras degradadas. *In*: VILELA, G. F.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B. (Orgs.). **Vida terrestre: contribuições da Embrapa**. Brasília, Embrapa, 2018.
- ANDRADE, A. G.; PORTOCARRERO, H.; CAPECHE, C. L. Práticas mecânicas e vegetativas para controle de voçorocas. Rio de Janeiro, Embrapa, **Comunicado Técnico 33**, p.1-4, 2005.
- ANDRADE, A. G.; PORTOCARRERO, H.; CHAVEZ, T. A. Bioengenharia de solos aplicada ao controle da erosão e a recuperação de áreas com alto nível de degradação. *In*: LOUREIRO, H. A. S., GUERRA, A. J. T. (Org.). **Erosão dos Solos em Áreas Tropicais**. 1ª ed. Rio de Janeiro, Editora Interciência, p.149-187, 2023.
- ANTÔNIO, G.M *et al.* Avaliação de eficiência da implantação da técnica de bioengenharia de solos de enrocamento vegetado. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14(06), p. 3422-3436, 2021.
- ARAUJO, G.H.S; ALMEIDA, J.R; GUERRA, A.J.T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 3ºed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

- BARTLEY, R.; POESEN, J.; WILKINSON, S.; VANMAERCCKE, M. A review of the magnitude and response times for sediment yield reductions following the rehabilitation of gullied landscapes. **Earth Surface Process and Landforms**, UK, 45, 2020.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10º ed. São Paulo, Ícone, 2017.
- BHATTACHARYYA, R. **Utilization of Palm-Mat Geotextiles for Soil Conservation on Arable Loamy Sands in the United Kingdom**. Tese de Doutorado. University of Wolverhampton, Wolverhampton, 2010.
- BLAIKIE, P.; BROOKFIELD, H. Defining and Debating the Problem. In: BLAIKIE, P.; BROOKFIELD, H. (Org.). **Land Degradation and Society**. Londres, Methuen & Co. Ltd, p. 1-26, 1987.
- BRYAN, R. B Knickpoint evolution in rillwash. **Catena Supplement**, Alemanha, 17, p. 111-132, 2011.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J. *et al.* In: CAMAPUM DE CARVALHO, J. *et al.* (Orgs.). **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília, Editora Finatec, 1ª ed, p. 39-91, 2006.
- CARDOSO, R. S. B.; PIRES, C. V. Voçorocas: Processos de formação, prevenção e medidas corretivas. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, **Anais[...]**, Viçosa, 2009.
- CARVALHO, J. C.; MARISAIDES, C. L.; MORTARI, D. Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. **Anais [...]**. Goiânia, Goiás, 2001.
- CHORLEY, R. J.; SCHUMM, S. A.; SUDGEN, D. E. **Geomorphology**. Cambridge, University Press, 1984.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (Orgs.). **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 15º ed, p. 93–148, 2021.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 337-380, 2006.
- CURI, N.; CARMO, D. N.; BAHIA, V. G.; FERREIRA, M. M.; SANTANA, D.P. Problemas relativos ao uso, manejo e conservação do solo em Minas Gerais. **Embrapa Milho e Soja**, 1992.
- DAGAR, J. C.; GUPTA, S. R. Agroforestry: Potentials for rehabilitation of degraded lands, constraints and the way forward. In: DAGAR, J. C.; TEWARI, J. C. (Orgs.). **Agroforestry Research Developments**. Índia, Nova Science Publishers, p. 47-97, 2016.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água**. Porto Alegre, EST Edições, 2005.
- EASAC - European Academies' Science Advisory Council. **Extreme Weather Events in Europe**. 2018. Disponível em: <<https://easac.eu/publications/details/extreme-weather-events-in-europe/>>. Acesso em: Fevereiro de 2024.
- EMBRAPA. Recuperação de voçorocas em áreas rurais. **Sistema de Produção** 04. 2006.
- FROTA FILHO, A. B.; VIEIRA, A. F. S. G. Monitoramento de Voçorocas na bacia Colônia Antônio Aleixo, Manaus – AM. In: VIEIRA, A. F. S. G; MOLINARI, D. C. (Orgs.). **Geografia Física da Amazônia**. São Paulo, Alexa Cultural; Manaus: EDUA, p. 45-59, 2020.
- FULLEN, M. A.; CATT, J. A. **Soil Management – Problems and Solutions**. Oxford, Oxford University Press, 2004.
- FULLEN, M. A *et al.* Utilizing biological geotextiles: introduction to the Borassus Project and Global Perspectives. **Land Degradation and Development**, v. 22, p. 453-462, 2011.
- GIUPONNI, L.; BORGONOVO, G.; GIORGI, A.; BISCHETTI, G. B. How to renew soil bioengineering for slope stabilization: some proposals. **Landscape and Ecological Engineering**, 2018.
- GOUDIE, A. **The Changing Earth – Rates of Geomorphological Processes**. Oxford, Blackwell, 1995.
- GUERRA, A. J. T. **Erosão dos solos e movimentos de massa: abordagens geográficas**. Curitiba, CRV, 2016.
- GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; FULLEN, M. A.; MENDONÇA, J. K. S.; JORGE, M. C. O. The effects of biological geotextiles on gully stabilization in São Luís, Brazil. **Natural Hazards**, 2015.
- GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R. ; JORGE, M. C. O. Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo - estudo de caso da voçoroca do Sacavém - São Luís - MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, p. 1-20, 2023.
- GUERRA, A. J. T. Degradação dos Solos – Conceitos e Temas. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O (Orgs.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1º edição, p. 15–50. 2014.
- GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, M. C. O.; BEZERRA, J. F. R.; SHOKR, M.S. Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review. **Pedosphere**, v.27(1), p. 27–41, 2017.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Degradação dos solos - abordagens teóricas e estudos de casos ao longo de 25 anos no âmbito do LAGESOLOS. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, p. 674-685, 2021.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; LOUREIRO, H. A. S.; GARRITANO, F. N. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. **William Morris Davis Revista de Geomorfologia**, v. 1, p. 75-117, 2020.

- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 225-256, 2007.
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 17-56, 2005.
- GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T (Orgs.). **Geomorfologia – Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 5º ed, p. 139 – 155, 2011.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 15º ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 149-209, 2021.
- GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2010.
- GRAY, D. H.; SOTIR, R. B. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control**. New York, Wiley, 1996.
- GRIFFITH, J. J. **Recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação**. Viçosa: UFV, 1986.
- HASSET, J. J.; BANWART, W. L **Soils and their Enviroment**. Nova Jersey, Prentice Hall, 1992.
- HERNANI, L. C.; FREITAS, P. L.; PRUSKI, F. F.; MARIA, I. C.; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, J. N. A erosão e seu impacto. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Orgs.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro, **Embrapa Solos**, p. 47–60, 2002.
- HOLANDA, F. S. R.; ARAÚJO, R. N.; PEDROTTI, A.; WILCOX, B. P.; MARINO, R. H.; SANTOS, L. D. V. Um Panorama da Bioengenharia de Solos no Nordeste do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, 16, 2021.
- JORGE. M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e Movimentos de Massa – Recuperação de Áreas Degradadas com Técnicas de Bioengenharia e Prevenção de Acidentes. In: JORGE. M. C. O.; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo, Oficina de Textos, p. 7–30, 2013.
- LEKHA, K. R. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilished slopes: a case study. **Geotextiles and Geomembranes**, v.22, p. 399-413, 2004.
- LIMA, P. A.; GUERRA, A. J. T. Degradação do Solo em Municípios do Sul do Estado de Mato Grosso do Sul Decorrente da Implantação da Colônia Agrícola Nacional de Dourados – CAND. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Vol. 42 – 1, 2019.
- LONGO, M. H. C.; SOUZA, C. A.; SOELRA, M. L.; IKEMATSU, P.; CAMPOS, S. J. A. M.; BITAR, O, Y. Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração: Associação de Técnicas de Bioengenharia de Solos com Geração e Manutenção de Serviços Ecossistêmicos. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**. São Paulo, SP, v.3, n. 12, 2019.
- LOUREIRO, H. A. S. **Monitoramento e diagnóstico de áreas degradadas na bacia hidrográfica do rio São Pedro (RJ): estudos experimentais em voçoroca e utilização de geotêxteis de fibra de bananeira**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal do Rio de Janeiro - PPGG/UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.
- MACHADO, L.; RESENDE, A.; CAMPELLO, E. Recuperação de voçorocas em áreas rurais. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2006.
- MAFFRA, C. R. B.; SUTILI, F. J. The Use of Soil Bioengineering to Overcome Erosion Problems in a Pipeline River Crossing in South America. **Innov. Infrastruct. Solut.** 5, 24. 2020.
- MARQUES, M. L.; *et al.*, .Erosion in gullies and impact on the chemical properties of soil and water. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.
- MASROOR, M. D.; SAJJAD, H.; REHMAN, S.; SINGH, R.; RAHAMAN, M. H.; SAHANA, H.; AHMED, R.; AVTAR, R. Analysing the relationship between drought and soil erosion using vegetation health index and RUSLE models in Godavari middle sub-basin, India. **Geoscience Frontiers**, v. 13, n. 2, 2022.
- MICKOVSKI, S. B. Re-Thinking Soil Bioengineering to address climate change challenges. **Sustainability**, 13, 3338, 2021.
- MORGAN, R. P. C. **Soil Erosion and Conservation**. Inglaterra, Longman Group, 1986.
- MORGAN, R. P. C **Soil Erosion and Conservation**. 3º edition. Inglaterra: Blackwell Publishing, 2005.
- MUSHI, C. A.; NDOMBA, P. M.; TRIGG, M. A.; TSHIMANGA, R. M.; MITALO, F. Assessment of Basin-Scale Erosion within the Congo River Basin: a Review. **Catena**, 178, p. 64-76, 2019.
- NEARING, M. A.; PRUSKI, F. F.; O’NEAL, M. R. Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review. **Journal of Soil and Water Conservation**, 59, 1, p. 43-50, 2004.
- NEIVA, E. S; FARIA, F. E; NOGUEIRA, G. T; JORGE, R. P. **Estruturas de contenção, escavações e escoramentos**. Dissertação (Mestrado em Tópicos Especiais em Mecânica dos Solos), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). 2014.

- NEVES, S. R. A.; GUERRA, A. J. T.; NUNES, G. F. R. A erodibilidade dos solos no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Mateus Nunes (Paraty, RJ). *In: Territórios Brasileiros: Dinâmicas Potencialidades e Vulnerabilidades*, Teresina, Piauí, v. 16, p. 1-7, 2015.
- NOGUEIRA, N.; OLIVEIRA, O.; MARTINS, C.; BERNARDES, C. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. Goiânia, *Enciclopédia Biosfera*, n.8, v.14, 2012
- PEREIRA, L. S. **Análises físico-químicas de solos com distintas coberturas vegetais e processos hidroerosivos em área degradada na bacia do rio Maranduba – Ubatuba, São Paulo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal do Rio de Janeiro - PPGG-UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.
- POESEN, J. Soil Erosion in the Anthropocene: Reserach Needs. *Earth Surface Processes and Landforms*, b.43, p. 64-84, 2018.
- PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, A. F.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, J. M. A.; GRIEBELER, N. P. **Hidros: dimensionamento de sistemas hidroagrícolas**. Viçosa: Editora UFV, 2006.
- RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.73-80, 2007.
- SANTANA, A.; NUNES, J. O. Práticas conservacionistas e recuperação de área degradada por voçoroca em uma propriedade rural, no município de Regente Feijó (SP). *Geoambiente On-line*, Goiânia, n. 40, 2021.
- SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F.; CÂNDIDO, B. B.; OLIVEIRA, A. H. **Manejo e Conservação de solo e da água: guia de estudos**. Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras/UFLA, 2015.
- SANTOS, R. C. **Avaliação Da Erosão Dos Solos Na Bacia Hidrográfica Do Rio Pequeno, Paraty – RJ**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGG-UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.
- SELBY, M.J. **Earth's changing surface: an introduction to geomorphology**. 5° ed. Oxford, Oxford University Press, 1991.
- SILVA, L.F.T.C. **Análise da suscetibilidade à erosão ao longo da RJ-165 (Estrada Paraty-Cunha)**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGG/UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.
- SMETS, T *et al.* Concentrated Flow Erosion Rates Reduced Through Biological Geotextiles. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 34, p. 493-502, 2009.
- TOMAR, J. M. S.; AHMED, A.; BHAT, J. A.; KAUSHAL, R., SHUKLA, G.; KUMA, R. Potential and Opportunities of Agroforestry Practices in Combating Land Degradation. *In: SHUKLA, G.; CHAKRAVARTY, S; PANWAR, P.; BHAT, J. A. (Orgs.). Agroforestry – Small Landholder's Tool for Climate Change Resiliency and Mitigations*. IntechOpen, p. 1-13, 2021.
- VANMAERCKE, M.; POESEN, J.; MELE, B. V.; DEMUZERE, M.; BRUYNSEELS, A.; GOLOSOV, V.; BEZERRA, J. F. R.; BOLYSOV, S.; DVINSKI, A.; FRANKL, A.; FUSEINA, Y.; GUERRA, A. J. T.; HAREGEWEYN, N.; IONITA, I.; IMWANGANA, F. M.; MOEYERSONS, J.; MOSHE, I.; SAMAN, A. N.; NIACSU, L.; NYSSSEN, J.; OTSUKI, Y.; RADOANE, M.; RYSIN, I.; RYZHOV, Y. V.; YERMOLAEV, O. How fast do gully headcuts retreat?. *Earth-Science Reviews*, v. 154, p. 336-355, 2016.
- VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G.; **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre, IGEO/UFRGS, 2016.
- WILD, A. **Soils and the Environment: an Introduction**. Cambridge, Cambridge University Press, 1993.
- XIONG, M; SUN, R; CHEN, L. A Global Comparison of Soil Erosion Associated With Land Use and Climate Type. *Geoderma*, 343, p. 31-39, 2019.

A UNIDADE DE PAISAGEM FLORESTA AMAPAENSE: E A INCIDÊNCIA DE DESMATAMENTO DE CORTE RASO ENTRE OS ANOS DE 2001 E 2020

THE AMAPAENSE FOREST LANDSCAPE UNIT: AND THE INCIDENT OF CLEAR-CUT DEFORESTATION BETWEEN THE YEARS OF 2001 AND 2020

LA UNIDAD DE PAISAJE FORESTAL AMAPAENSE: Y LA INCIDENTE DE LA DEFORESTACIÓN CLARO ENTRE LOS AÑOS 2001 Y 2020

Tatiane Costa da Silva¹

 0000-0001-6399-3837

tatiane_geografa@hotmail.com

Alexandre Luiz Rauber²

 0000-0002-4909-6491

rauber@unifap.br

1 Mestre em Geografia – PPGeo/UNIFAP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6399-3837>. E-mail: tatiane_geografa@hotmail.com.

2 Doutor em Geografia IESA/UFG. Atualmente é Professor Adjunto do Colegiado de Geografia do Campus Binacional da Universidade Federal do Amapá/UNIFAP e do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo/UNIFAP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4909-6491>. E-mail: rauber@unifap.br.

Artigo recebido em março de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O artigo propõe fazer uma análise da evolução do padrão espacial e temporal das transformações da paisagem provocadas pelo Desmatamento de Corte Raso nos mais de 10,7 milhões de hectares que compõem a Unidade de Paisagem Floresta Amapaense. O objetivo geral consiste em analisar o padrão espacial e temporal das transformações da paisagem por Desmatamento de Corte Raso na Unidade de Floresta do Estado do Amapá entre os anos de 2001 e 2020. Os específicos foram: a) Mapear as áreas transformadas por Desmatamento de Corte entre os anos de 2001 e 2020; b) Analisar o padrão espacial e temporal do Desmatamento de Corte Raso entre os anos de 2001 e 2020. A categoria geográfica utilizada para desenvolver a pesquisa foi a paisagem pois é a partir dela que é possível observar a evolução multitemporal. Foi utilizado os dados de Desmatamento de Corte Raso obtidos na plataforma PRODES/INPE e também do banco de dados MapBiomas onde possui um módulo sobre Desmatamento. Os dados foram organizados e sobrepostos ao limite estadual e da Unidade de Paisagem Floresta utilizando como ferramenta o software TerraView. É possível constatar que a taxa de Desmatamento de Corte Raso na Unidade de Paisagem Floresta Amapaense entre os anos de 2001 e 2020 foi de 0,89% representando em torno de 100 mil hectares e uma média anual de 5 mil hectares/anos.

Palavras-chave: Unidades de Paisagem. Desmatamento. Amapá.

ABSTRACT: The article proposes to analyze the evolution of the spatial and temporal pattern of landscape transformations caused by Clearcut Deforestation in the more than 10.7 million hectares that make up the Amapaense Forest Landscape Unit. The general objective is to analyze the spatial and temporal pattern of landscape transformations due to Clearcut Deforestation in the Forest Unit of the State of Amapá between the years 2001 and 2020. The specific ones were: a) Map the areas transformed by Clearcut Deforestation between 2001 and 2020; b) Analyze the spatial and temporal pattern of Clearcut Deforestation between the years 2001 and 2020. The geographical category used to develop the research was landscape, as it is from there that it is possible to observe multitemporal evolution. We used Clearcut Deforestation data obtained from the PRODES/INPE platform and also from the MapBiomas database, which has a module on Deforestation. The data was organized and superimposed on the state boundary and the Forest Landscape Unit using the TerraView software as a tool. It is possible to verify that the rate of Clear-cut Deforestation in the Amapaense Forest Landscape Unit between the years 2001 and 2020 was 0.89%, representing around 100 thousand hectares and an annual average of 5 thousand hectares/year.

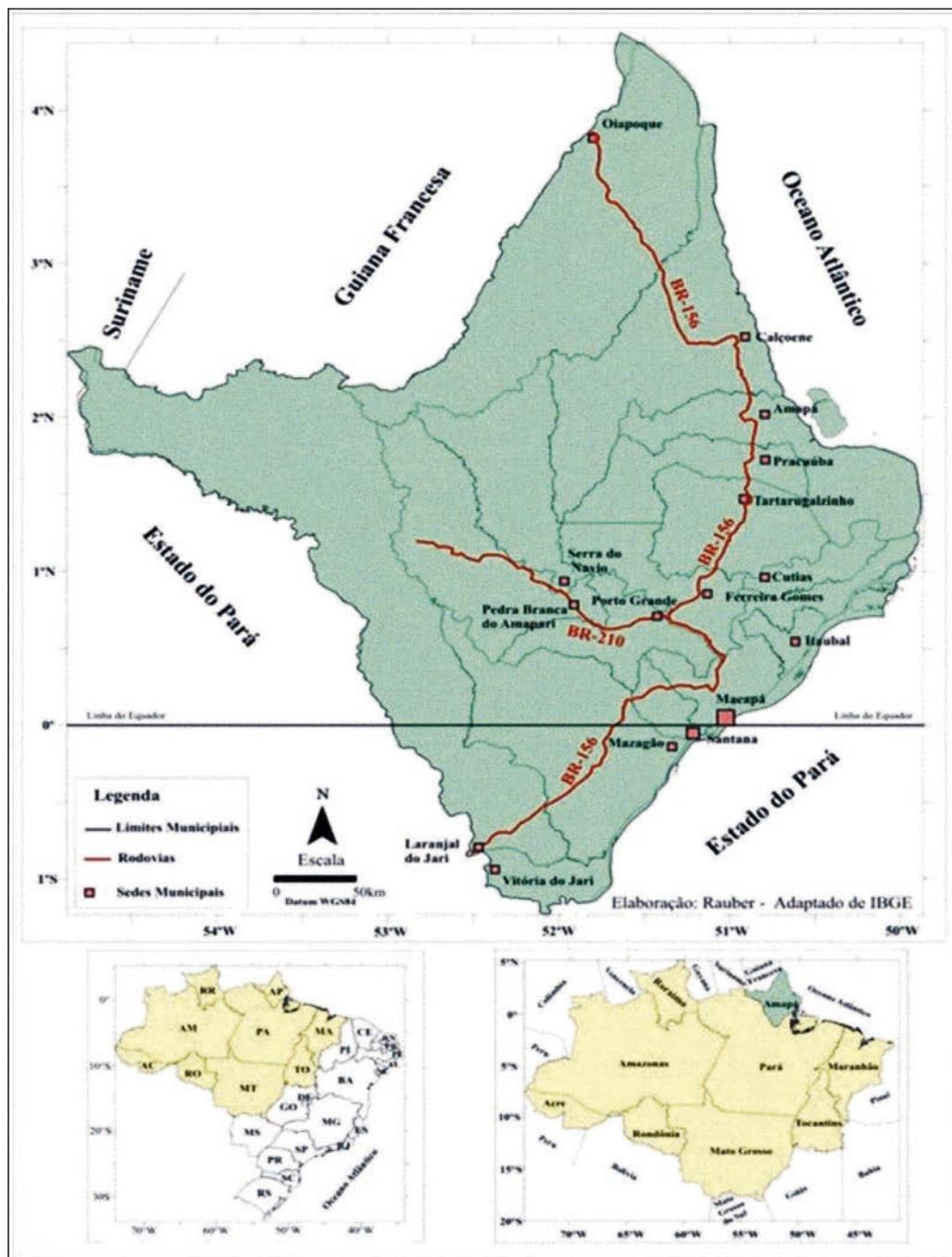
Keywords: Landscape Units. Logging. Amapá.

RESUMEN: El artículo se propone analizar la evolución del patrón espacial y temporal de las transformaciones paisajísticas provocadas por la Deforestación Rara en las más de 10,7 millones de hectáreas que conforman la Unidad de Paisaje Forestal Amapaense. El objetivo general es analizar el patrón espacial y temporal de las transformaciones del paisaje debido a la Deforestación por Raza en la Unidad Forestal del Estado de Amapá entre los años 2001 y 2020. Las específicas fueron: a) Mapear las áreas transformadas por la Deforestación por Raza entre 2001 y 2020; b) Analizar el patrón espacial y temporal de la Deforestación por Raza entre los años 2001 y 2020. La categoría geográfica utilizada para desarrollar la investigación fue paisaje ya que es desde allí que es posible observar la evolución multitemporal. Se utilizaron datos de Deforestación Clearcut obtenidos de la plataforma PRODES/INPE y también de la base de datos MapBiomas, que cuenta con un módulo sobre Deforestación. Los datos fueron organizados y superpuestos en el límite estatal y la Unidad de Paisaje Forestal utilizando como herramienta el software TerraView. Se puede comprobar que la tasa de Deforestación por Corta Rasa en la Unidad de Paisaje Forestal Amapaense entre los años 2001 y 2020 fue del 0,89%, representando alrededor de 100 mil hectáreas y un promedio anual de 5 mil hectáreas/año.

Palabras clave: Unidades de Paisaje. Inicio sesión. Amapá.

INTRODUÇÃO

O Estado do Amapá possui uma área de 142.815 km² ou 14.281.545 hectares distribuídos em 16 municípios abrangendo 1,68% do território brasileiro e 3,71% da Região Norte. Grande parte de suas terras estão localizadas na porção norte da Linha do Equador, no Hemisfério Norte – Figura 1 - possui como limites territoriais a Guiana Francesa e Suriname ao norte e noroeste, Pará ao oeste, sul e sudeste e o Oceano Atlântico ao leste (Rauber, 2019).

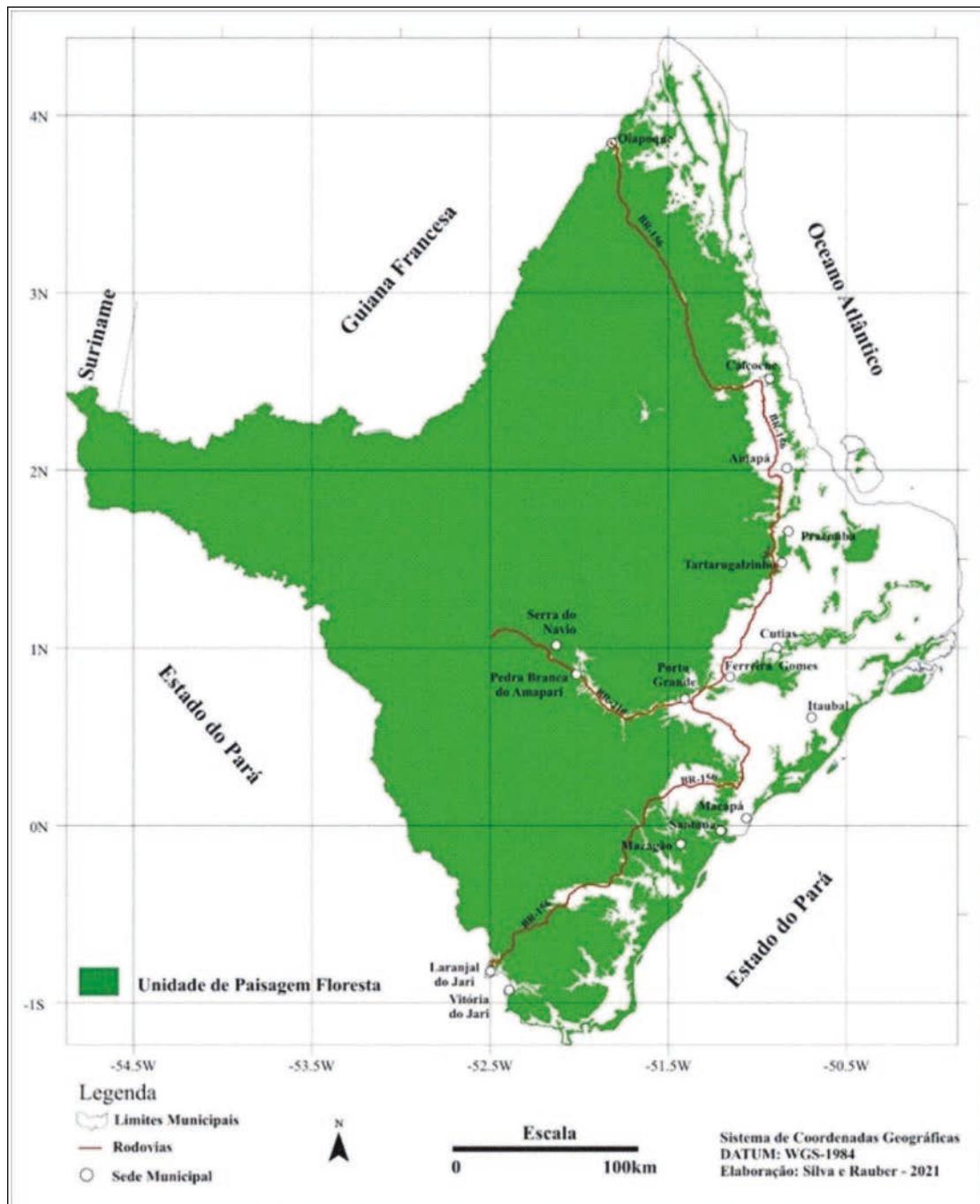


Fonte: Rauber (2019).

Figura 1. Mapa de localização do Estado do Amapá no Brasil e Região Norte, e traçados das rodovias BR-156 e BR-210.

Conforme os autores Drummond e Pereira (2007) e Rauber (2019), a Floresta Amapaense é constituída pelo menos de quatro formações florestais – Montana, Submontana, Galeria e Terra Baixas – que cobrem aproximadamente 75% do Estado do Amapá ao oeste, norte, centro, centro-sul e parcialmente ao leste, compondo assim a flora dominante do Amapá.

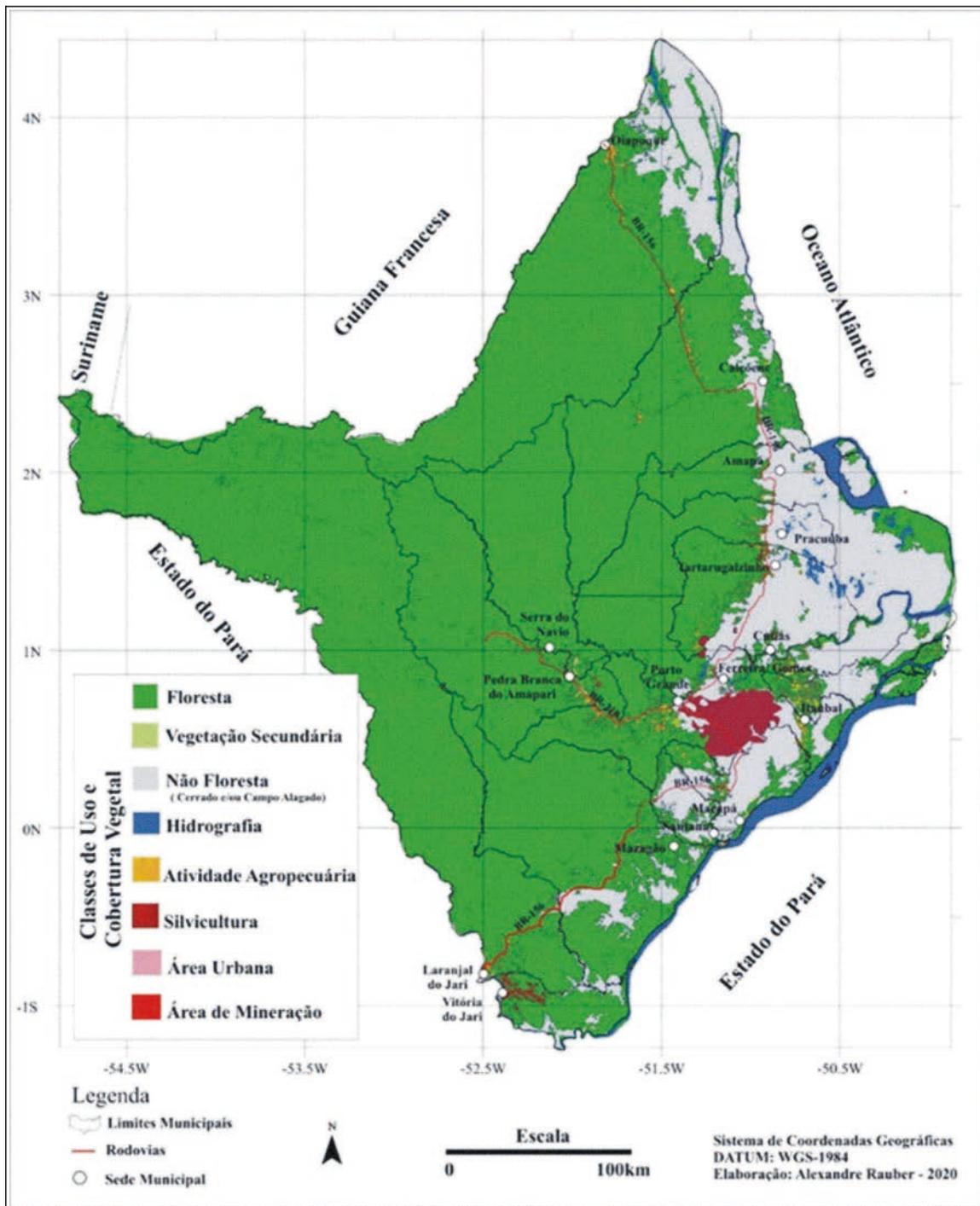
A Unidade de Paisagem Floresta ou também conhecida como Floresta de Terra Firme consiste na maior cobertura vegetal do Amapá com 106.987 km² e ocupa cerca de 3/4 do território amapaense, conforme IEPA (2008) e Rauber (2019). Ela possui estruturas definidas, com massa florestal contínua, árvores de grande porte e alta diversidade de espécies, incluindo as endêmicas que representa bem a região do Platô das Guianas, área onde está localizada. Esse tipo de vegetação é o mais comum em toda a Amazônia (Figura 2).



Elaboração: Silva (2022).

Figura 2. Mapa de localização da Unidade de Paisagem Floresta Amapaense.

O uso da terra e cobertura vegetal no Estado do Amapá - Figura 3 - são classificados em 8 (oito) classes: a – Floresta; b – Vegetação secundária; c – Não Floresta (cerrado, campos alagados e manguezais); d – Hidrografia; e – Atividade Agropecuária; f – Silvicultura; g – Áreas urbanas; h – Áreas de mineração.



Fonte: Elaborado por Silva (2021). Adaptado de AMBDATA/INPE.

Figura 3. Mapa de Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal do Estado do Amapá.

As florestas podem ser de cinco subgrupos de acordo com a localização: montanhas, submontanhas, de galerias, de terras baixas não inundáveis e de terras baixas inundáveis que é a cobertura vegetal predominante do Estado, pois ocupam cerca de 75% do território amapaense.

As áreas de não floresta abrangem cerca de 20% da área estadual e podem ser subdivididos em: a – Cerrados (ou campos naturais, ou campos cerrados) que são divididos em dois subgrupos: parque, onde tem como características muitos arbustos e árvores baixas e o aberto que possui menos arbustos e árvores baixas; b – Manguezais - o mangue ou restinga amapaense estão localizados no litoral atlântico e no delta do rio Amazonas, cujas peculiaridades são os lamaçais litorâneos, plantas lenhosas, gramíneas e herbáceas especializadas e resistentes à salinidade. Nas restingas são comuns a presença de gramas e ervas localizadas em terrenos mais altos e bem drenados com pouca salinidade; c – Lagoas e alagados de água doce ou salgada (ou campos inundados ou campos de várzea) - os campos inundados ou campos de várzea estão localizados a leste do Estado e são cercados pelas restingas e manguezais pelo lado litorâneo e

pelo cerrado amapaense no interior e possuem labirintos de água doce e salobra que são interligados por canais e furos. A flora é marcada por gramas e ervas, florestas densas e cerrado.

METODOLOGIA

Para detecção e mapeamento do Desmatamento de Corte Raso foram utilizados os dados do PRODES/INPE, esse programa de monitoramento da Amazônia Legal ocorre desde 1980 onde utiliza imagens de satélites LANDSAT que possui de 20 a 30 metros de resolução espacial e taxa de revisita de 16 dias, além dos sensores CBERS, Resourcesat e UK-DMC2, fazendo com que se tenha cerca de 95% de precisão nas informações oferecidas. Área mínima de 6,25 hectares.

Para o mapeamento anual do Desmatamento de Corte Raso foi utilizado também a Plataforma MapBiomias com seu módulo Desmatamento. Este módulo permitiu estimar as áreas de supressão de floresta a partir do histórico dos pixels na coleção de mapas anuais de Cobertura e Uso da Terra do MapBiomias.

A PAISAGEM COMO CATEGORIA DE ANÁLISE DA UNIDADE FLORESTA AMAPAENSE

A construção do conceito de paisagem sofreu influências filosóficas ao longo do tempo. A partir das ideias naturalistas de Immanuel Kant, o geógrafo Humboldt propõe uma corrente voltada mais aos estudos ambientais (Mateo Rodriguez; Silva, 2016). A escola geográfica soviética nasceu a partir da percepção dialética de que a paisagem é construída a partir dos elementos naturais nela presente. Essas ideias foram desenvolvidas para favorecer o Estado, já que conhecendo e entendendo os aspectos naturais é possível dominar essas áreas favorecendo a economia. Foram também os soviéticos que criaram as atividades voltadas para avaliação de terras, identificação de potenciais naturais e informações sobre a distribuição de recursos naturais para a população (Mateo Rodriguez; Silva, 2016).

É a partir da Segunda Guerra Mundial que a paisagem é introduzida em outros países visto que antes tinha-se o entendimento de que para conquistar o território apenas conhecimentos humanos bastavam, o que era um erro de estratégia militar. O Estado percebeu que as informações sobre a natureza é um fator extremamente importante para conquistar um determinado território. Para Troll (1997), o conceito paisagem está presente em várias ciências cada uma com suas especificidades, mas a ciência geográfica deu sua identidade o transformando em um objeto de investigação. Com isso, ela vincula-se a conceitos de proteção, conservação e paisagismo e ele finaliza sua percepção afirmando que toda paisagem por ter elementos distintos acaba possuindo uma fisionomia própria.

Ferreira (2010) propõe a ideia de que a paisagem é o resultado do homem, onde é englobado sua perspectiva e suas ações, assim sendo a utilização da subjetividade da análise, isto é, a experiência interfere no resultado da interpretação de uma imagem. Nessa percepção, o homem é um elemento importante não só na construção do espaço, mas também em sua paisagem, posto que o seu entendimento sobre os mesmos faz com que suas descrições e análises sofram interferências do próprio analista já que tem a ideia formada sobre os elementos.

O conceito de paisagem está relacionado diretamente com a construção da ciência geográfica, pois ambas sofreram influência de escolas de Geografia do mundo inteiro, entre as mais importantes estão as escolas inglesa, francesa, americana e a russa, essa última responsável pelos estudos de paisagem natural e dinâmica ambiental. Para Silveira (2009) a paisagem está relacionada com as formas físicas e as ações antrópicas que aos poucos são introduzidas dentro de seus estudos, ou seja, quando o homem altera a paisagem introduzindo seus elementos subjetivos ela deixa de ter o viés naturalista.

Moraes (1995) fala que a escola francesa utilizava para o objeto da Geografia a percepção da paisagem, onde Vidal de La Blache propõe que na relação homem-natureza o homem é o ser ativo transformando o meio em que vive de acordo com suas necessidade e satisfação pessoal e material. Alves, Cunico e Souza (2019) também apontam que Vidal de La Blache seja o principal autor da geografia francesa, escola geográfica que se aprofunda nos aspectos naturais e nos seus usos feito pelo homem de acordo com o interesse do capital, destacando o benefício de renovação que a natureza tem. Assim, a paisagem não contempla só os elementos naturais por si só, mas abrange toda a dinâmica existente naquele determinado espaço, onde há relações entre homem-meio e homem-homem, pois as transformações na paisagem acontecem na maioria das vezes através da ação humana.

Essa contribuição evidencia que as paisagens dependem de determinados fatores. O tempo e as questões humanas como economia e cultura são exemplos de elementos que alteram a paisagem, no qual um determinado espaço geográfico é modificado a partir das ações antrópicas existentes naquela região. Para fazer o estudo da paisagem é preciso delimitar o tamanho de suas unidades, quer dizer, na paisagem natural quanto menor serão suas delimitações mais detalhado serão seus estudos, pois serão englobados estudos de outras ciências como solo, clima, hidrografia e vegetação. Esses elementos formam o que chamam de ecossistema, porém a vegetação é o mais importante deles, pois ele determina os microclimas de uma região que influenciam nas formações de bacia hidrográfica e na estrutura do solo (Troll,1997).

Bertrand (2004) destaca que a unidade de paisagem se torna incontestável, pois ela é constituída por um conjunto de elementos (climas, solos, hidrológicos e o sistema de decomposição) fazendo com que haja uma dinâmica única que inclui além desses elementos já citados os fatores antrópicos. O chamado geossistema por melhor se adequar as questões humanas torna-se uma base para os estudos de organização espacial. Ele também identifica que a variação dos potenciais ecológicos e ocupação biológica estão diretamente relacionadas com as mudanças no espaço-tempo.

O termo geoecologia das paisagens nasceu a partir de 1966 após cientistas alemães e russos estudarem que para compreender as evoluções na superfície terrestre é preciso levar em consideração os fenômenos biológicos e antropológicos neles existentes, pois eles se inter-relacionam tornando os seus sistemas mais complexos para os estudos. Mateo e Silva (2016) evidenciam que uma das características relevantes da geoecologia é o sociocentrismo. Neste âmbito, há um estudo das paisagens pré-existentes para que se tenha condições de vivência humana. Para isso, a paisagem será alterada, deixará de ser natural e passará a ser cultural ou artificial de acordo com a classificação recebida quando há antropização de um espaço.

Para que se construa um entendimento sobre as relações dentro da paisagem é necessário incorporar estudos sobre gestão, planejamento territorial e ambiental, além da própria ecologia, tomando cuidado para que o biocentrismo não seja visto como uma generalização. É preciso interagir os elementos bióticos, abióticos e antropológicos do determinado espaço estudado (Mateo; Silva; Cavalcanti, 2017). É necessário destacar, também, que nem toda alteração de paisagem tem viés negativo para a qualidade de vida humana, na Amazônia por exemplo, há casos de ocupação da terra que auxiliam em melhores condições de vida e o seu uso para produção alimentar como no caso da agricultura familiar é um fator de destaque (Norris *et al.*, 2022).

O estudo da paisagem será bem mais efetivado quando entendermos a importância das relações socioculturais e biofísicas existentes naquele determinado espaço geográfico. É necessária uma visão geossistêmica dos fatores geográficos e biológicos, pois quando eles estão integrados é que ocorre a transformação na paisagem. Silveira (2009) argumenta que:

A função da paisagem pode ser compreendida pelas atividades que, de certa maneira, foram ou estão sendo desenvolvidas e que estão materializadas nas formas criadas socialmente (espaço construído, atividades agrícolas, atividades mineradoras, viadutos, vias expressas...) e os desdobramentos que estas formas materializadas pelo homem dão no que se refere à problemática ambiental. (Silveira, 2009. p. 12 e 13).

A paisagem torna-se uma das categorias geográficas mais importantes dentro dos estudos socioambientais, uma vez que é por meio dela que podemos observar a evolução ou não de um determinado espaço e para que haja as análises e posteriormente sugestões das possíveis problemáticas encontradas. O Estado do Amapá por ser uma das áreas a serem incorporadas economicamente mais tardiamente por conta de sua localização geográfica e de difícil mobilidade, a sua densidade demográfica é muito baixa em relação a outros Estados da federação, além de apresentar uma ausência de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento da região, o território amapaense se tornou o que chamamos de última fronteira agrícola.

Segundo Rauber (2021) os principais agentes modificadores da Unidade de Paisagem Floresta do Amapá são os agricultores de Assentamentos Rurais, os Produtores Agropecuários, as Mineradoras, e os Madeireiros. Eles estão localizados em sua maioria nas margens das rodovias BR-156 e BR-210 sendo essas as vias de escoamento dessas produções, elas agem no processo de antropização a partir da pressão sobre os recursos naturais existentes na região. O bioma amazônico possui uma biodiversidade rica tornando um grande potencial de recursos com aproveitamento econômico. Os principais produtos de exploração da Amazônia no século XX se concentravam em castanha, sementes, borracha e madeiras nobres. No Amapá, foi a partir de 1920 que houveram as explorações com maior importância, sendo elas: a extração de pau-rosa (*aniba rosaeodora*) na floresta amapaense em 1950 e a extração de virola (*virola surinamensis warb*) e da andiroba (*carapa guianensis aubl*) (Rauber, 2019).

Asner *et al.* (2009) justificam o surgimento de novas fronteiras de exploração na Amazônia a partir do esgotamento de matérias-primas de outras regiões:

Depois de três décadas de desmatamento e de extração seletiva não planejada, os estoques de madeira nas velhas fronteiras esgotaram-se amplamente. As velhas fronteiras de extração, se estendem ao longo do arco do desmatamento nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia que compreendem 45% dos centros madeireiros amazônicos. A escassez crescente de matéria prima estimulou a migração de empresas para fronteiras mais recentes – fronteiras intermediárias e novas. Em rodovias que penetram profundamente no interior da Amazônia (Asner *et al.*, 2009, p. 02).

É interessante estabelecer esses comparativos em relação às fronteiras de exploração, extração desenfreada de matéria-prima e a possível escassez desses produtos, pois através deles é possível montar cenários futuros e com isso traçar estratégias de políticas públicas que visem a utilização dos recursos disponíveis de maneira racional. No Amapá,

a exploração madeireira ocorre de acordo com cada cobertura florestal existente no Estado, sendo que em maior intensidade nas florestas de terra firme e floresta de várzea onde o processo de serraria é mais simples e rústico o que compromete a qualidade da peça e na floresta de terra firme há presença de máquinas mais sofisticadas fazendo com que a peça tenha um maior valor comercial.

O Amapá, em 1998, possuía em atividade cerca de 66 madeireiras sendo a região sul do Estado com as maiores taxas de exploração encabeçado pelo município de Laranjal do Jari. De 1998 até 2009 houve uma redução para 48 madeireiras. Com a implantação de empresas madeireiras com ou sem microserrarias a partir de 2009/2010, o Amapá sai da zona de estagnação e volta a crescer, sendo o município de Porto Grande o maior produtor estadual. Em 2016 foram contabilizadas 50 madeireiras distribuídas nas margens da BR-210 e BR-156 (Rauber, 2019).



Foto: Silva (Janeiro de 2023).

Figura 4. Desmatamento de Corte Raso na Unidade de Paisagem Floresta nas proximidades do distrito de Vila Vitória no município de Oiapoque/AP.

As formas diretas mais comuns de desmatamento na Amazônia são a aplicação de pastagens para atividades de pecuária, retirada de floresta para suprir agricultura familiar e a plantação de grãos para agricultura. A exploração madeireira e os assentamentos agrícolas também contribuem com o desmatamento, porém a atividade predominante é a pastagem (Carvalho; Domingues, 2016).

Para Carvalho e Domingues (2016) o desmatamento na Amazônia ganha um reforço nas suas atividades com a aprovação do novo Código Florestal:

Perspectiva do aumento do desmatamento na Amazônia ganha ainda mais força ao se considerar a aprovação de algumas medidas do Novo Código Florestal em maio de 2012, que entre outros aspectos trata das áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais (RL). Entre alguns dos pontos do Novo Código estão a redução do limite de RL na Amazônia Legal e a regularização de cultivos de pequenos proprietários, excluindo-os da obrigatoriedade de recuperarem áreas que foram desmatadas em APPs (Carvalho; Domingues, 2016, p. 3).

Na prática houve um certo afrouxamento na principal legislação ambiental do país, onde foi aberta margem para que se possa desmatar uma determinada cobertura florestal e não haver o processo de recuperação dessa área degradada afetando diretamente na qualidade e quantidade vegetal daquela APP.

Para Ab'Sáber (1996) o desmatamento de grande porte na Amazônia é causa de impactos socioambientais e sem qualquer plano e fluxograma de manejo provoca uma residualização dos solos superficiais com evacuação e/ou entranhamento de argilas e ampliação de um horizonte de areias muito finas equivalentes ao diâmetro dos siltes. Para o autor a continuidade dos processos predatórios com grandes desmatamentos para feitura de pastagens tenderia a transformar a região amazônica em um “mar de siltes” envolvendo um descomunal empobrecimento de solos.

Segundo Ab'Sáber (1996) as novas exigências da consciência ambientalista têm provocado reações paradoxais no âmbito governamental amazônico. Alguns governantes defenderam a ideia absurda de desmatar para depois ver como se

comportam os solos em termos de eficiência produtiva. Outros chegaram a defender uma campanha de distribuição indiscriminada de motosserras, com o intuito de eliminar coberturas vegetais. Trata-se de exemplos tristes da história da predação irreversível que vem se fazendo em áreas críticas da Amazônia brasileira pelo apoio de algumas autoridades com representantes menos esclarecidos e sensíveis das classes dominantes regionais. Porém, há um movimento em favor da racionalidade, entre industriais mais inteligentes e esclarecidos, que não querem que esse processo interfira em seus negócios ou fiquem com seu nome inscrito na história dos grandes predadores da Amazônia Brasileira.

Ab'Sáber (1996) enfatiza que a perda de perenização de alguns setores de igarapés é uma das consequências do desmatamento de corte raso e a posterior transformação em pastagens de áreas de colinas ou baixos platôs na Amazônia Brasileira. Em se tratando de uma região quente e úmida com precipitações superiores a 1800 mm e estiagem reduzida a dois ou três meses, no máximo, é preocupante o número de casos locais ou sub-regionais de igarapés desperenizados. O lençol d'água aprofunda-se a tais níveis na época da estiagem que não consegue manter corrente o fluxo de águas de igarapés. Isso é válido sobretudo para os setores muito devastados nas cabeceiras de igarapés, onde após os desmatamentos em terrenos inadequados foram introduzidas áreas de pastagens extensivas ou aterros de estradas ou rodovias, fenômeno que ocorre com frequência na Unidade de Paisagem Floresta Amapaense.



Fonte: Rauber (Março de 2022).

Figura 5. Igarapé represado pelo aterro da rodovia BR-156 no município de Oiapoque/AP.

A alteração da Cobertura Vegetal no Estado do Amapá vem da agricultura, pois esta é feita com uma área de 2 hectares no máximo realizando o revezando de áreas e ocorrendo de forma mais intensa entre os municípios de Macapá e Oiapoque nos eixos das rodovias BR-156 e BR-210, sendo as principais vias de escoamento de produtos. Também é nessa região que está localizada a transição de floresta e não floresta. (Costa *et al.*, 2018).

O DESMATAMENTO DE CORTE RASO

Norris *et al.* (2022) apontam que os interesses econômicos e políticos são os principais agentes causadores do desmatamento na Amazônia brasileira, além dos recursos naturais disponíveis, o próprio espaço amazônico torna-se objeto de ocupação, pois nas áreas desmatadas serão executados projetos relacionados ao agronegócio como as plantações de larga escala de soja e milho que abastecem o mercado internacional.

A Tabela 1 apresenta as métricas de Desmatamento de Corte Raso dos Estados da Amazônia Legal entre os anos de 2004 e 2020. O Estado do Amapá teve um acumulado de 70.985 hectares no período com uma taxa média anual de 3.905 hectares. Os anos de 2004, 2008, 2009, 2010 e 2011 foram os períodos com taxas de Desmatamento de Corte Raso superiores à média anual do Estado. Essas métricas evidenciam taxas baixas de Desmatamento de Corte Raso comparando com os demais Estados Amazônicos e evidencia a diminuição e a estagnação dessa prática na última década.

Tabela 1. Taxas anuais de desmatamento acumulado por Estado da Amazônia Legal, entre os anos de 2004 e 2020.

Ano/ Estados	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO	AMZ
2004	72.800	123.200	4.600	75.500	1.181.400	887.000	385.800	31.100	15.800	2.777.200
2005	59.200	77.500	3.300	92.200	714.500	589.900	324.400	13.300	27.100	1.901.400
2006	39.800	78.800	3.000	67.400	433.300	565.900	204.900	23.100	12.400	1.428.600
2007	18.400	61.000	3.900	63.100	267.800	552.600	161.100	30.900	6.300	1.165.100
2008	25.400	60.400	10.000	127.100	325.800	560.700	113.600	57.400	10.700	1.291.100
2009	16.700	40.500	7.000	82.800	104.900	428.100	48.200	12.100	6.100	746.400
2010	25.900	59.500	5.300	71.200	87.100	377.000	43.500	25.600	4.900	700.000
2011	28.000	50.200	6.600	39.600	112.000	300.800	86.500	14.100	4.000	641.800
2012	30.500	52.300	2.700	26.900	75.700	174.100	77.300	12.400	5.200	457.100
2013	22.100	58.300	2.300	40.300	113.900	234.600	93.200	17.000	7.400	589.100
2014	30.900	50.000	3.100	25.700	107.500	188.700	68.400	21.900	5.000	501.200
2015	26.400	71.200	2.500	20.900	160.100	215.300	103.000	15.600	5.700	620.700
2016	37.200	112.900	1.700	25.800	148.900	299.200	137.600	20.200	5.800	789.300
2017	25.700	100.100	2.400	26.500	156.100	243.300	124.300	13.200	3.100	694.700
2018	44.400	104.500	2.400	25.300	149.000	274.400	131.600	19.500	2.500	753.600
2019	68.200	143.400	3.200	23.700	170.200	417.200	125.700	59.000	2.300	1.012.900
2020	70.600	151.200	2.400	33.600	177.900	489.900	127.300	29.700	2.500	1.085.100
Média Anual Acumulada	37.776	82.058	3.905	51.035	263.888	399.864	138.611	24.476	7.458	1.009.135

Fonte: Elaborado por Silva (2022). Adaptado de Série Histórica 2004/2020 PRODES/INPE.

De acordo com Boucher e Chi (2018), as taxas de desmatamento na Amazônia Legal diminuíram a partir de 2009 em razão do reflexo da recessão econômica ocorrida devido o impeachment da presidente Dilma Rousseff, da falta de apoio no governo Michel Temer, da mudança nas legislações ambientais como o Código Ambiental e da criação de Áreas Protegidas. Conforme observado na Tabela 2, a partir de 2018 ocorre um significativo aumento nas taxas de desmatamento na Amazônia – entre os anos de 2018 e 2019 na ordem de 35% -, em destaque para os Estados do Pará, Amazonas, Acre, Roraima e Mato Grosso, principalmente em áreas de expansão da frente agropecuária e mineira, desmatamentos ocorridos muitas vezes de forma ilegal sem a devida repressão estatal e até com incentivos pelo governo do presidente Jair Bolsonaro.

Na Tabela 3 observou-se que o incremento de Desmatamento de Corte Raso nos 16 municípios do Estado do Amapá entre os anos de 2008 e 2020 totalizaram 42.542 hectares. Os municípios de Tartarugalzinho, Oiapoque, Mazagão, Calçoene e Macapá respectivamente apresentaram os maiores acumulados no período. Nesses municípios de uma forma geral encontram-se a maior parte das atividades agropecuárias em áreas de floresta exercidas principalmente nos Assentamentos Rurais e Terras Indígenas.

Tabela 2. Métricas de incremento de Desmatamento de Corte Raso (em hectares) por município do Estado do Amapá, entre os anos de 2008 e 2020.

Município	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Amapá	189	188	183	21	-	45	68	30	14	16	-	69	-	823
Calçoene	630	806	1.184	103	111	299	175	90	54	286	190	206	110	4.244
Cutias	239	28	494	35	-	23	141	49	132	13	61	78	40	1.334
Ferreira Gomes	2834	106	231	51	15	38	61	353	96	-	31	130	44	1.438
Itaubal	20	-	386	42	24	-	25	-	-	-	178	9	-	683
Laranjal do Jari	903	509	501	167	337	78	374	145	73	190	171	149	37	3.634
Macapá	706	86	891	83	226	136	264	297	166	65	379	716	142	4.157
Mazagão	1.566	590	118	152	448	97	327	187	129	148	441	234	71	4.508
Oiapoque	1.164	414	502	208	237	494	255	123	49	148	224	724	67	4.609
Pedra Branca do Amapari	365	466	181	134	84	308	501	112	137	137	197	471	101	3.194
Porto Grande	1.429	460	172	253	266	186	239	62	80	91	107	287	59	3.710
Pracuúba	523	272	392	66	-	209	115	93	28	18	18	165	77	1.976
Santana	437	8	31	10	18	16	44	-	23	22	49	8	35	702
Serra do Navio	312	57	21	8	-	27	49	8	9	7	18	57	8	301
Tartarugalzinho	1.331	574	1.139	212	68	396	210	274	101	230	163	553	122	5.372
Vitória do Jari	142	178	651	116	97	69	57	37	128	101	141	50	110	1.876
Total	9.961	4.742	7.077	1.661	1.929	2.421	2.906	1.859	1.218	1.471	2.367	3.905	1.023	42.542

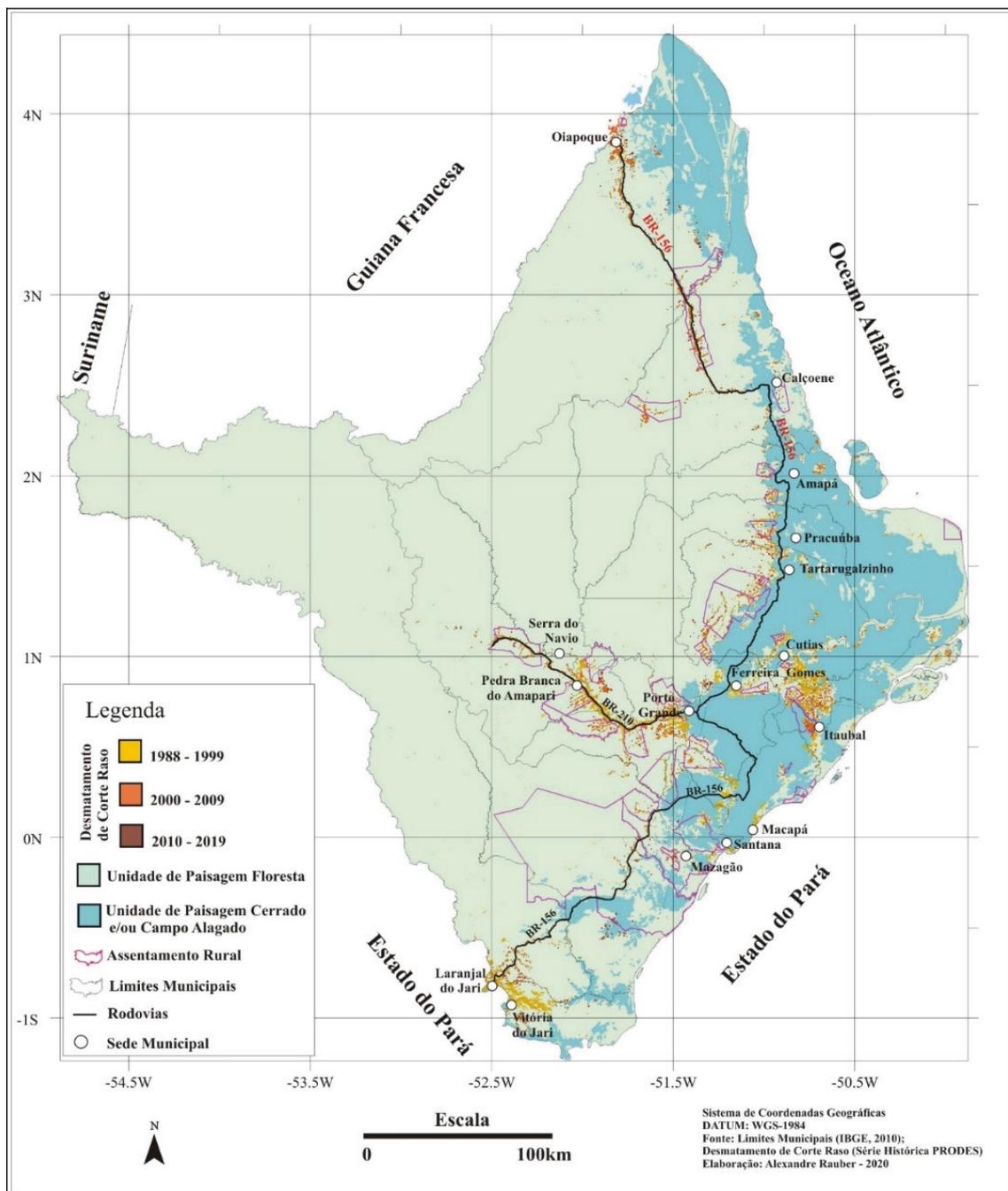
Fonte: Elaborado por Silva (2022). Adaptado de Série Histórica 2004/2020 PRODES/INPE.

Analisando os dados de Desmatamento de Corte Raso fornecidos pela Plataforma MapBiomas no seu módulo desmatamento que apresenta as métricas de supressão de vegetação primária e secundária – Tabela 3 – o Estado do Amapá entre os anos de 2001 e 2020 totalizou 101.208 hectares de supressão e média no período de 5.060 hectares/anuais. Foram detectados no período 69.442 hectares de supressão de vegetação primária e 31.766 hectares de supressão de vegetação secundária.

Tabela 3. Desmatamento na Unidade de Paisagem Floresta Amapaense entre os anos de 2001 e 2020.

Desmatamento/Unidade Paisagem Floresta	Supressão Vegetação Primária	Supressão Vegetação Secundária	Total
2001	3.164	921	4.085
2002	7.808	961	8.769
2003	1.968	678	2.646
2004	3.366	628	3.994
2005	1.932	410	2.342
2006	1.407	1.437	2.844
2007	2.077	1.613	3.690
2008	2.187	1.727	3.914
2009	3.716	2.000	5.716
2010	2.693	1.615	4.308
2011	1.477	1.746	3.223
2012	6.023	1.262	7.285
2013	2.085	655	2.740
2014	2.219	1.438	3.657
2015	2.015	1.060	3.075
2016	15.445	9.723	25.168
2017	4.421	1.832	6.253
2018	2.419	654	3.073
2019	2.502	1.350	3.852
2020	518	56	574
Total	69.442	31.766	101.208
Média	3.472	1.588	5.060

Fonte: Elaborado por Silva (2023). Adaptado de MapBiomias – Módulo Desmatamento – Coleção 7.



Fonte: Rauber (2020).

Figura 6. Desmatamento de Corte Raso na Unidade de Paisagem Floresta Amapaense entre os anos de 2001 e 2020.

A Figura 6 apresenta o padrão espacial do Desmatamento de Corte Raso dos 101,2 mil/hectares na série histórica na Unidade de Paisagem Floresta. Os dados detectados e mapeados apresentam algumas variações nas métricas pela disponibilidade de imagens de satélite em alguns períodos. De forma geral, observa-se que a maior parte da incidência de desmatamento ocorre nas bordas da Unidade de Paisagem Floresta e sobre a área de influência das rodovias BR-156 e BR-210.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos Estados que compõe a Amazônia Legal, o Amapá apresentou as menores taxas de desmatamento de corte raso acumulado entre os anos de 2004 e 2020 com uma média de 3.905 hectares anual. A taxa total de Desmatamento de Corte Raso na Unidade de Paisagem Floresta Amapaense entre os anos de 2001 e 2020 foi de 0,89%.

O remanescente de floresta passou de 11.356.924 hectares no ano de 2001 para 11.255.716 hectares em 2020. Em termos absolutos os municípios Mazagão com 21.490 hectares, Vitória do Jari com 14.661 hectares, Porto Grande com 12.802 hectares e Laranjal do Jari com 12.075 apresentaram os maiores quantitativos de desmatamento. Em termos

percentuais os municípios de Vitória do Jari com 7,44%, Porto Grande com 3,42%, Santana com 3,01% e Macapá com 2,08% apresentaram as maiores diminuições de remanescentes de florestas nos seus limites municipais.

Os Desmatamentos de Corte Raso ocorrem principalmente para expansão das atividades de cultivo e pecuária - tendenciam alguma expansão nas cercanias das áreas que já foram desmatadas. As taxas de Desmatamento de Corte Raso contabilizaram gradativa diminuição na série histórica, o que indica menor pressão antrópica dessas práticas sobre a Unidade de Paisagem Floresta Amapaense.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A **Amazônia**: do discurso à práxis. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 319 p.
- ALVES, J. S.; CUNICO, C.; SOUZA, J. O. A paisagem na Geografia. **Revista Contexto Geográfico**, [S./l.], v. 4. n.8, p. 1-9, dezembro/2019.
- ASNER, G.P.; KELLER, M.; LENTINI, M.; MERRY, F.; SOUZA, C. Extração seletiva de madeira e sua relação com desmatamento. **Geophysical Monograph Series**, 186. 2009. p.25-42
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.
- BOUCHER, D; CHI, D. Amazon Deforestation in Brazil: What Has Not Happened and How the Global Media Covered It. **Tropical Conservation Science**. Volume 11. p1-4. 2018
- CARVALHO, T.S.; DOMINGUES, E.P. Impactos econômicos e de uso do solo de uma política de controle de desmatamento na Amazônia Legal brasileira. XLII Encontro Nacional de Economia. Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia. **Anais [...]**. 2016. p.183
- COSTA, J. D. M.; SANTOS, S. L. C.; FUNI, C. Avaliação da dinâmica do desflorestamento legal no estado do Amapá com a utilização de geotecnologias. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.2, p.291-303, 2018.
- DRUMMOND, J. A. PEREIRA, M. A. **O Amapá nos tempos do manganês**: Um estudo sobre o desenvolvimento de um estado amazônico – 1943-2000. Rio de Janeiro: Garamond, 2007
- FERREIRA, V. de O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, vol. 6, n. 2, dez. 2010. p.187-208
- IEPA – **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá** – Primeira Aproximação do ZEE. Macapá, 2008. 140p
- MATEO RODRIGUEZ, J.M.; SILVA, E. V.; CAVALTANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**. Uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2017. 222p
- MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental**: subsidios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. 2ª ed. Fortaleza: Edições UFC, 2016.
- NORRIS, D.; CARVALHO, T. S.; GUERRERO, A. M.; ESCADA, M. I. S., ALENCAR, A.; KIMBROUGH, L.; BUTLE, R. A *et al.* Cutting down trees does not build prosperity: On the continued decoupling of Amazon deforestation and economic development in 21st century Brazil. 2022. **Tropical Conservation Science**, v. 15, p. 1-15. 2022.
- SILVEIRA, E. L. D. Paisagem: Um conceito chave na geografia. In: EGAL – Encontro de Geógrafos da América Latina, 12, 2009, Montevideu. **Anais[...]**.
- RAUBER, A. L. **A dinâmica da paisagem no estado do Amapá**: análise socioambiental para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210. Tese de Doutorado. IESA/UFG, 2019. 232p.
- RAUBER, A. L.; PALHARES, J. M. A dinâmica do desmatamento de corte raso e os assentamentos rurais amapaenses. **Revista Ciência Geográfica** - Bauru - XXV - Vol. XXV- (2): p. 567-583 Janeiro/Dezembro – 2021.
- TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. **Revista Espaço & Cultura**. UERJ. 1997. capa. Nº4.

ANÁLISE SWOT PARA ORDENAMENTO TERRITORIAL NO MUNICÍPIO DE PRATA DO PIAUÍ (PI), BRASIL

SWOT ANALYSIS FOR TERRITORIAL PLANNING IN THE MUNICIPALITY OF PRATA DO PIAUÍ (PI), BRAZIL

ANÁLISIS FODA PARA LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE PRATA DO PIAUÍ (PI), BRASIL

Juliana Oliveira Araújo¹

 0000-0002-0636-8143
oliara.juliana@gmail.com

Francisco Wellington de Araujo Sousa²

 0000-0003-2667-3206
wellingtongeo88@gmail.com

José Germano Moura Ramos³

 0000-0001-6360-2867
jgmosramos@bol.com.br

Iracilde Maria de Moura Fé Lima⁴

 0000-0003-3936-180X
iracildemourafelima@gmail.com

1 Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGGEO/Universidade Federal do Piauí - UFPI. Possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Federal do Piauí (Teresina-PI). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0636-8143>. E-mail: oliara.juliana@gmail.com.

2 Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGGEO/Universidade Federal do Piauí - UFPI (Biênio: 2018/2020). Possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2011-2016), Campus Petróleo Portela (Teresina-PI). Professor Substituto do Instituto Federal do Piauí, Campus Oeiras. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2667-3206>. E-mail: wellingtongeo88@gmail.com.

3 Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGGEO/Universidade Federal do Piauí - UFPI (Biênio: 2019/2021). Possui graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (1999). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6360-2867>. E-mail: jgmosramos@bol.com.br.

4 Prof. Dr. da Universidade Federal do Piauí/UFPI. Possui graduação em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (1971). Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1982). Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2013). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-180X>. E-mail: iracildemourafelima@gmail.com.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos o Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da Universidade Federal do Piauí e ao Grupo de Estudo Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAEE), vinculado do CNPq/UFPI.

Artigo recebido em janeiro de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: Para ampliar o conhecimento sobre o município de Prata do Piauí, na perspectiva geográfica, este trabalho tem como objetivo utilizar a análise *SWOT*, enquanto ferramenta de avaliação desse município, no intuito de inferir suas peculiaridades, a partir da identificação de suas potencialidades traduzidas em “forças e oportunidades”, enquanto suas dificuldades foram consideradas “fraquezas e ameaças”. Como procedimentos metodológicos utilizou-se o método dedutivo; as pesquisas básica, exploratória e qualitativa e a análise *SWOT*, com apoio de observações de campo e de técnicas de geoprocessamento. Constatou-se que, apesar da representação negativa que as pessoas exprimem sobre o semiárido e suas fragilidades no âmbito socioeconômico e ambiental, Prata do Piauí apresenta características geográficas de grande potencial para o desenvolvimento da atividade turística, principalmente. Diante das várias revisões nas delimitações do semiárido brasileiro, Prata do Piauí continua pertencendo à sub-região de transição semiárida.

Palavras-chave: Semiárido. Território. Potencialidades.

ABSTRACT: In order to expand knowledge about the municipality of Prata do Piauí, from a geographic perspective, this work aims to use the SWOT analysis, as an evaluation tool of this municipality, in order to infer its peculiarities, from the identification of its potentialities translated into “strengths and opportunities”, while its difficulties were considered “weaknesses and threats”. As methodological procedures, the deductive method was used; basic, exploratory and qualitative research and also SWOT analysis, supported by field observations and geoprocessing techniques. It was found that, despite the negative representation that people express about the semi-arid region and its weaknesses in the socioeconomic and environmental spheres, this area has geographical characteristics of great potential for the development of tourist activity, mainly. In view of the various revisions in the boundaries of the Brazilian semi-arid region, Prata do Piauí continues to belong to sub-region semi-arid transition.

Keywords: Semi-arid. Territory. Potentialities.

RESUMEN: Con el fin de ampliar el conocimiento sobre el municipio de Prata do Piauí, desde una perspectiva geográfica, este trabajo tiene como objetivo utilizar el análisis FODA, como herramienta de evaluación de este municipio, con el fin de inferir sus peculiaridades, a partir de la identificación de sus potencialidades traducidas en “fortalezas y oportunidades”, mientras que sus dificultades fueron consideradas “debilidades y amenazas”. Como procedimientos metodológicos se utilizó el método deductivo; investigación básica, exploratoria y cualitativa y también análisis FODA, apoyados en observaciones de campo y técnicas de geoprocasamiento. Se encontró que, a pesar de la representación negativa que las personas expresan sobre la región semiárida y sus debilidades en el ámbito socioeconómico y ambiental, esta zona presenta características geográficas de gran potencial para el desarrollo de la actividad turística. En vista de las diversas revisiones en los límites de la región semiárida brasileña, Prata do Piauí continúa perteneciendo a la subregión of transición semiárida.

Palabras clave: Semiárido. Território. Potencialidades.

INTRODUÇÃO

O Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP) é um instrumento de planejamento de políticas públicas articuladas no âmbito da bacia do rio Parnaíba, envolvendo os estados do Piauí, do Maranhão e do Ceará, através do planejamento estratégico participativo, visando fomentar o desenvolvimento integrado da bacia, com crescimento da economia regional e melhoria da qualidade de vida da população local (Brasil, 2006a).

Para fazer o desenvolvimento integrado, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) utilizou-se como referência a divisão territorial proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e outras informações referentes à diversidade dos ecossistemas encontrados ao longo da bacia. Realizou, então, o cruzamento das variáveis ambientais, sociais, econômicas e político-institucionais, assim foi estabelecida uma primeira divisão em macrorregiões baseada nas características físicas, nas potencialidades de produção e a dinâmica de desenvolvimento (Brasil, 2006a).

Todavia, verificou-se que a primeira divisão em macrorregiões se apresentou de forma holística, o que inviabilizou o uso de elementos de abordagem participativa na sua formulação. Diante disso, a Bacia do Parnaíba foi dividida em 11 Territórios de Desenvolvimento⁵, de acordo com o estudo das vocações produtivas e nas dinâmicas de desenvolvimento das regiões (Brasil, 2006a).

Territórios são campos geográficos que incorporam a totalidade do processo de modificação do mundo cultural, revelando identidades específicas, que proporcionam o princípio de integração social. As peculiaridades do Território

Vale do Sambito foram identificadas de acordo com as propostas dos atores sociais que enfatizaram o potencial histórico, ecológico e cultural (Brasil, 2006b).

Conforme Pereira *et al.* (2017), os aglomerados são constituídos por um conjunto de municípios de um mesmo Território de Desenvolvimento por apresentar características semelhantes e agregados a partir de critérios socioeconômicos, de acordo com a proximidade geográfica, as relações estabelecidas entre eles, o desenvolvimento de atividades produtivas comuns e, a potencialidade de convergência para eixos econômicos e sociais.

Nesse sentido, este trabalho discute as particularidades relativas ao estudo do Território de Desenvolvimento Vale do Sambito, localizado no semiárido piauiense. Este abrange áreas de potencial histórico, ecológico, cultural e, dentre os municípios que o constitui, Prata do Piauí se destaca com relação às características geoambientais.

Após o levantamento prévio de informações sobre o município de Prata do Piauí, identificou-se que ainda é incipiente a produção acadêmica sobre esta área. Assim, este trabalho objetivou utilizar a análise SWOT, enquanto ferramenta de avaliação do município de Prata do Piauí, no intuito de inferir suas peculiaridades, a partir da identificação de suas potencialidades traduzidas em “forças e oportunidades”, enquanto suas dificuldades foram consideradas “fraquezas e ameaças”, conforme método de análise adotado.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos que nortearam esta pesquisa foram o dedutivo; e as pesquisas básica, exploratória e qualitativa (Prodanov; Freitas, 2013). O primeiro tem o propósito de fazer uma análise partindo do geral para o particular; o segundo por ter a finalidade de gerar novos conhecimentos. O terceiro por se buscar uma contribuição para o planejamento socioeconômico e ambiental do município de Prata do Piauí, no contexto do seu território, ao analisar um tema em diversos ângulos. E o quarto por utilizar os dados coletados para retratar o maior número de elementos da realidade estudada.

O trabalho de campo articulou-se em duas etapas. Na primeira realizou-se o estudo prévio sobre a área e as abordagens teóricas que subsidiaram o entendimento do corpo discente sobre os elementos constituintes da paisagem. Na segunda, utilizaram-se os resultados do trabalho de campo (realizado no período de 02 a 04 de dezembro de 2019) adquiridos através do levantamento de dados e preenchimento de fichas por meio da observação dos elementos biofísicos e suas relações com o uso da terra, base para a análise do município de Prata do Piauí.

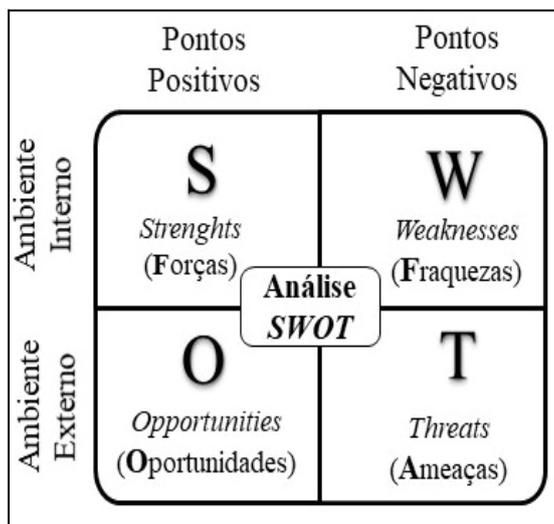
Os locais de observação dos componentes naturais das paisagens no ambiente rural e urbano e sua ocupação humana foram: a) proximidade da ponte sobre o rio Poti, na rodovia PI-224 que dá acesso à cidade de Prata do Piauí; b) “Prata Velha”, lugar inicial da formação do sítio urbano; c) Travessia da ponte de madeira sobre o rio Sambito que liga os municípios de Prata do Piauí e São Miguel do Tapuio, que dá acesso aos Assentamentos de Famílias Currais Novos; d) Foz do rio Sambito no rio Poti; e) Vales e entorno de pequenos afluentes desses dois rios, com destaque para a dinâmica da drenagem e das formas do relevo local; e f) Trecho do leito do rio Poti e seu entorno, a jusante da ponte da rodovia PI-224.

A organização dos mapas e roteiro para o trabalho de campo foi realizada através de técnicas de geoprocessamento, na representação do município de Prata do Piauí e sua localização no Território de Desenvolvimento Vale do Sambito, no estado do Piauí. Os instrumentos utilizados foram o equipamento *Global Positioning System* (GPS), como meio de marcar as coordenadas geográficas dos pontos de observação e posterior utilização na elaboração dos mapas das áreas de análise, assim como câmera fotográfica para o registro da paisagem.

Desse modo, na operacionalização do mapeamento da área de estudo foram utilizados *shapefiles* dos limites dos estados do Brasil e limites municipais do Piauí, adquiridos de forma gratuita no *site* do IBGE do ano de 2022. Os mapas foram confeccionados no *software QGIS* versão 2.18 livre, tendo como referencial geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), *Datum* oficial adotado no Brasil.

Para caracterizar este espaço de forma sistemática utilizou-se a técnica de análise SWOT conforme a Figura 1, sigla esta derivada do inglês *Strengths* (Forças); *Weaknesses* (Fraquezas); *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças), também conhecida em português como FOFA (Araújo; Schwamborn, 2013).

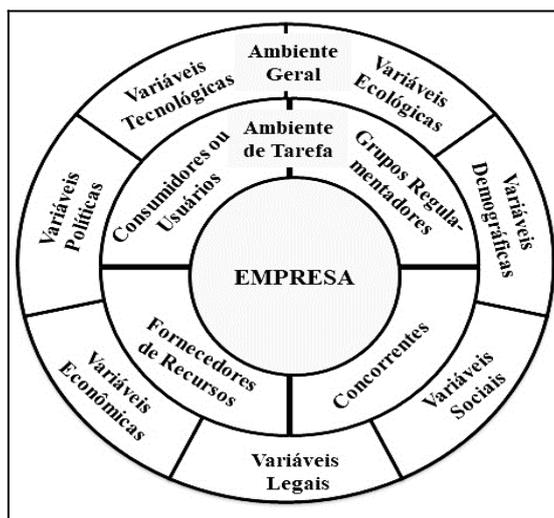
A análise SWOT é dividida em dois ambientes: interno e externo. No primeiro são apresentadas as forças ou recursos disponíveis da organização que facilitam a obtenção de resultados positivos; enquanto as fraquezas são as limitações da organização que dificultam a obtenção de resultados favoráveis. No segundo, ressaltam-se as oportunidades ou forças incontornáveis pela organização que podem favorecer as suas estratégias; enquanto as ameaças são consideradas como os obstáculos à criação de estratégias (Pereira, 2011).



Fonte: Araújo e Schwamborn (2013). Elaborado pelos autores (2020).

Figura 1. Representação da Estrutura da Análise SWOT.

Para Chiavenato (2000, p. 74) o ambiente é “extremamente multivariado e complexo: as empresas vivem em um mundo humano, social, político e econômico em constante mudança”. Chiavenato (2000) reforça para conhecer o ambiente de uma empresa, precisa-se analisá-lo sob dois contextos: ambiente geral e ambiente tarefa, representados na Figura 2.



Fonte: Chiavenato (2000). Elaborado pelos autores (2020).

Figura 2. Ambientes Organizacionais de uma Empresa.

A Figura 2 mostra o ambiente geral (ou macroambiente) de uma empresa, que é “um conjunto amplo e complexo de condições e fatores externos que envolvem e influencia difusamente todas as empresas” (Chiavenato, 2000, p.74). Para Chiavenato (*op. cit.*) o ambiente geral é constituído por sete variáveis:

- 1) Tecnológicas: soma dos conhecimentos acumulados a respeito de como fazer as coisas, reside nos meios pelos quais as coisas são desenhadas, produzidas, distribuídas e aplicadas;
- 2) Políticas: originam-se da política e dos critérios de decisão adotados pelo governo federal, estadual e municipal, quando as decisões destes exercem influência sobre as atividades da empresa;
- 3) Econômicas: referem-se ao contexto econômico geral. Determinam o volume de operações, nível de preços e de lucratividade potencial, facilidade ou dificuldade na obtenção de recursos básicos e os mecanismos de oferta e procura de mercado em geral;
- 4) Legais: tem enorme poder de influência sobre o comportamento das empresas, dependem do contexto econômico e social;
- 5) Sociais: a empresa está sujeita a pressões sociais e a influências do meio social e cultural onde está situada;
- 6) Demográficas: o crescimento populacional e as mudanças na estrutura das populações devem ser considerados pelas empresas em seus planos e em suas estratégias;
- 7) Ecológicas: incluem as condições físicas e geográficas e a sua utilização pelo homem.

O ambiente de tarefa é “constituído pelas partes do ambiente que são relevantes para a empresa poder estabelecer e alcançar seus objetivos” (Chiavenato, 2000, p. 78). Para este autor, o ambiente de tarefa é composto por quatro setores: consumidores ou usuários que se encarregam de absorver as saídas ou resultados da atividade empresarial; fornecedores de recursos referem-se ao mercado de suprimento de entradas e insumos necessários às operações da empresa; concorrentes, as empresas concorrem entre si para obter recursos e conquistar mercados. Por fim, os grupos regulamentadores formados por instituições que impõem controles, limitações ou restrições às atividades da empresa.

Vale salientar que esta técnica de análise foi desenvolvida visando sua aplicação em empresas, sob três concepções: beneficiar-se das oportunidades e evitar/minimizar as ameaças ambientais; enfatizar os pontos fortes e moderar o impacto dos pontos fracos e, revelar pontos fortes e identificar pontos fracos que podem ser corrigidos (Wright; Kroll; Parnell, 2000).

Conforme Oliveira (2007, p. 64):

o diagnóstico estratégico apresenta algumas premissas básicas, a saber: deve-se considerar o ambiente e suas variáveis relevantes no qual está inserida a empresa; esse ambiente proporciona à empresa oportunidades que deverão ser usufruídas e ameaças que deverão ser evitadas; para enfrentar essa situação do ambiente externo, a empresa deverá ter pleno conhecimento de seus pontos fortes e fracos e esse processo de análise interna e externa deverá ser integrado, contínuo e sistêmico.

Considera-se, assim, que a análise *SWOT* se adequa como mecanismo de planejamento e apoio à gestão de um território ou município, quando oferta estas possibilidades de conhecimento do conteúdo dos mesmos aos diversos atores envolvidos direta e indiretamente na administração pública e/ou privada. Isto porque visa contribuir com esses espaços em sua parte mais sensível, que é na relação integrada entre os fatores naturais que dão feições aos lugares, bem como na atuação e uso destes espaços, conhecendo os seus limites e as suas possibilidades, na busca de meios para o desenvolvimento econômico e social de forma sustentável.

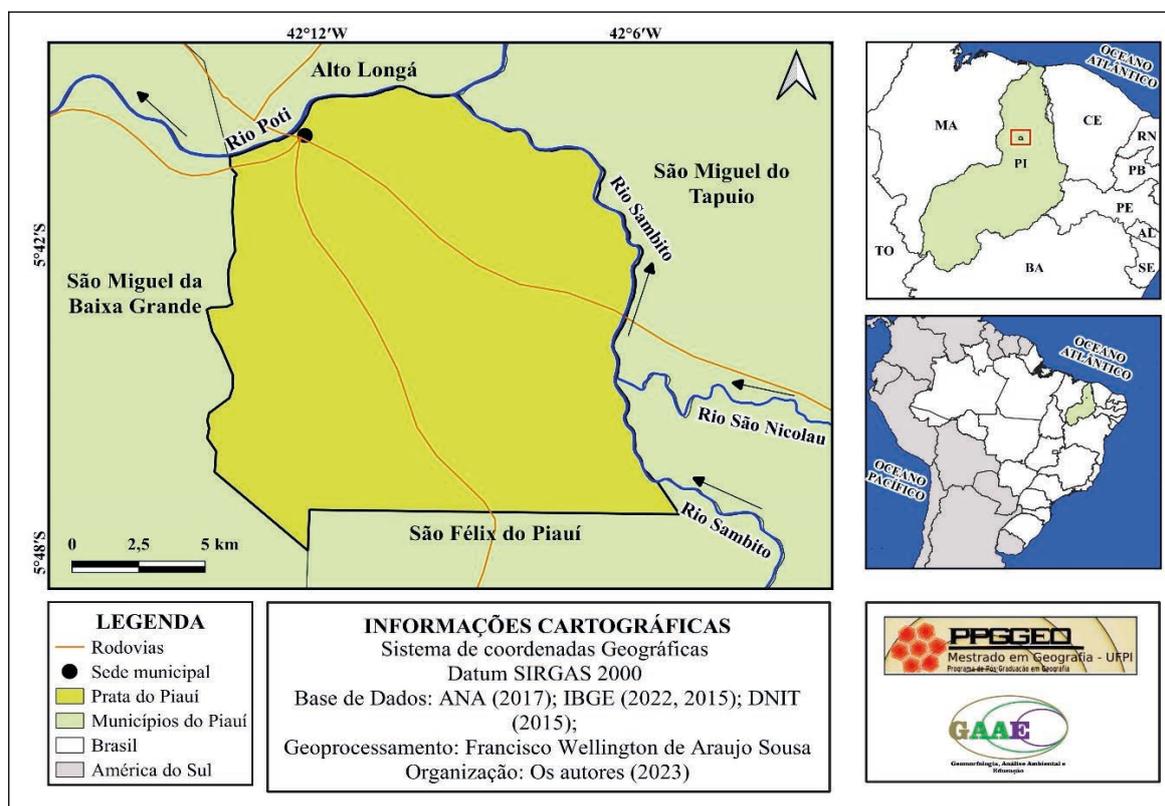
LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Prata do Piauí se localiza no ambiente semiárido piauiense, incluindo-se na microrregião de Valença do Piauí, compreendendo uma área irregular de 196,78 km² (IBGE, 2023) (Figura 3). Os seus limites com os municípios vizinhos são: Alto Longá, São Miguel do Tapuio a norte, a sul com São Felix do Piauí e São Miguel da Baixa Grande, a oeste com Beneditinos e a Leste com São Miguel do Tapuio e Santa Cruz dos Milagres. A sede municipal tem as coordenadas geográficas de 05° 40' 02" de latitude sul e 42°12'24" de longitude oeste de Greenwich, na margem direita do rio Poti, e dista cerca de 353 km de Teresina, capital do estado do Piauí (IBGE, 2023).

O município em estudo teve origem na Fazenda Prata Velha, a 25 quilômetros do local onde hoje se encontra a sede do município (IBGE, 2020). Foi criado pela Lei Estadual nº 2.253, de 01 de janeiro de 1962, tendo sua área desmembrada do município de São Felix do Piauí (IBGE, 2020).

Com relação às atividades econômicas desenvolvidas no município em estudo, a agropecuária e o extrativismo vegetal representam aquelas com maior expressividade. Na atividade de agricultura, os dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017) demonstram que os cultivos temporários de arroz (54 toneladas), feijão (10 toneladas), melancia (11 toneladas) e milho (30 toneladas) são os mais representativos.

Já os dados relativos à produção da pecuária em Prata do Piauí, têm destaque a avicultura e criação de ovinos (2.304 cabeças), bovinos (1.317 cabeças), caprinos (3.364 cabeças) e suínos (842 cabeças). Quanto à avicultura, a criação de galináceos é a mais significativa, tendo apresentado um total de 4.187 cabeças, conforme o Censo do IBGE (2017).

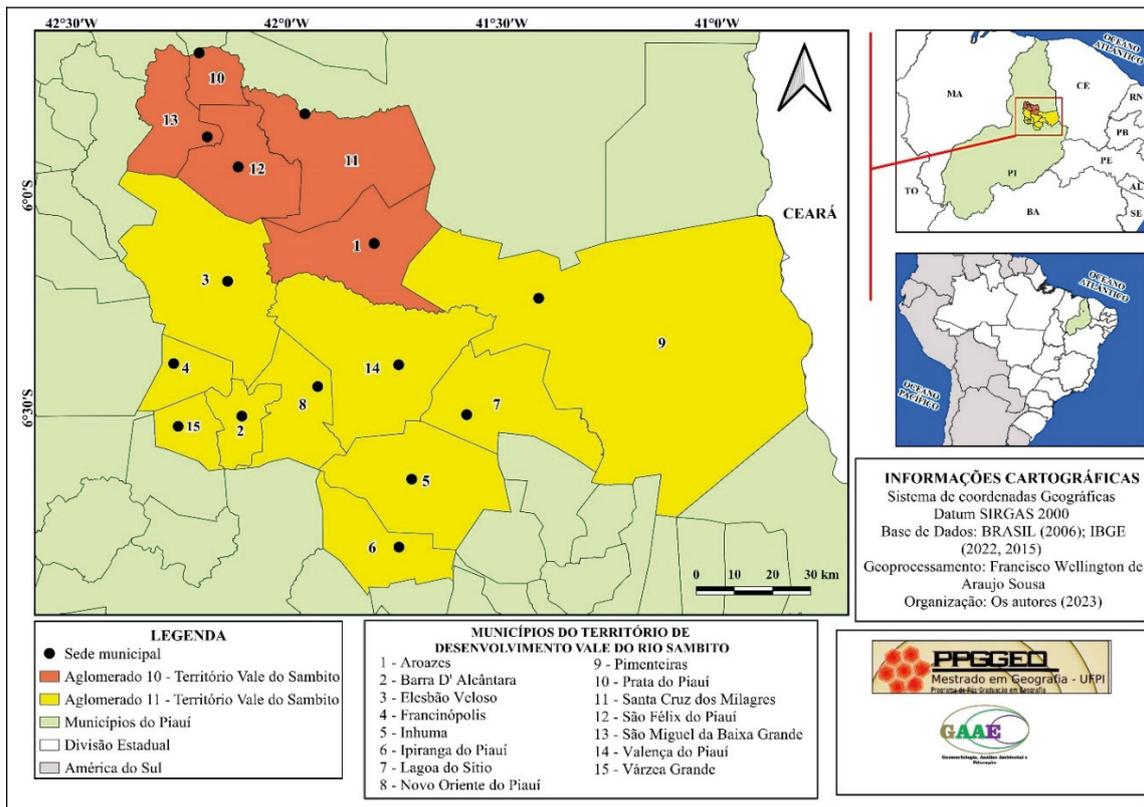


Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – ANA (2017); IBGE (2015; 2022); DNIT (2015).

Figura 3. Localização do município de Prata do Piauí.

Outra atividade de destaque é o extrativismo vegetal, principalmente relacionado à carnaúba e à extração de carvão vegetal e lenha. Conforme dados da produção de 2022 divulgados pelo IBGE (2023), somente na área de estudo foram produzidas 15 toneladas de cera de carnaúba. Quanto à extração de carvão e lenha, Prata do Piauí apresentou uma extração de 10 toneladas de carvão e 1.257 m³ de lenha.

Prata do Piauí encontra-se no Território de Desenvolvimento Vale do Sambito - TD5 (Figura 4) formado por dois Aglomerados: os de número 10 e 11 que, juntos, abrangem um total de 15 municípios (Brasil, 2006b). Os municípios deste território que se destacam com maior população urbana são três: Prata do Piauí (76,68%), Valença do Piauí (70,95%) e Elesbão Veloso (67,54%), ao contrário dos municípios de Pimenteiras, Lagoa do Sítio, Barra D'Alcântara, Inhumas e Novo Oriente que têm maior população rural, enquanto as maiores densidades demográficas encontram-se nos municípios de Francinópolis, com 20,47 hab./km², e Várzea Grande, com 19,68 hab./km². Já os municípios de Pimenteiras e Santa Cruz dos Milagres são os que têm a maior área territorial e a menor densidade demográfica, ou seja, 2,48 hab./km e 3,27 hab./km², respectivamente (Brasil, 2006b).



Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – Brasil (2006); IBGE (2015; 2022).

Figura 4. Localização do Território de Desenvolvimento Vale do Sambito.

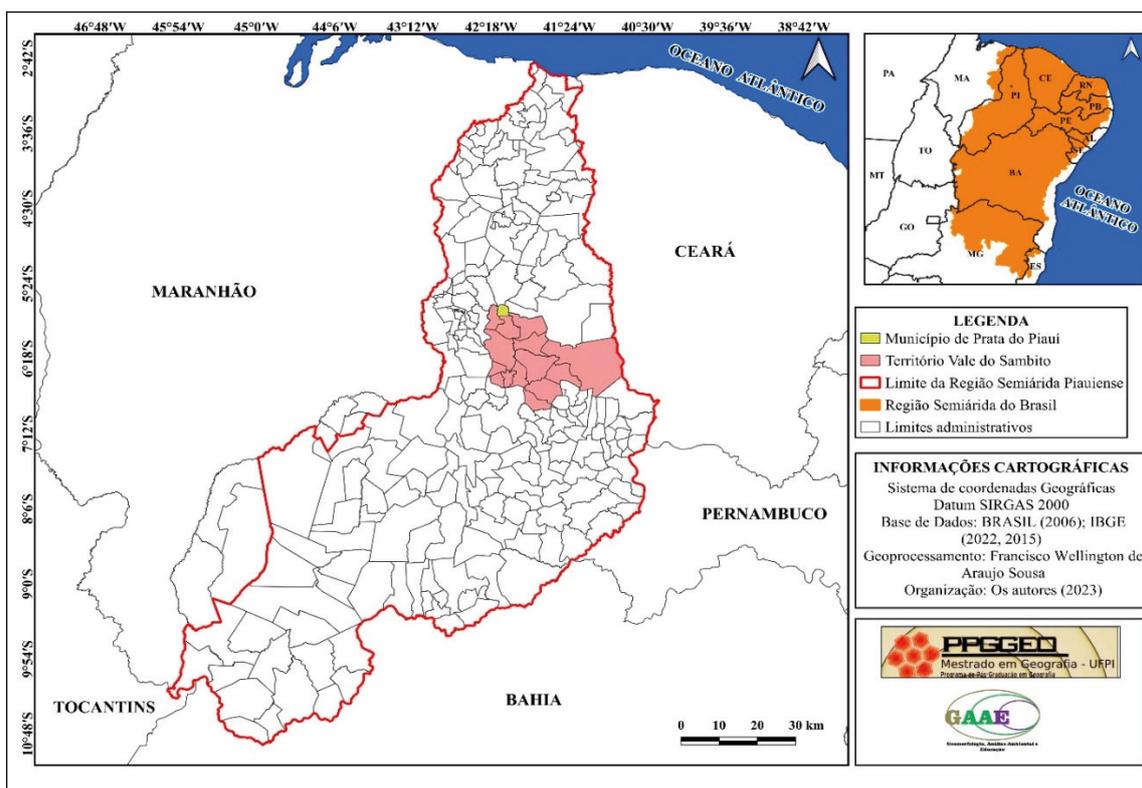
Contextualização do Semiárido

Conforme Lima, Abreu e Lima (2000), o semiárido em sua trajetória conceitual foi considerado uma área atingida pelas secas nordestinas de acordo com a Lei n.º 175 de 1936, intitulado Polígono das Secas, correspondendo à porção da região Nordeste que apresenta índices de pluviometria média anual abaixo de 800 mm e cobertura vegetal de caatingas. Nas décadas seguintes foram realizadas várias revisões na delimitação (Santos *et al.*, 2013), tendo no estudo de 2005, a definição do Semiárido brasileiro com uma área de 980.133,079 Km², correspondendo a 12% do Brasil; envolvendo uma população de cerca de 22.598.318 habitantes distribuídos em 1.135 municípios (20,40% do país) e ocupando parte de todos os estados nordestinos, excetuando-se o Maranhão, mas incluindo o norte de Minas Gerais (Brasil, 2005; Santos *et al.*, 2013).

Motivada pela solicitação de revisão da região semiárida por vários Estados, foi realizada no ano de 2017 uma nova delimitação, considerando os índices de aridez, e assim incluindo novos municípios nesse ambiente. Como resultado, a Resolução n.º 107/2017 atendeu essa solicitação, passando o semiárido então a apresentar outra configuração espacial e compondo a partir de então um total de 1.238 municípios, sendo 38 em Alagoas; 38 na Bahia; 170 no Ceará; 176 na Paraíba; 123 em Pernambuco; 185 no Piauí; 147 no Rio Grande do Norte; 29 em Sergipe; 91 em Minas Gerais e a inclusão do Maranhão com 2 municípios (Brasil, 2017).

No entanto, no ano de 2021 foi realizada uma nova delimitação no ambiente semiárido, passando a ter 1477 municípios de todos os estados do Nordeste, Minas Gerais e Espírito Santo. Essa mudança segue a resolução n.º 150/2021 do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. Os critérios utilizados na nova delimitação foram: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm; o Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50; e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% considerando todos os dias do ano.

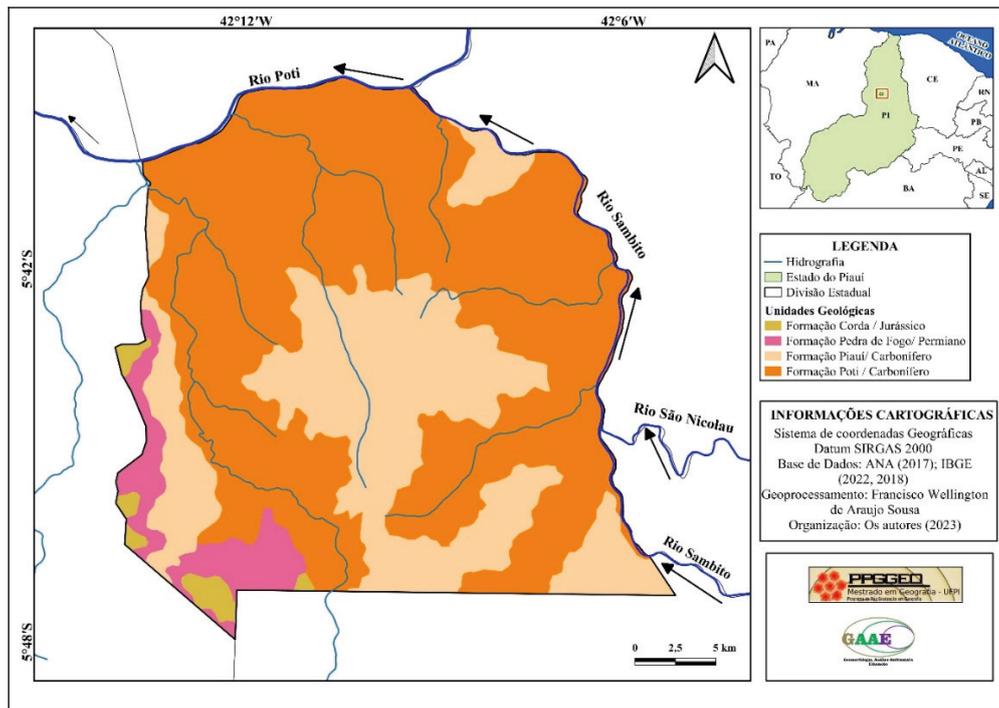
Conforme a delimitação de Lima, Abreu e Lima (2000), o município de Prata do Piauí localiza-se na sub-região C - transição semiárida (ao considerar os indicadores ambientais, clima e vegetação) com índices pluviométricos abaixo de 900 mm, apresentando quatro ou mais meses favoráveis à ocorrência de chuvas. A Figura 5 mostra a localização de Prata do Piauí no ambiente semiárido.



Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – BRASIL (2006); IBGE (2022).
Figura 5. Localização do ambiente semiárido no Piauí e no Nordeste brasileiro.

Caracterização Geoambiental

As características geológicas de sua área, segundo Aguiar e Gomes (2004), compõem-se de formações sedimentares da Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde afloram as Formações Piauí e Poti, datadas do Carbonífero; Formação Corda do Período Jurássico e Formação Pedra de Fogo do Período Permiano (Figura 6). As condições climáticas do município apresentam temperaturas mínimas de 25°C e máximas de 37 °C, com clima quente tropical, com precipitação pluviométrica média anual definida no Regime Equatorial Marítimo.

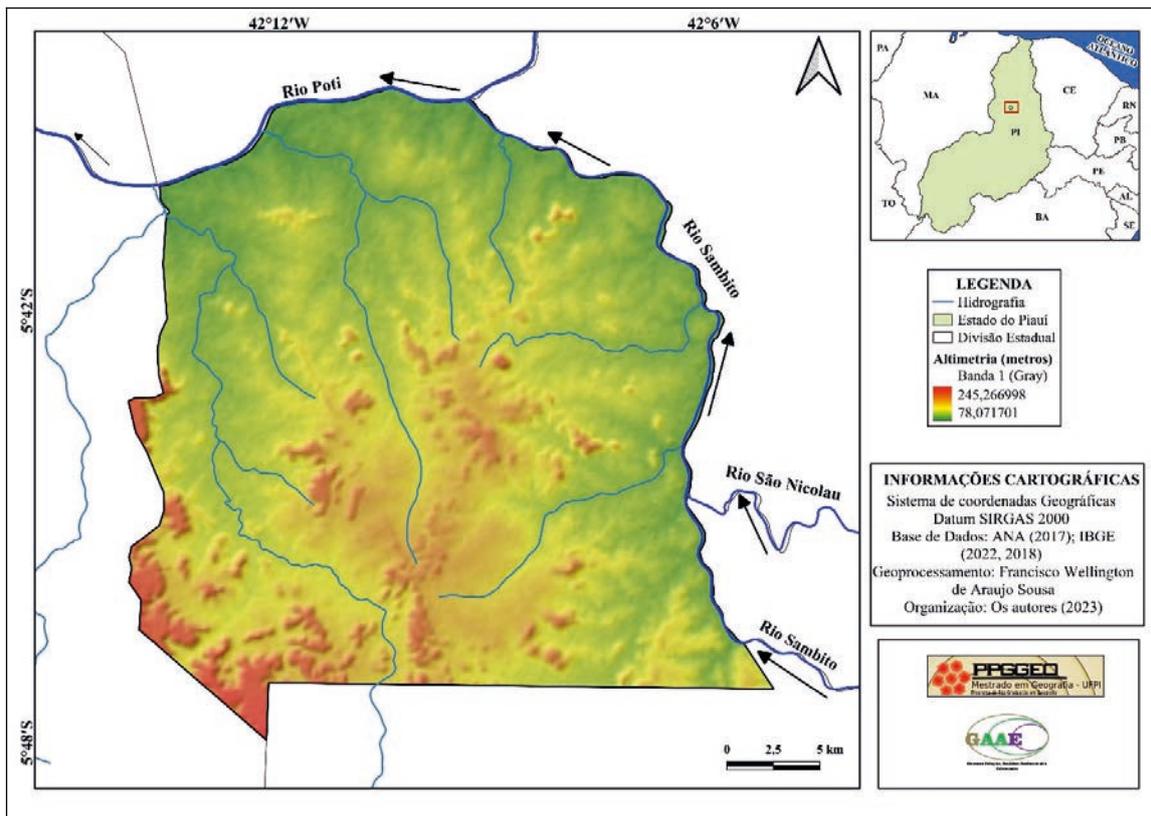


Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – ANA (2017); IBGE (2022; 2018).
Figura 6. Mapa de geologia e rede hidrográfica do município de Prata do Piauí.

O relevo é composto por superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales e elevações (Aguiar; Gomes, 2004).

Encontra-se na bacia hidrográfica do rio Poti localizada na porção centro-norte do Piauí e oeste do Ceará, estando incluída, portanto, na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, que é o eixo principal da drenagem piauiense (Lima, 1982). Nesse trecho do território piauiense encontram-se aproximadamente 16 municípios, inclusive o de Prata do Piauí, que compreendem parte das Zonas Fisiográficas da Ibiapaba, Carnaubeira e Médio Parnaíba. No entanto, a bacia hidrográfica do rio Sambito apresenta área de 16.461 km², que envolve 15 municípios do estado do Piauí, dentre eles Prata do Piauí, mesmo não fazendo parte dos municípios integrantes da bacia de drenagem do açude Mesa de Pedra (área de 6.516 Km²) conforme ressalta Silva (2016).

Assim, de acordo com Lima (1982) e Silva (2016), o município de Prata do Piauí se encontra incluído nas duas grandes bacias hidrográficas dos rios Poti e Sambito, afluente e subafluente do rio Parnaíba, respectivamente. Observa-se também que o limite norte do município é formado pelo rio Poti e a leste pelo rio Sambito, apresentando amplitudes altimétricas de até 160 m, sendo suas maiores altitudes em direção ao sul, notadamente na porção sudoeste, onde os topos dos baixos planaltos apresentam altitudes de 200 a 240 m, na área do alto curso do riacho Rodeador, afluente do rio Poti (Figura 7).



Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – ANA (2017); IBGE (2022).
Figura 7. Mapa de altimetria e rede hidrográfica do município de Prata do Piauí.

Com relação aos solos e à cobertura vegetal, na área deste município encontram-se Neossolos Litólicos Distróficos, poucos desenvolvidos, rasos a muito rasos, fase pedregosa, com floresta caducifólia. E, ainda, os Plintossolos (Argilúvico e Pétrico) e os Latossolos Amarelo, conforme se observa na Figura 8. A cobertura vegetal segundo RADAMBRASIL (1973) corresponde a Savana Arborizada (Cerrado) e a Savana Estépica (Caatinga).

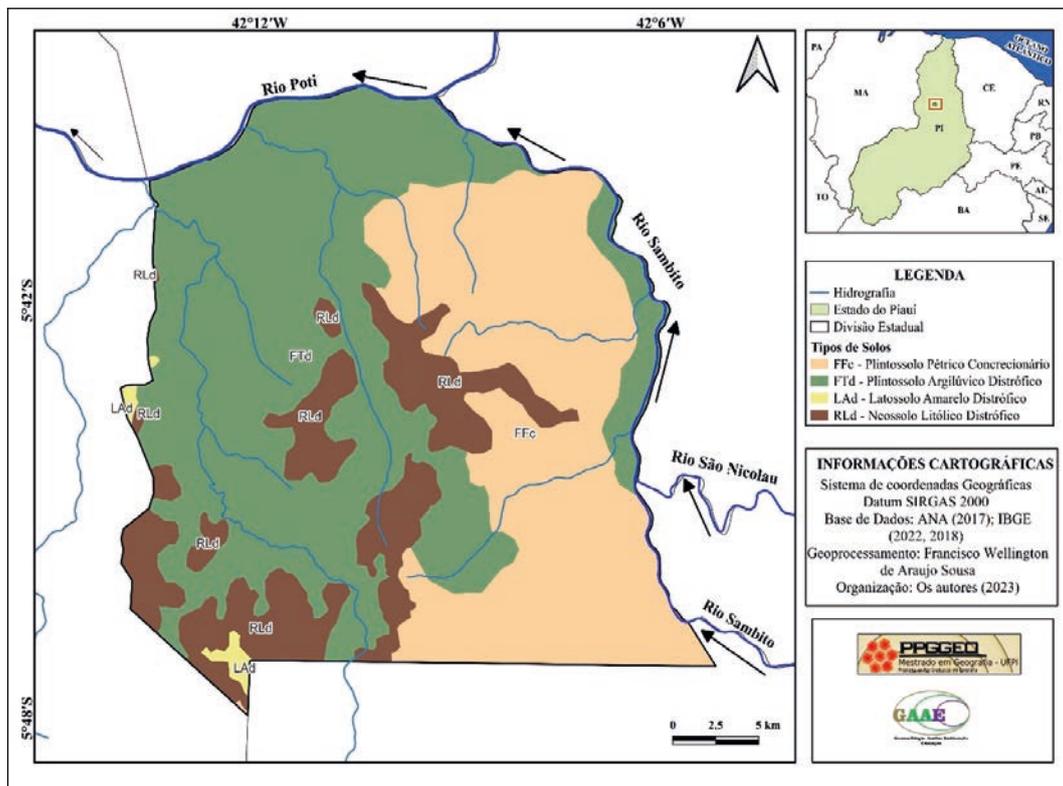
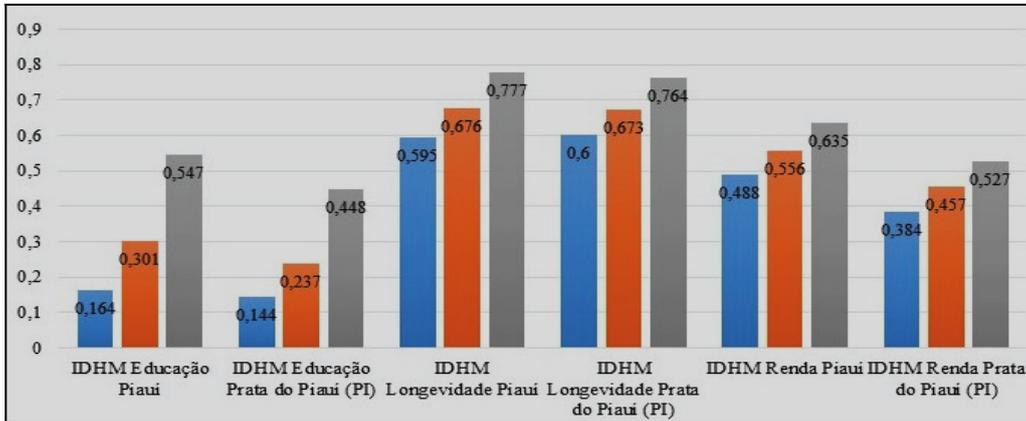


Figura 8. Mapa de solos e rede hidrográfica do município de Prata do Piauí.
 Fonte: Org.: Sousa (2020). Base de Dados – ANA (2017); IBGE (2018; 2022).

Aspectos demográficos

A partir do Gráfico 1 observa-se as características socioeconômicas do município de Prata do Piauí, com base no Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (2013). Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Prata do Piauí contabilizou 0,565, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo. A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,764, seguida de Renda, com índice de 0,527, e de Educação, com índice de 0,448 (Atlas Brasil, 2013).

Gráfico 1. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes do município de Prata do Piauí.



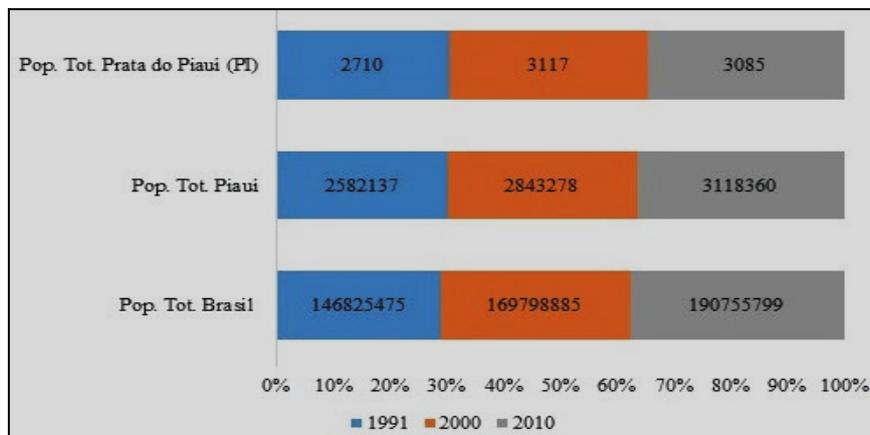
Fonte: Atlas Brasil (2013). Elaboração: PNUD; Ipea; FJP⁶. Adaptado pelos autores (2020).

No período compreendido entre 2000 a 2010, o IDHM passou de 0,418 em 2000 para 0,565 em 2010 com uma taxa de crescimento de 35,17%. Com a distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice (equivalente a 1), observou-se a redução de 74,74% entre 2000 e 2010. Destacou-se, neste período, o índice Educação com um crescimento de 0,211.

Ao comparar os anos de 1991 e 2010, verificou-se que o índice do Município passou de 0,321 para 0,565. Nesse período, o IDHM do Estado, passou de 0,362 para 0,646. Identificou-se, neste período, uma taxa de crescimento de 76,01% para o Município e 78% para o Piauí. Observou-se, que o Município e o Estado apresentaram crescimento no índice Educação 0,304 e 0,358.

A seguir, o Gráfico 2 destaca os dados referentes a população de Prata do Piauí, de acordo com o gênero e a zona rural ou urbana. Entre 2000 e 2010, a população deste município cresceu a uma taxa média anual de 0,10%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, a taxa de urbanização do Município passou de 76,68% para 82,72% e sua população em 2010 era de 3.085 habitantes.

Gráfico 2. População Total, por Gênero, Rural/Urbana do município de Prata do Piauí.



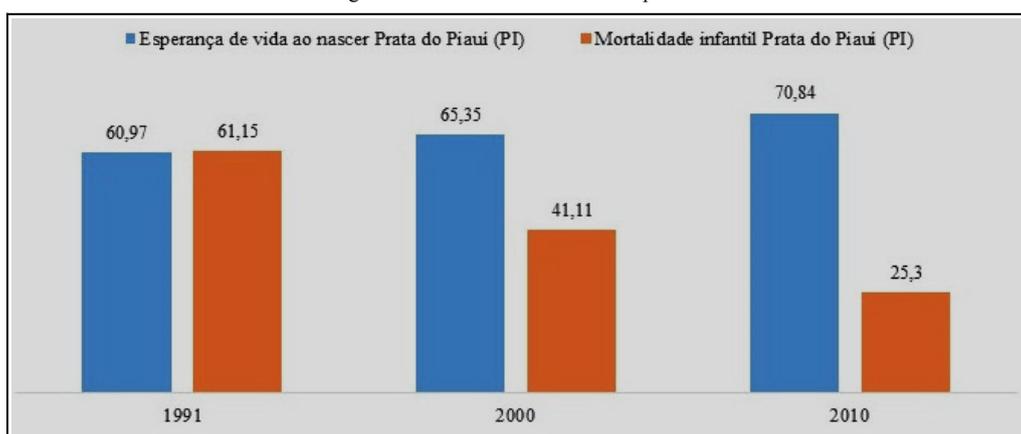
Fonte: Atlas Brasil (2013). Elaboração: PNUD; Ipea; FJP. Adaptado pelos autores (2020).

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 1,57%. No Piauí, esta taxa foi de 1,08%, no Brasil foi de 1,63%. Neste período, a taxa de urbanização do Município passou de 64,94% para 76,68%. O Gráfico 3 apresenta indicadores relacionados à esperança de vida ao nascer, mortalidade infantil da população de Prata.

Segundo Atlas Brasil (2013), utiliza-se o indicador esperança de vida ao nascer na composição do critério Longevidade do IDHM, no município de Prata do Piauí o valor dessa variável era de 65,35 anos de 2000, e de 70,84 anos em 2010. No estado do Piauí a esperança de vida ao nascer era de 65,55 anos em 2000, e de 71,62 anos em 2010.

Já a taxa de mortalidade infantil, refere-se ao número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, contabilizou-se 41,11 por mil nascidos vivos em 2000, contrapondo-se ao ano de 2010, que apresentou 25,30 por mil nascidos vivos no município. No Piauí, reduziu-se de 41,87 para 23,05 por mil nascidos vivos no mesmo período.

Gráfico 3. Longevidade e Mortalidade do município de Prata do Piauí.

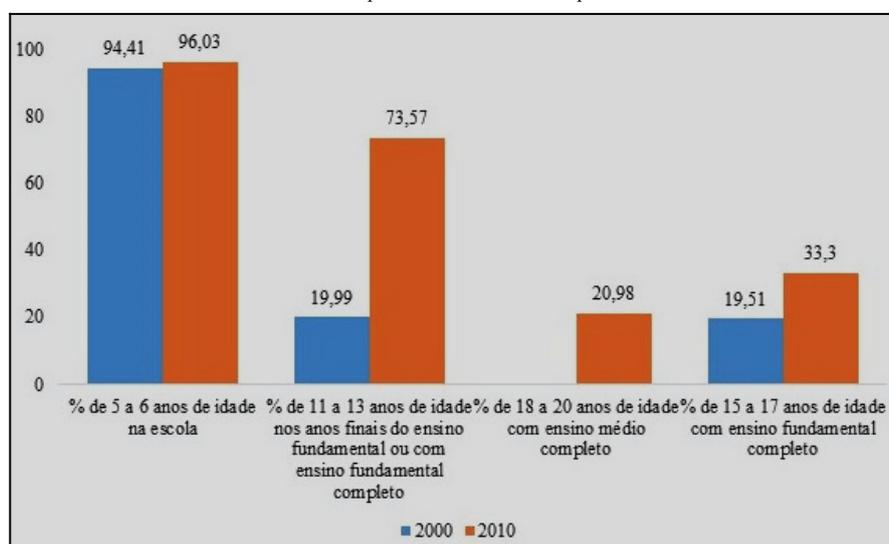


Fonte: Atlas Brasil (2013). Elaboração: PNUD; Ipea; FJP. Adaptado pelos autores (2020).

No entanto, o Gráfico 4 destaca o fluxo escolar de crianças e jovens, um dos cinco indicadores que contemplam o IDHM Educação, pois este mede a frequência dos alunos na escola e aponta um estudo comparativo da série com a idade.

No município de Prata do Piauí, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 96,03%, de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental de 73,57% e jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo 33,30%, 18 a 20 anos com ensino médio 20,98%. No entanto, a população de 6 a 17 anos, que cursava o ensino básico regular com menos de dois anos de defasagem idade-série, contabilizou 60,48% no ano 2000 e em 2010 70,97% (Atlas Brasil, 2013).

Gráfico 4. Fluxo escolar por faixa etária - Município - Prata do Piauí-PI.

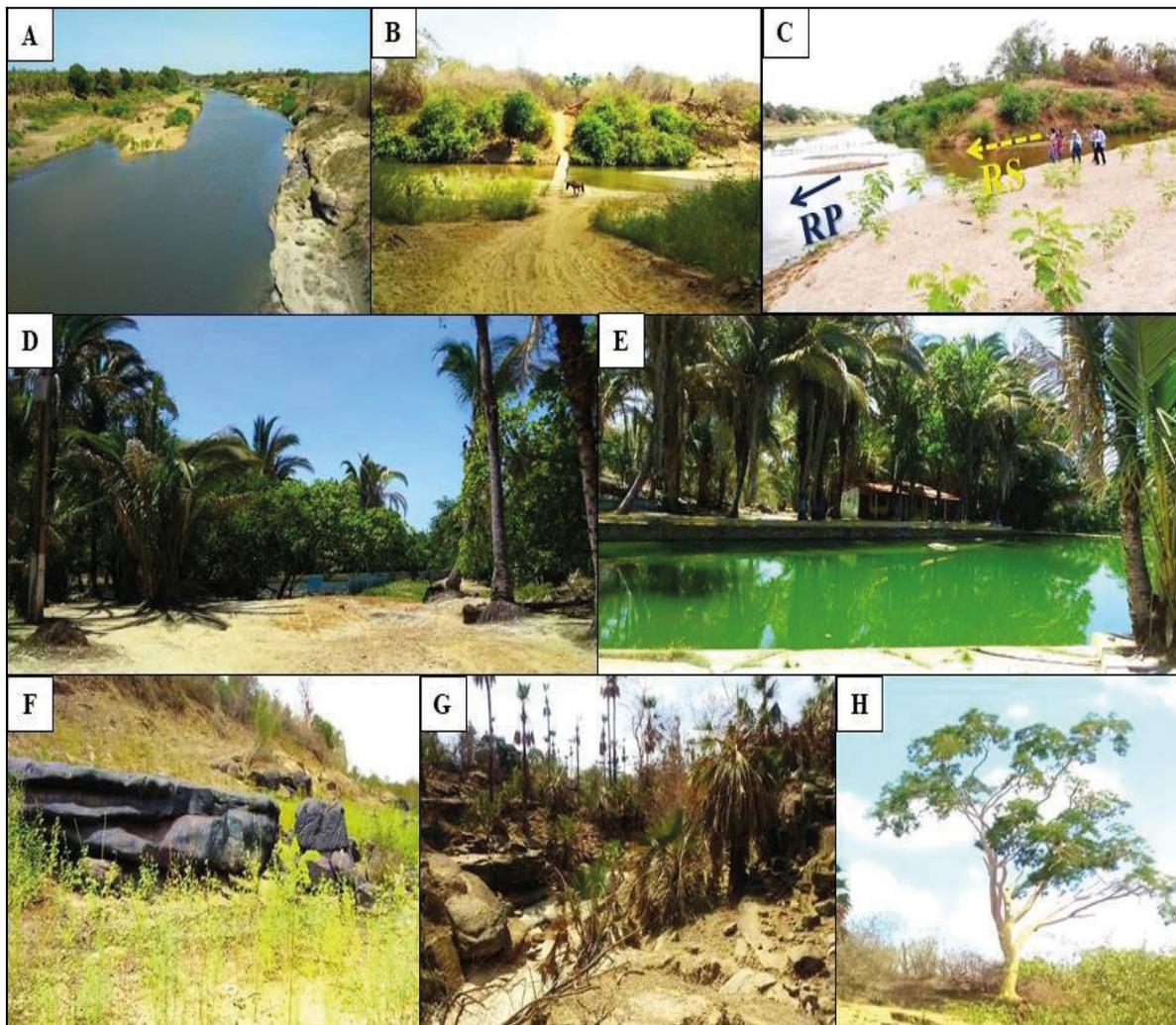


Fonte: Atlas Brasil (2013). Elaboração: PNUD; Ipea; FJP. Adaptado pelos autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Locais observados durante os trabalhos de campo

Foram realizadas seis paradas durante o percurso traçado previamente, quando se fez observações dos aspectos dos componentes naturais das paisagens e sua ocupação humana, tanto no espaço rural quanto no espaço urbano do município de Prata do Piauí, conforme mosaico de imagens, representado na Figura 9.



Fonte: Fotografias dos Autores (dez. 2019). A- Leito do Rio Poti em Prata do Piauí; B- Ponte de Acesso ao Assentamento Currais Novos, no município de São Miguel do Tapuí; C- Encontro dos rios Poti (RP) e Sambito (RS) em Prata do Piauí; D - Entrada da “Prata Velha”; E - Área de Lazer com piscinas, estabelecimento de Alimentos e Bebidas em “Prata Velha”; F- Formação Rochosa; G- Vegetação arbustiva com Carnaúba; H- Vegetação arbustiva angico branco.

Figura 9. Mosaico Fotográfico das paisagens do município de Prata do Piauí.

A geologia do município de Prata do Piauí foi constituída na Era Paleozóica, período carbonífero, do Grupo Canindé apresentando a Formação Poti que se caracteriza pela ocorrência de sedimentos de cobertura cenozoico: areias, argilas e rochas sedimentares do mesozoico e paleozoico: arenitos, argilitos com afloração por vastos trechos da área norte do município. Estas rochas têm sofrido com o processo de desagregação mecânica observadas nas encostas e topos de morros residuais e baixos planaltos, indicando predominância da morfogênese.

O processo de drenagem limita-se ao norte pelo rio Poti, que recebe seu afluente o rio Sambito, este faz o limite leste de norte a sul desse município. O rio Poti passa a ter seu regime de vazão perene, onde forma o limite entre o médio e o baixo curso deste rio e que grande parte do rio Sambito também tem seu curso perene, embora vários afluentes locais se apresentem com regime temporário, conforme Figura A que apresenta o leito do rio Poti na proximidade da ponte, na rodovia PI-224 que dá acesso à cidade de Prata do Piauí.

Durante o estudo de campo, visitou-se o assentamento rural Currais Novos, no município de São Miguel do Tapuio, caminho seguido pela travessia do rio Sambito em ponte de madeira, Figura B, improvisada para pedestres, bicicletas e motocicletas, via mais próxima do povoado a Prata do Piauí.

Constata-se que, o Semiárido brasileiro é um dos lugares mais povoados. O semiárido do Piauí também não foge à regra. Muitas cidades foram criadas neste ambiente. O campo destes municípios convive com a grandeza que constitui esta área 'insulada', como diz Ab'Sáber (2003), com pessoas sabendo tirar das ricas fauna e flora os seus alimentos.

A Figura C destaca o encontro dos rios Poti e (estuário do) Sambito, ambos os rios com características de planaltos cujos leitos evidenciam o processo erosivo que em períodos de cheias são submetidos com volumes de água canalizados por suas bacias. Na vazão do rio Poti observou-se que sua alimentação ocorre pelas águas das chuvas, pela drenagem de pequenos riachos a partir de olhos d'água, sendo alguns deles utilizados pela população local enquanto áreas de lazer, a partir do barramento desses fluxos formando piscinas de águas correntes.

A Figura D exibe-se a "Prata Velha", lugar inicial da formação do sítio urbano, característica de mata ciliar que se forma em plena área de transição, cujo aspecto fitogeográfico típico do domínio de cerrado que aparece também no município de Prata do Piauí com mata densa. Há vegetação de porte arbustivo, com presença significativa de carnaúbas (*Copernicia prunifera*) e babaçu (*Attalea speciosa*). O solo apresenta camada arenosa, mostrando-se distinto de outros locais visitados.

A presença de água superficial e no subsolo forma um ambiente diferenciado. Conforme Figura E tem-se o lago adaptado para uso social na nascente do riacho. Um manancial e balneário próximo à área urbana que simboliza área de lazer que foi muito prestigiada pela população no passado, destacando-se como espaço de lazer aos finais de semana e feriados.

Prata do Piauí constitui-se um ambiente natural acometido por processo erosivo e de escoamento de água, o que produz o surgimento de rochas, conforme Figura F em que o arenito ao passar pelo processo de sedimentação muda de tonalidade; na Figura G, os solos apresentam-se desnudos, com formações rochosas e cobertura vegetal rarefeita, fatores que caracterizam Neossolos Litólicos, nesta área predomina os processos morfogenéticos, com grande atuação do intemperismo físico.

Identificou-se a presença de manchas alternadas com faixas de transição de clima subúmido para o semiárido, com destaque babaçu entremeado em espécies perenifólias e as cactáceas, com espécies xerófilas, plantas estas típicas de ambiente semiárido. A vegetação de cerrado arbóreo/arbustivo com babaçu e vegetação de caatinga arbustiva com carnaúba.

Na Figura H destaca-se o angico branco (*anadenanthera colubrina*), que segundo Silva *et al.* (2012) ocorre na caatinga, cerrado, mata atlântica, começa seu período de floração na estação seca, espécie de tronco acinzentado, rugoso e com projeções cônicas, apresenta recursos florais, pólen e néctar que atraem muitas espécies de insetos e principalmente as abelhas nativas, as quais são responsáveis por polinizar suas flores. Seu tronco libera uma resina amarelada utilizada para fins medicinais, culinária e abelhas nativas.

Dessa forma, Guerra e Mendonça (2011) salientam que a erosão dos solos tem causas relacionadas à própria natureza, como a quantidade e distribuição das chuvas, a declividade, o comprimento e forma das encostas, sendo que as imagens são de áreas nas margens do rio Sambito e dentro do seu próprio leito.

Aplicação da análise SWOT ao município de Prata do Piauí

As informações constantes na análise SWOT, composta pelo ambiente interno (forças e fraquezas) e ambiente externo (oportunidades e ameaças), identificadas no Quadro 1, foram elencadas com base no documento do PLANAP sobre o Território Vale do Sambito (Brasil, 2006b). Através de observações realizadas na prática de campo a respeito do meio ambiente com foco no estudo da paisagem, considerou-se que esta é formada pelo conjunto de elementos da natureza e da cultura que podemos ver num determinado local (Lima; Abreu, 2007).

Quadro 1. Aplicação da análise SWOT no Município de Prata do Piauí.

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • O Município de Prata se encontra vizinho ao município de São Miguel do Tapuí onde se localizam os assentamentos rurais; • Departamento de Meio Ambiente em Santa Cruz dos Milagres e Prata do Piauí; Sindicato e Associação dos Pescadores em Prata do Piauí; • Rodovias encascalhadas (PI-224), num trecho de 27 km, ligando Prata do Piauí a São Miguel da Baixa Grande; • Ligação por rodovias aos municípios vizinhos do sul, do norte e do nordeste; • Localização geográfica privilegiada, pois o município de Prata do Piauí se encontra próximo a capital do Estado; • Potencial paisagístico do encontro dos rios Sambito e Poti para o desenvolvimento do ecoturismo e turismo rural; • Ambiente propício para o desenvolvimento dos seguintes tipos de turismo: aventura; ecológico; cultural; eventos com revitalização o espaço da chamada “Prata Velha”, lugar que deu origem ao sítio urbano de Prata do Piauí; rural: roteiro integrado com o Município de São Miguel do Tapuí com visitação aos assentamentos rurais; • O incremento da atividade turística impulsiona a economia, na geração de novos empregos, aumento da renda para a população pratense; • Movimentação de serviços voltados para atender a demanda turística. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima semiárido; • Falta de saneamento básico; • Falta de infraestrutura turística: hotéis, pousadas; • Na agricultura a Assistência técnica é deficiente; sem técnicos em Prata do Piauí, São Miguel da Baixa Grande e Santa Cruz dos Milagres; • Descaso com o bem público, como o abandono da Prata Velha; • Baixo poder de investimentos da comunidade; • O uso da terra com práticas tradicionais de alternância de períodos com falta de preparo ou correção de solo com insumos; • Falta de apoio às atividades culturais, à organização de artesanato, principalmente integrando as famílias dos assentados; • A poluição do rio Sambito, que pode influenciar a poluição do rio Poti refletida na presença de aguapés; • Presença de Arraias no encontro dos rios Poti e Sambito.
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Articulação com outros municípios para o desenvolvimento do turismo integrado, proposta de roteiro; • Fazer articulações com os governos federal, estadual e municipal, no desenvolvimento de projetos que estimulem o desenvolvimento do turismo na região; • Dinamizar os processos produtivos, aos arranjos locais, em que o município se encaixa como agricultura familiar, criação de animais de pequeno porte, cultivo de mel de abelha e outros pequenos projetos; • Parceria com instituições financeiras locais, estaduais, formativas com educação profissional, de apoio técnico e assessorias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marketing negativo sobre o semiárido; • Emigrações intensificadas diminuindo mão de obra no município; • Vulnerabilidades sociais; diminuição da população economicamente ativa; • Apoio tecnológico inexistente local ou próximo; • Fuga de capacidade de créditos para financiamento em boas condições para prover o desenvolvimento; • Problemas ecológicos advindos de emprego de técnicas ultrapassadas; • Formações de grandes latifúndios que explorem culturas não consumidas na região de origem, não contribuem com a riqueza do município.

Fonte: Trabalho de Campo ao Município de Prata do Piauí (2019) e Brasil (2006b). Elaborado pelos autores (2020).

Assim, ao observar o município de Prata do Piauí a partir dos documentos e registros fotográficos do trabalho de campo, percebeu-se que a análise *SWOT* se adequa enquanto ferramenta de planejamento e gestão de municípios, mesmo que ela seja vinculada ao ambiente empresarial. Para criar estratégias, projetos que deem visibilidade ao lugar, movimente a economia, conserve o meio ambiente, promova cultura, ou seja, o bem-estar da população pratense.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de estudos teóricos, observações locais e aplicação de técnicas de análise *SWOT*, percebeu-se que o município de Prata do Piauí apresenta um significativo número de atributos que representam potencialidades e fragilidades em seu ambiente. E essas potencialidades poderão gerar oportunidades que se relacionam ao contexto paisagístico e possibilidades de uso dos recursos naturais, principalmente se houver planejamento para investimento na busca do desenvolvimento, com relativo destaque das atividades turísticas.

Considerou-se importante como potencialidades, que levam às oportunidades, inicialmente as condições das paisagens deste ambiente semiárido, no contexto da área estudada, pela ocorrência de paisagens que chamam a atenção pela sua beleza cênica, tanto no espaço urbano como no rural. E essa beleza cênica do ambiente resulta da integração de elementos do meio físico, como uma rica rede de drenagem, geologia, tipos de formas de relevo e de solos, como também da biodiversidade vegetal e animal local.

No entanto, para que o município de Prata do Piauí possa reduzir suas fraquezas e ameaças e, ao mesmo tempo, ampliar suas forças e oportunidades, não se torna suficiente apenas desenvolver o turismo na região. Mas esta atividade

deve se associar a outras formas de usufruto dos recursos naturais, com base nessas potencialidades citadas. Assim, torna-se necessário envolver a participação das comunidades locais e a valorização de seus costumes e saberes, além da inclusão de práticas educativas. Torna-se fundamental, ainda, dotar o município de infraestrutura voltada para a implantação, orientação e desenvolvimento de atividades que visem o bem-estar social e econômico, buscando a sustentabilidade, de forma planejada pelo setor público, contando com a parceria do setor privado.

NOTAS

5 O Piauí está dividido em quatro macrorregiões (Litoral, Meio-Norte, Semiárido e Cerrado) onde os limites se definem pelas suas características socioambientais. [...] Em doze Territórios de Desenvolvimento (TDs) e 28 Aglomerados, segundo a Lei atualizada de nº 6.967/2017, Pereira, Nascimento e Rodrigues (2017).

6 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-Ipea; Fundação João Pinheiro Governo de Minas Gerais – FJP.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGUIAR, R.B; GOMES, J.R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Prata do Piauí**. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.
- ARAÚJO, M. G.; SCHWAMBORN, S. H. L. A educação ambiental em análise swot. **Ambiente & Educação**. v. 18, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/viewFile/4055/2850>>. Acesso em: 11 dez. 2019.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL- ATLAS BRASIL. **Perfil do Município de Prata do Piauí** (2013). Disponível em: <<https://atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/220860#idhm-all>>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília. Brasília/DF: MI-SPDR, 2005.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba**. Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006a. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-rocha/publicacoes/manuais-cartilhas-e-outras-publicacoes/planap>>. Acesso em: 02 maio 2020.
- BRASIL. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Síntese Executiva Território Vale do Sambito**. Brasília, DF: TDA Desenhos & Arte Ltda., 2006b. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-rocha/publicacoes/manuais-cartilhas-e-outras-publicacoes/planap>>. Acesso em: 02 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Análise de recursos**. Brasília: Grupo de trabalho para delimitação do semiárido, novembro de 2017.
- CHIAVENATO, I. **Administração: teoria, processo e prática**. 3.ed.São Paulo: Makron Books, 2000.
- GUERRA, A. J. T; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. *In: Reflexões sobre a geografia Física*. GUERRA, A. T.; VITTE, C. A. (org) 5 ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 20/06/2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Prata do Piauí: panorama** (2020). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/prata-do-piaui/panorama>>. Acesso em: 25 abr. 2020.
- IBGE. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- LIMA, I. M. M. F. **Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Poti**. 1982. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1982.
- LIMA, I. M. M. F.; ABREU, I. G.; LIMA, M. G. **Semiárido Piauiense: Delimitação e Regionalização**. Carta CEPRO, Teresina (PI), v. 18, p. 162-183, 2000. Disponível em: <<http://iracildefelima.webnode.com>>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- LIMA, I. M. M. F; ABREU, I. G. **O Semiárido piauiense: vamos conhecê-lo? 2ª**. Tiragem. Teresina (Piauí): EDUFPI, 2007.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 23.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- PEREIRA, M. F. **Administração estratégica**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração - UFSC. Brasília: CAPES: UAB, 2011.
- PEREIRA, S. L. B.; NASCIMENTO, M. S.; RODRIGUES, J. V. S. **Compatibilização entre territórios de desenvolvimento e instâncias de gestão regionais**. Teresina: Fundação CEPRO, 2017.

- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- PROJETO RADAM BRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/IBGE/Projeto Radam Brasil, 1973.
- SANTOS, A. P. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; FORERO, L. F. U.; MOREIRA, J. M.; MEDEIROS, A. M. L.; LIMA, R. C. S. A.; BEZERRA, H. A.; BEZERRA, B. G.; SILVA, L. L. O. *In*: SANTOS, A. P. S.; PEREZ-MARIN, A. M. (coord.). **Semiárido Brasileiro: riquezas, diversidades e saberes**. Campina Grande: INSA/MCTI, 2013.
- SILVA, C. M.; SILVA, C. I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T.; FONSECA, V. L. I. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga**. 1. ed. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/livro_203.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- SILVA, C. N. **Fragilidade ambiental em bacias semiáridas: analisando a bacia de drenagem do açude Mesa de Pedra, Piauí, Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <<https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83100>>. Acesso em: 02 mai. de 2020.
- WRIGHT, P. L.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração Estratégica: Conceitos**. 1 ed., São Paulo: editora Atlas, 2000.

DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM TARTARUGALZINHO/AP NO PERÍODO DE 2001 A 2022

SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF HEAT SOURCES IN TARTARUGALZINHO/AP FROM 2001 TO 2022

DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DE PUNTOS CALIENTES EN TARTARUGALZINHO/AP DE 2001 A 2022

Jaqueline Homobono¹

 0000-0002-0250-6780

jaqueline_homobono@yahoo.com.br

José Mauro Palhares²

 0000-0001-9311-1049

jmpalhares@gmail.com

1 Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Amapá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0250-6780>. E-mail: jaqueline_homobono@yahoo.com.br.

2 Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Amapá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9311-1049>. E-mail: jmpalhares@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2024 e aceito para publicação em agosto de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O estudo analisa a dinâmica espaço-temporal dos focos de calor em Tartarugalzinho, Amapá, de 2001 a 2022, destacando a relação entre esses focos e os fenômenos climáticos El Niño e La Niña. A pesquisa utilizou técnicas de geoespacialização para identificar padrões de densidade dos focos e sua correlação com o desmatamento e a precipitação. Os resultados mostram que as áreas próximas à Reserva Biológica do Lago Piratuba são consistentemente vulneráveis a incêndios florestais, principalmente durante os eventos de El Niño. O estudo revela que o desmatamento e a expansão agrícola são fatores significativos que influenciam a ocorrência de focos de calor, sugerindo a necessidade de políticas de conservação mais eficazes na região.

Palavras-chave: Queimadas. Incêndios Florestais. Mapas de Kernel.

ABSTRACT: The study analyzes the spatiotemporal dynamics of heat sources in Tartarugalzinho, Amapá, from 2001 to 2022, highlighting the relationship between these hotspots and the El Niño and La Niña climatic phenomena. The research employed geospatial techniques to identify the density patterns of the hotspots and their correlation with deforestation and precipitation. The results show that areas near the Piratuba Biological Reserve are consistently vulnerable to wildfires, particularly during El Niño events. The study reveals that deforestation and agricultural expansion are significant factors influencing the occurrence of heat sources, suggesting the need for more effective conservation policies in the region.

Keywords: Burnings. Forest Fires. Kernel Maps.

RESUMEN: Este estudio investiga la dinámica de los focos de calor en el municipio de Tartarugalzinho, Amapá, entre 2001 y 2022, explorando cómo las prácticas de uso del suelo influyen en la ocurrencia de incendios. Utilizando datos de satélite y técnicas de geoprocesamiento, identificamos patrones espaciales que demuestran una alta incidencia de focos de calor en áreas con intensa actividad antropogénica, como la deforestación y la expansión agrícola. Los resultados señalan que, incluso en ausencia de eventos climáticos extremos, la gestión del suelo y los cambios en el uso del terreno son determinantes para la frecuencia e intensidad de los incendios. Las áreas más afectadas necesitan estrategias robustas de monitoreo y manejo ambiental para mitigar los riesgos de incendios. Este trabajo subraya la importancia de enfoques integrados de conservación para proteger la biodiversidad y promover el desarrollo sostenible en la Amazonia.

Palabras clave: Quemadas. Incendios forestales. Mapas de Kernel.

INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma das regiões mais ricas em biodiversidade do mundo, mas também uma das mais vulneráveis às atividades humanas que resultam em queimadas e incêndios florestais. Os incêndios florestais e as queimadas, em regiões tropicais, têm como principal consequência a degradação florestal (Lizundia-Loiola; Pettinari; Chivieco, 2020), sendo um fator primordial para a destruição e ameaça à biodiversidade (Lopes *et al.*, 2019). Esses eventos, que podem ocorrer tanto de forma natural quanto antrópica, têm efeitos devastadores sobre o ecossistema, incluindo a perda de vegetação nativa, a degradação do solo, e a emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera. O fogo, um agente de desordem no meio natural, pode atuar como uma ferramenta de manejo, mas também como um destruidor de ecossistemas (Miranda; Saito; Dias, 1996), causando perturbações ecológicas irreversíveis (Li; Song; Liu, 2020) e alterando a superfície terrestre e a composição da atmosfera devido à emissão de gases (Kirchhoff *et al.*, 1992; Andela *et al.*, 2017; Li; Song; Liu, 2020).

Os incêndios florestais podem ser intensificados por condições climáticas adversas, como períodos de seca, e por mudanças no uso da terra, especialmente para atividades agropecuárias, o que aumenta a vulnerabilidade dos ecossistemas tropicais. O fogo pode ser classificado em três categorias: focos de calor, queimadas e incêndios florestais, cada um com características e impactos específicos.

As queimadas, geralmente originadas por ações humanas intencionais, têm diversas finalidades, como demarcação territorial, limpeza de pasto, alteração do uso do solo ou aceleração de processos físico-químicos em vegetações específicas. Esses eventos resultam em alterações na porosidade do solo, infiltração, perda de biomassa, modificação do equilíbrio hidrológico e impactos negativos na saúde humana (CBMGO, 2017; Barros *et al.*, 2018). Já os incêndios florestais referem-se à propagação descontrolada do fogo em qualquer tipo de vegetação, podendo ocorrer em áreas protegidas ou em outras regiões, sempre com a consequência de degradação da qualidade do ar (COBRADE, 2015). De acordo com Lyra (2015), os incêndios florestais podem ter origem natural, acidental ou criminosa.

A identificação e o monitoramento dos focos de calor, que são indicadores dessas queimadas, são essenciais para entender e mitigar seus impactos. Esses focos de calor são detectados principalmente por satélites e indicam áreas com temperaturas elevadas, associadas ao início ou à propagação de incêndios. O monitoramento contínuo permite uma compreensão mais aprofundada da distribuição e frequência desses eventos, oferecendo subsídios para a implementação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental e à mitigação dos efeitos das queimadas.

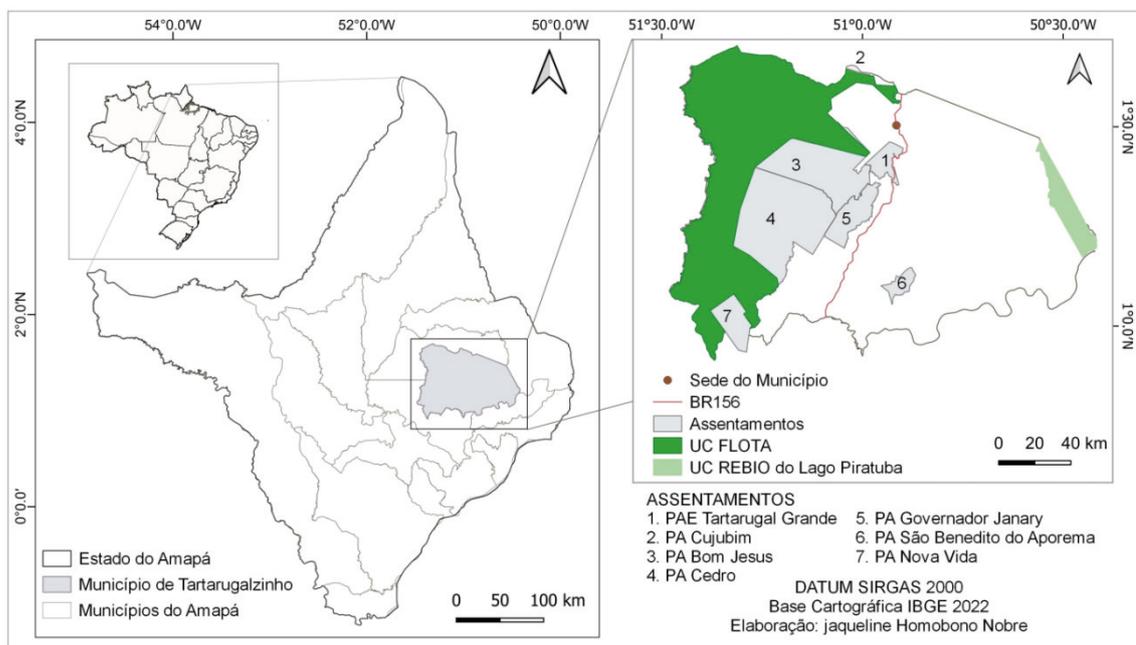
No contexto do estado do Amapá, o município de Tartarugalzinho se destaca pela sua localização estratégica e pelas características ambientais que o tornam particularmente relevante para estudos sobre queimadas e focos de calor. Situado em uma área que combina florestas densas com zonas de transição, Tartarugalzinho é representativo dos desafios enfrentados na preservação da Amazônia. Essas características tornam Tartarugalzinho um local representativo para estudar como essas mudanças impactam a ocorrência de queimadas em uma área que ainda conserva grande parte de sua cobertura florestal original.

Por fim, o município tem sido alvo de atenção crescente devido à sua relevância no contexto das políticas públicas de conservação ambiental no Amapá. Entender os fatores que contribuem para a ocorrência de queimadas em Tartarugalzinho é crucial para a formulação de políticas eficazes de prevenção e controle de incêndios florestais, além de contribuir para a proteção de ecossistemas vitais na região.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é uma compreensão sobre a dinâmica dos focos de calor no município de Tartarugalzinho, Amapá, no período de 2001 a 2022. Para alcançar esse propósito, os objetivos específicos incluem identificar os padrões de distribuição espacial dos focos de calor, destacando as áreas com maior ocorrência; analisar a relação temporal entre a frequência de focos de calor. Esses objetivos buscam fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento e mitigação dos impactos ambientais e sociais das queimadas na Amazônia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Tartarugalzinho foi criado pela Lei nº 7.639 de 17 de dezembro de 1987, está situado na região central do estado do Amapá e se localiza cerca de 230 quilômetros da capital, Macapá, conforme apresentado na Figura 1. Possui população estimada em 12.945 pessoas e uma área de 6.684,705 km² (IBGE, 2022). Seus limites são com os municípios de Pracuúba, ao norte, Ferreira Gomes ao sul, Amapá e Cutias do Araguaí ao leste e Mazagão, Pracuúba e Ferreira Gomes a oeste (Amapá, 2017).



Fonte: IBGE (2022).

Figura 1. Localização do município de Tartarugalzinho.

A Figura 1 ilustra os seguintes atributos territoriais do município de Tartarugalzinho que são: duas Unidades de Conservações, a Floresta Estadual (FLOTA) do Amapá e a Reserva Biológica (REBIO) do Lago Piratuba, representadas pelo verde escuro e claro da Figura; cinco projetos de assentamentos, PA Cujubim, PA Bom Jesus, PA Cedro, PA São Benedito do Aporema, PA Vida Nova e PA Governador Janary que correspondem aos

polígonos cinza escuro; tem como limite físico, com o município de Cutias do Araguari, o Rio Araguari, pois está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e na Região dos Lagos; e é um município cortado pela BR 156.

A economia de Tartarugalzinho tem base no funcionalismo público e arrecadação de impostos, além do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). No setor primário, destaca-se a criação de gado bovino e bubalino (em maior proporção), além de suínos. A agricultura é de subsistência (mandioca, laranja etc.), além da pesca ser artesanal (Amapá, 2017).

O Estado do Amapá possui de forma geral um clima tropical quente e úmido, caracterizado por um período de seis meses chuvosos e seis meses ou menos secos com significativas variações de precipitação e das taxas de evaporação espaço-sazonais (Neves, 2012; Cunha; Sternberg, 2018).

As nuvens convectivas, brisa marítima e terrestre, aglomerados de nuvens, linhas de instabilidade, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Niño/ Oscilação Sul são fenômenos atmosféricos atuantes sobre o Estado do Amapá. Dentre estes o principal sistema gerador de chuva para o Estado do Amapá é a Zona de Convergência Intertropical ZCIT, que define a qualidade da estação chuvosa sobre o Estado (Souza *et al.*, 2000). Lopes (2009) acrescenta, ainda, que a ZCIT é um fenômeno meteorológico de escala intrasazonal que influencia a distribuição de precipitação e em muitos casos, é responsável pela variabilidade no clima regional.

Levantamento de Dados

Os dados de focos de calor são shapefiles (formato vetorial comum de arquivo utilizado por Sistemas de Informações Geográficas - SIG) de pontos mensais e anuais do período de 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2021, retirados do portal BD Queimadas (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>), desenvolvido pelo INPE.

Os dados utilizados são de satélites de referências, mais indicados para análise de séries históricas. No INPE os satélites de referências utilizados são: desde 1998 a julho de 2002 foi utilizado o NOAA-12 (sensor AVHRR, passagem no final da tarde), e a partir de então o AQUA_M-T (sensor MODIS, passagem no início da tarde) (INPE, 2022). Assim, para a série histórica desta pesquisa, no período de 01 de janeiro de 2000 a 30 de junho de 2002 os dados utilizados são do satélite NOAA-12 e no período de 01 de julho de 2002 a 31 de dezembro de 2021 os dados do satélite AQUA_M-T. Ambos possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um, com detecção maior ou igual a frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura. (INPE, 2022).

Análise de dados

A análise de dados retrata nesta pesquisa é a técnica de geoespacialização dos dados. A análise de espacialização dos dados foi realizada em duas etapas. Na primeira, utilizou-se a técnica dos Mapas de Kernel, com processamento de dados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 3.16, para identificar a densidade dos focos de calor, aplicando o método de quebras naturais (JENKS).

Os mapas foram gerados a partir de dados de focos de calor (*shapefiles*) para cada ano, apresentando cinco categorias de densidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Em seguida, sobrepueram-se os polígonos de desmatamento com dados do mesmo período para estabelecer uma relação entre a área desmatada e a densidade dos focos de calor.

Na segunda etapa, realizou-se a interpolação dos dados de precipitação anual das três estações pluviométricas (Itaubal, Tartarugal Grande e Aporema) para criar mapas de precipitação média anual no QGIS 3.16, também utilizando as quebras naturais. Posteriormente, esses mapas foram comparados com os mapas de densidade de focos de calor do mesmo período.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das últimas duas décadas, os crescentes focos de calor registrados no município de Tartarugalzinho têm suscitado uma preocupação cada vez maior. A incidência de incêndios e queimadas na região tem captado a atenção das autoridades ambientais e das comunidades locais, dada a potencial capacidade desses eventos em causar danos ao ecossistema local, à biodiversidade e à qualidade do ar.

A Tabela 1 apresenta os registros de focos de calor no município de Tartarugalzinho entre os anos 2001 e 2022. Os dados mostram uma tendência consistente em que a incidência de focos de calor se inicia a partir do mês de agosto na maioria dos anos analisados. Contudo, o ponto de maior intensidade ocorre no mês de novembro, revelando a presença do maior número de focos de calor durante esse período em comparação com os demais meses do ano.

Tabela 1. Ocorrência de focos de calor no município de Tartarugalzinho no período de 2001 a 2022.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
2001	0	0	0	0	0	0	0	6	22	29	117	70	244
2002	0	0	0	0	0	0	0	9	37	43	146	47	282
2003	0	0	0	0	0	1	0	6	27	79	146	86	345
2004	0	0	0	0	0	0	2	2	30	70	166	83	353
2005	15	0	0	0	0	0	0	0	35	35	130	6	221
2006	0	0	0	0	0	0	0	6	58	104	99	35	302
2007	0	0	0	0	0	0	1	0	27	64	100	4	196
2008	0	0	0	0	0	1	2	0	43	78	153	11	288
2009	1	0	0	0	0	0	1	10	49	91	82	0	234
2010	0	0	0	0	0	0	0	1	24	58	48	2	133
2011	0	0	0	0	2	0	0	3	52	58	61	60	236
2012	0	2	0	0	1	0	0	2	43	70	77	53	248
2013	0	0	0	0	0	0	0	2	39	42	92	18	193
2014	2	0	0	0	0	0	4	2	60	60	68	50	246
2015	3	0	0	0	0	0	0	2	51	83	178	23	340
2016	1	0	0	0	1	0	0	9	23	62	84	16	196
2017	0	0	0	1	0	0	0	6	16	25	79	50	177
2018	0	0	0	0	0	0	2	10	23	75	49	0	159
2019	0	0	0	0	0	0	2	7	51	76	41	6	183
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	6	64	2	6	78
2021	0	0	0	0	0	2	1	9	35	52	15	0	114
2022	0	1	0	0	1	1	0	7	39	75	6	1	131

Fonte: BD queimadas (INPE).

Observou-se, na Tabela 1, que a incidência de focos de calor geralmente se inicia no mês de agosto, com um aumento progressivo até alcançar o ápice em novembro, quando o número de focos de calor é consistentemente maior. Este padrão sazonal está associado à estação seca, que coincide com a redução da umidade do solo e da vegetação, criando condições ideais para a propagação do fogo.

A Tabela 2 estabelece a relação entre os focos de calor no estado do Amapá e a contribuição específica do município de Tartarugalzinho. Ao analisar a série temporal, observamos que a porção de focos de calor registrados em Tartarugalzinho representa, em média, 13% do total do estado do Amapá. Adicionalmente, o município frequentemente ocupa uma posição entre os quatro primeiros lugares nos anos com maior incidência de focos de calor.

Tabela 2. Relação dos focos de calor do município de Tartarugalzinho com o estado do Amapá.

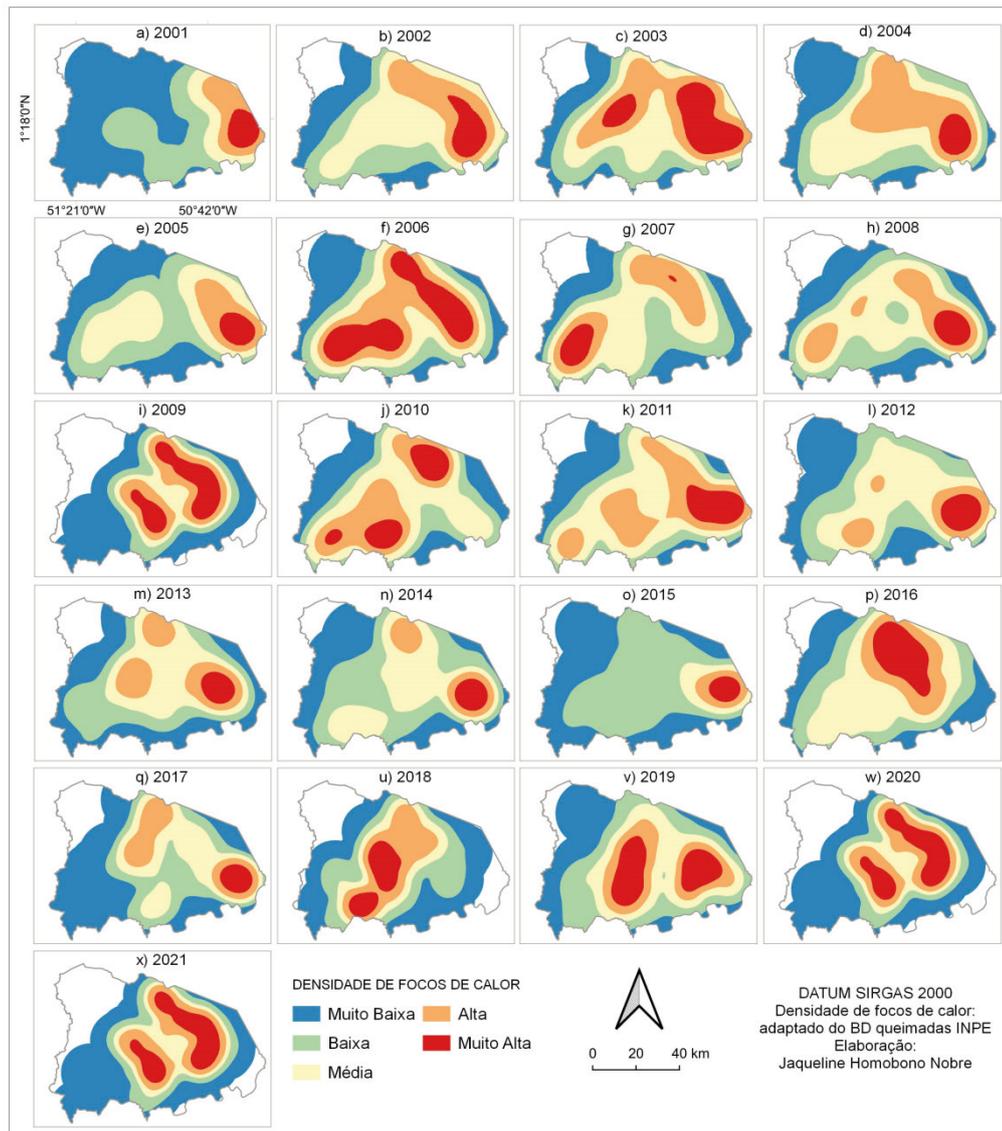
Ano	Amapá(ha)	Tartarugalzinho	%	Colocação
2001	1300	244	18,8	2º
2002	2652	282	10,6	2º
2003	2516	345	13,7	1º
2004	3413	353	10,3	4º
2005	2020	221	10,9	4º
2006	1665	302	18,1	1º
2007	1484	196	13,2	2º
2008	2153	288	13,4	3º
2009	2456	234	9,5	5º
2010	1000	133	13,3	3º
2011	1396	236	16,9	2º
2012	2518	248	9,8	5º
2013	1529	193	12,6	4º
2014	1848	246	13,3	1º
2015	2936	340	11,6	3º
2016	2595	196	7,6	6º
2017	1946	177	9,1	4º
2018	1206	159	13,2	2º
2019	1277	183	14,3	3º
2020	750	78	10,4	4º
2021	676	114	16,9	1º
2022	990	131	13,2	4º
Média	1833	223	13	

Fonte: Adaptado com os dados BD queimadas (INPE).

A incidência de focos de calor no município de Tartarugalzinho segue um padrão semelhante ao observado no estado do Amapá. Essa congruência de comportamento é evidente na Tabela 2, onde a sobreposição dos padrões do estado do Amapá e de Tartarugalzinho revela uma notável semelhança entre ambos. No entanto, em 2006, observou-se um comportamento divergente. Enquanto no estado do Amapá houve uma diminuição no número de focos de calor, seguindo uma tendência decrescente desde 2004, em Tartarugalzinho ocorreu um aumento nos focos de calor em 2006 em comparação com 2005.

Quando se realiza a análise de espacialização dos dados, os mapas da série histórica, gerados através da técnica de Kernel, destacam as densidades de ocorrência desses focos.

A Figura 2 apresenta a série histórica dos dados de focos de calor no período de 2001 a 2022, destacando a localização das diferentes classes de densidade de focos de calor, classificadas como muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A região destacada em vermelho, que representa a classe de densidade muito alta, concentra-se consistentemente ao longo dos anos no setor leste do município de Tartarugalzinho, próximo à Reserva Biológica do Lago Piratuba, com exceção dos anos de 2007 e 2010.



Fonte: Adaptado do BD Queimadas INPE (2023).

Figura 2. Densidade de focos de calor anual do município de Tartarugalzinho para o período de 2001 a 2022.

A Reserva Biológica do Lago Piratuba tem um histórico de ocorrência de queimadas criminosas e incêndios florestais, geralmente associados a conflitos socioambientais relacionados ao extrativismo animal, degradação de lagos e igarapés, práticas agrícolas predatórias e à pecuária bubalina extensiva (Brito *et. al.*, 2016). No ano de 2000, ocorreram alguns focos de queimadas criminosas ocasionadas por pescadores da região e em novembro de 2001, um incêndio tomou grandes proporções na Reserva (Dias, 2003).

Assim, a área da Reserva Biológica do Lago Piratuba tem sido consistentemente afetada ao longo dos anos, indicando uma vulnerabilidade persistente a incêndios florestais, sendo essa área de risco elevado.

A classe de densidade média, identificada em amarelo na Figura 2, também apresenta uma distribuição significativa, embora menos concentrada do que a classe alta. As áreas de densidade média estão distribuídas de forma mais dispersa ao longo do município, e que requer consideráveis atenção. A presença de focos de calor em áreas de densidade média pode estar relacionada a fatores como a expansão agrícola moderada e o uso do fogo como prática de manejo de terras, especialmente em áreas de transição entre florestas e zonas de uso agropecuário.

O que é corroborado por Rauber (2019) ao apresentar que tanto o desmatamento quanto a incidência de focos de calor está relacionada com o eixo de influência da BR-156, que são áreas remanescentes do Cerrado amapaense, que corresponde cerca de 12% da área total do estado do Amapá e, sofre em média, 40% dos focos de queimadas registrados. Ainda enfrenta a expansão da fronteira agrícola, sendo o município de Tartarugalzinho um dos três polos de concentração de cultivo empresarial de soja.

Este resultado pode estar relacionado ao que foi discutido por Caric *et al.* (2022), as áreas queimadas registradas no estado do Amapá estão principalmente localizadas nas regiões previamente desmatadas pelos seus usos anteriores.

Desse modo, essas queimadas ocorrem principalmente ao longo das áreas de savana no estado do Amapá, especialmente nas proximidades das rodovias.

Conforme relatado por Do Nascimento (2023), a predominância dos focos de queimada nesta região está relacionada ao avanço da expansão agrícola e ao desmatamento ao longo das rodovias. A pecuária e a agricultura são os principais meios de desenvolvimento econômico na área, sendo práticas que, de maneira antiquada, dependem do uso do fogo como meio de limpeza do local para realizar o manejo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo sobre a dinâmica espacial e temporal dos focos de calor no município de Tartarugalzinho, Amapá, no período de 2001 a 2022, revelou como resultado as áreas próximas à Reserva Biológica do Lago Piratuba, especialmente no setor leste do município, são consistentemente vulneráveis a incêndios florestais, destacando-se como zonas de risco elevado.

A análise das classes de densidade de focos de calor, com ênfase nas categorias alta e média, demonstra que a recorrência de queimadas nessas áreas pode estar associada a atividades humanas, como o desmatamento e a expansão agrícola. Indicando a necessidade de um aprofundamento maior na investigação das atividades agrícolas e pecuárias e sua relação com a ocorrência de focos de calor. A influência dessas atividades sobre a dinâmica dos focos de calor é um aspecto crucial que ainda não foi explorado em profundidade.

REFERÊNCIAS

- AMAPÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá. **Relatório diagnóstico da gestão ambiental do Município de Tartarugalzinho** / Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Assessoria de Municipalização (ASSEMUN); Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM). – Macapá: Sema, 2017. 20 p.
- ANDELA, N.; MORTON, D. C.; GIGLIO, L.; CHEN, Y.; VAN DER WERF, G. R.; KASIBHATLA, P. S.; DEFRIES, R. S.; COLLATZ, G. J.; HANTSON, S.; KLOSTER, S.; BACHELET, D.; FORREST, M.; LASSLOP, G.; LI, F.; MANGEON, S.; MELTON, J. R.; YUE, C.; RANDERSON, J. T. **A human-driven decline in global burned area**. *Science*, n. 356, p. 1356-1362, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aal4108>.
- BARROS, J. R. B.; ZAVATINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. *Mercator*, v. 08, n. 16, 2009, p. 255 – 261.
- BRITO, D. M. C.; BASTOS, C. M. C. B.; FARIAS, R. T. S. de; SOARES A. C. de P. M. Conflitos Socioambientais na Reserva Biológica do Lago Piratuba/Ap. 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, *Anais [...]*, 2016.
- CARIC, G. S.; ROCHA, G. F.; BELÉM, F. L.; ARAÚJO, F. M. D. Desmatamentos e queimadas no estado do Amapá entre os anos de 2001 e 2019. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 57, 2022.
- CBMGO. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. **Manual Operacional de Bombeiros: prevenção e combate a incêndios florestais**. Goiânia: CBMGO, p. 260, 2017.
- COBRADE. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. **Classificação e codificação brasileira de desastres. 2015**. Disponível em <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568e1f00df81ead&groupId=185960>. Acesso: 15 outubro 2021
- CUNHA, A. C. da; STERNBERG, L. da S. L. Using stable isotopes O18 and H2 of lake water and biogeochemical analysis to identify factors affecting water quality in four estuarine Amazonian shallow lakes. *Hydrological Processes*, v. 32, p. 1188-1201, 2018.
- DIAS, T. C. **Gestão Participativa: Uma alternativa de eco desenvolvimento para a Reserva Biológica do Lago Pirituba/AP**. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília. P. 155, 2003.
- DO NASCIMENTO, F. I. C.; ARRAES, G. A.; ALVIM, D. S.; PAULO, J.; GOBO, A.; DE MOURA JESUS, L. I. Análise da concentração de black carbon e focos de queimadas na amazônia legal entre os anos de 2016 e 2021 a partir de dados do merra-2. XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, *Anais [...]* v. 20, p. 1-4, 2023.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais**. 2022. Disponível em <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 26/01/2022.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H.; NAKAMURA, Y.; MARINHO, E. V. A.; MARIANO, M. M. Excess ozone production in Amazonia from large scale burnings. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, v. 54, n. 5, p. 583-588, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0021-9169\(92\)90098-6](https://doi.org/10.1016/0021-9169(92)90098-6).

- LI, X.; SONG, K.; LIU, G. Wetland fire scar monitoring and its response to changes of the Pantanal wetland. **Sensors**, v. 20, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20154268>
- LIZUNDIA-LOIOLA, J.; PETTINARI, M. L.; CHUVIECO, E. Temporal anomalies in burned area trends: satellite estimations of the Amazonian 2019 fire crisis. **Remote Sensing**, v. 12, n. 151, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12010151>.
- LOPES, M. N. G.. **Aspectos regionais da variabilidade de precipitação no Estado do Pará: estudo observacional e modelagem climática em alta resolução**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará/ Faculdade de Meteorologia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Belém-PA, P. 80, 2009.
- LOPES, P. P. P. **Transporte de sólidos em suspensão e qualidade da água em Zona Estuarina Amazônica**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá, p. 62, 2019.
- LYRA, A. A. **Estudo de vulnerabilidade do bioma Amazônia aos cenários de mudanças climáticas**. 2015. 128 p. Dissertação (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos, 2015. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3K3ATEL>>. Acesso em: 05 de abri. de 2021.
- MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H. & DIAS, B. F. S. **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 187p. 1996.
- NEVES, D. G. **Influência da vegetação na precipitação pluviométrica Sazonal do Estado do Amapá: um estudo de variabilidade climática**. 2012. 129 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2012.
- RAUBER, A. L. **A dinâmica da paisagem no estado do Amapá: análise socioambiental para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás/UFG, 2019.
- SOUZA, E. B. D.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, v.30, n.2, p.305-318. 2000.

AS AÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NA ZONA COSTEIRA PARAENSE: A APLICABILIDADE DO ICMS VERDE

THE ACTIONS OF PUBLIC POLICIES FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION IN THE PARAENSE COASTAL ZONE: THE APPLICABILITY OF THE GREEN ICMS

LAS ACCIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL EN LA ZONA COSTERA PARAENSE: LA APLICABILIDAD DEL ICMS VERDE

Ellen Cristina do Monte Silva¹
 0000-0003-1511-2892
ellencristinaifpa@gmail.com

Gilberto de Miranda Rocha²
 0000-0001-5434-9708
gilrocha@ufpa.br

1 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal do Pará e professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, campus Belém. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-2892>. E-mail: ellencristinaifpa@gmail.com.

2 Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Pará. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5434-9708>. E-mail: gilrocha@ufpa.br.

Artigo recebido em março de 2024 e aceito para publicação em setembro de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: As ações de políticas públicas no período de 20 anos na Zona Costeira Paraense é o foco desta pesquisa. Os usos sem planejamento podem impactar o ecossistema costeiro, sendo crucial criar, por meio do estado, políticas públicas que minimizem esses danos, para que se possa manter o ecossistema e o sustento das comunidades litorâneas. Este artigo tem como objetivo tratar das ações das políticas públicas de conservação ambiental com relação à aplicabilidade do ICMS verde. Dentre os procedimentos metodológicos, utilizar-se-ão pesquisas bibliográficas, como dados primários e secundários, para posteriormente haver a preparação de questionários com perguntas estruturadas e semiestruturadas para a realização de entrevistas na Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS). Sendo assim, as Reservas Extrativistas marinhas fazem parte da realidade da zona costeira da Amazônia Paraense, e os municípios que receberam esses espaços devem se enquadrar nos princípios de conservação ambiental a partir do Programa Municípios Verdes (PMV).

Palavras-chave: ICMS verde. Políticas públicas. Zona costeira paraense.

ABSTRACT: The focus of this research is on the actions of public policies over a 20-year period in the Paraense Coastal Zone. Unplanned uses can impact the coastal ecosystem, making it crucial to establish state-driven public policies that minimize these damages to maintain both the ecosystem and the livelihoods of coastal communities. This article aims to address the actions of environmental conservation public policies concerning the applicability of the Green ICMS (Environmental Tax on Circulation of Goods and Services). Methodological procedures will include bibliographic research using both primary and secondary data. Subsequently, the preparation of questionnaires with structured and semi-structured questions will be employed for interviews at the State Secretariat of Environment and Sustainability of the State of Pará (SEMAS). Therefore, Marine Extractive Reserves are part of the reality of the coastal zone in the Paraense Amazon, and the municipalities that have received these spaces must adhere to environmental conservation principles through the Green Municipalities Program (PMV).

Keywords: Green ICMS. Public policies. Paraense coastal zone.

RESUMEN: Las acciones de política pública durante un período de 20 años en la Zona Costera Paraense son el foco de esta investigación. Los usos no planificados pueden impactar el ecosistema costero, y es crucial crear políticas públicas a través del Estado que minimicen este daño, para que se pueda mantener el ecosistema y los medios de vida de las comunidades costeras. Este artículo tiene como objetivo abordar las acciones de las políticas públicas de conservación ambiental en relación con la aplicabilidad del ICMS verde. Entre los procedimientos metodológicos, se utilizará la investigación bibliográfica como datos primarios y secundarios, para luego elaborar cuestionarios con preguntas estructuradas y semiestructuradas para la realización de entrevistas en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Estado de Pará (SEMAS). Por lo tanto, las Reservas Extractivas Marinas son parte de la realidad de la zona costera de la Amazonía Pará y los municipios que recibieron estos espacios deben cumplir con los principios de conservación ambiental basados en el Programa Municipios Verdes (PMV).

Palabras clave: ICMS verde. Políticas públicas. Zona costera paraense.

INTRODUÇÃO

As ações de políticas públicas no período de 20 anos na Zona Costeira Paraense é o foco desta pesquisa. Moraes (2017, p. 31) afirma que “O litoral pode ser definido como uma zona de usos múltiplos, pois em sua extensão é possível encontrar variadíssimas formas de ocupação do solo e a manifestação das mais diferentes atividades humanas”. Os usos sem planejamento podem impactar o ecossistema costeiro, sendo crucial criar, por meio do estado, políticas públicas que minimizem esses danos, para que se possa manter o ecossistema e o sustento das comunidades litorâneas.

Uma das alternativas para a conservação ambiental é a implementação de espaços regulados, como a criação de Reservas Extrativistas Marinhas (Resex's), juntamente com a utilização de tributos arrecadados, como o ICMS verde, que visa repassar recursos do estado aos municípios para incentivar a conservação ambiental e promover melhorias na qualidade de vida da população.

Este artigo tem como objetivo tratar das ações das políticas públicas de conservação ambiental com relação à aplicabilidade do Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Intermunicipal, Interestadual e de Comunicação (ICMS)³ verde aos municípios na zona costeira paraense. Segundo Ferreira (2016, p. 47), as políticas públicas são ações do estado junto à sociedade, que permitem criar princípios de sustentabilidade de

acordo com a necessidade local, sendo crucial assegurar o direito ao ecossistema costeiro da tanto para a geração atual quanto para as futuras.

Segundo Souza Filho *et al.* (2005 apud Rocha *et al.*, 2018, p. 23) “A Zona Costeira da Amazônia está localizada entre o Cabo Orange (estado do Amapá) e a Ponta de Tubarão, estado do Maranhão, medindo cerca de 2.250 km de extensão”. Dessa forma, com a criação de áreas protegidas e de reservas sustentáveis na extensão que abarca a zona costeira paraense tanto o ecossistema quanto as populações foram advertidas da conservação dos recursos para o favorecimento de quem mais depende dele.

Diante das problemáticas ambientais que vêm assolando o mundo, a criação de Unidades de Conservação de acordo com a peculiaridade de cada localidade pode ser uma saída para a conservação ambiental e a preservação de ecossistemas fundamentais para a sustentabilidade de uma comunidade. Na Amazônia Brasileira, a (re)existência dos povos tradicionais é desafiada pelos avanços do desenvolvimento do território, medido pelo crescimento econômico que visa à abertura de estradas e à extração de recursos, deixando um legado de abandono após o esgotamento das fontes naturais. Muitos empreendimentos instalados na Amazônia com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico têm deixado poluição, abandono e doenças.

No contexto da conservação ambiental e da melhoria da qualidade de vida da população, uma alternativa é a implementação de Reservas Extrativistas marinhas. Nesse sentido, o ICMS verde pode ser uma ferramenta relevante, pois se trata de um imposto arrecadado mediante prestação de serviços e transporte, direcionado para beneficiar os territórios que deixarão de arrecadar investimentos devido ao crescimento econômico. A proposta do ICMS verde visa estabelecer metas de incentivo à preservação dos recursos naturais, por meio da redução do desmatamento e do estímulo a políticas públicas que estabeleçam territórios protegidos.

Dentre os procedimentos metodológicos, serão utilizados instrumentos de política pública ambiental denominada de ICMS verde. A pesquisa será realizada Por meio de levantamento bibliográfico para obtenção de dados primários e secundários. Posteriormente, serão preparados questionários com perguntas estruturadas e semiestruturadas para a realização de entrevistas na Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS), a fim de sanar as dúvidas, uma vez que todos os dados estão disponíveis no site⁴ do órgão público do estado.

Ademais, será realizado um estudo conceitual do ICMS verde no estado do Pará, com o intuito de subsidiar a implementação das políticas públicas, como o repasse do ICMS verde aos municípios localizados na zona costeira paraense. Especificamente, serão identificados os municípios que criaram Resex's marinhas no mesmo período. O objetivo é mensurar, mediante dados quantitativos, como os municípios vêm recebendo o recurso e de que forma isso tem contribuído para o desenvolvimento local.

INSTRUMENTO ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL NO ESTADO DO PARÁ: ICMS VERDE

Sendo assim, o ICMS é arrecadado pelo estado e redistribuído aos municípios por meio da entrada e saída de mercadorias e serviços. No entanto, cada estado define a alíquota que será cobrada pela mercadoria nas operações de entrada e saída do produto. De acordo com João (2004, p. 80), "o ICMS é uma das principais fontes de receita tributária de estados e municípios".

Dessa forma, quanto mais o estado investir em produção e serviços, maior será sua arrecadação, sendo importante o investimento no desenvolvimento econômico do seu território. Assim, os municípios, para receberem o adicional do estado em relação ao imposto, devem aumentar sua produtividade e se desenvolver economicamente, facilitando a arrecadação.

No entanto, surgiram determinações com relação às preocupações ambientais, sugerindo a regulamentação de Unidades de Conservação (UCs) como forma de minimizar os impactos ambientais e permitir a conservação dos ecossistemas e a qualidade de vida da população rural e urbana de países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Porém, ao implementar UCs, ocorre uma redução na produção territorial devido à regulamentação de terras que se tornarão propriedade da União e estarão sujeitas a normas, restringindo seu uso.

O Imposto sobre o ICMS, até 2011, não tinha uma designação ecológica, uma vez que o estado do Pará recebia o tributo da mesma forma que todos os outros estados brasileiros. Era distribuído da seguinte forma: 75% do valor arrecadado eram direcionados a todos os municípios, enquanto os 25% restantes se distribuíam de acordo com a proporção populacional, a proporção territorial e partes iguais, ficando com o valor de 15%, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Repasse do ICMS aos municípios do estado do Pará até 2011.

Critérios	2011	2012	2013	2014	2015
O valor adicionado fiscal	75	75	75	75	75
Proporção populacional	5	5	5	5	5
Proporção territorial	5	5	5	5	5
Partes iguais	15	15	15	15	15

Fonte: Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/icms/verde>>. Acesso em: 09 set. 2021.

No ano de 2012, foi criada a Lei Estadual nº 7.638, de 12 de julho de 2012, no estado do Pará, na qual houve uma redistribuição no percentual de repasses do ICMS. O novo critério passou a ser analisado no ano de 2012, calculado em 2013 e repassado em 2014. Após a implementação do critério ecológico, parte dos 15% de partes iguais foi destinada ao ICMS verde, ocorrendo de forma gradativa, com um aumento de 2% a cada ano até chegar a 8% em 2015, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Repasse do ICMS Verde aos municípios do estado do Pará.

Critérios	2011	2012	2013	2014	2015
O valor adicionado fiscal	75	75	75	75	75
Proporção populacional	5	5	5	5	5
Proporção territorial	5	5	5	5	5
Partes iguais	15	13	11	9	7
ICMS verde	0	2	4	6	8
Total	100	100	100	100	100

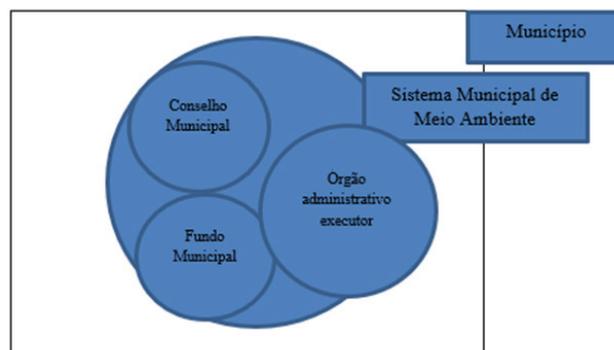
Fonte: Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/icms/verde>>. Acesso em: 09 set. 2021.

De acordo com Governo do Estado do Pará (2021, p.05), “no Pará, o ICMS Verde foi pré-estabelecido através do art. 225 da Constituição do Estado no qual foi determinado o mínimo de $\frac{3}{4}$ (três quartos) do que o município tiver direito, repassados na proporção do valor adicionado”.

Conforme a Lei nº 7.638, de 12 de Julho de 2012, em seu parágrafo 1º:

Serão considerados para a fixação dos índices percentuais a serem atribuídos a cada município, a existência e o nível de qualidade ambiental, e de conservação de cada área protegida e seu entorno, existente no território municipal, bem como da participação e melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais, pelo apoio prestado, pelo município ao seu desenvolvimento sustentável.

Na Figura 1 é proposta a organização dos municípios do estado do Pará para a gestão do ICMS verde. Dentro dos órgãos públicos de cada município, é necessário criar um Sistema Municipal de Meio Ambiente, representado pelo Conselho Municipal. Para isso, é importante que haja a participação de representantes da sociedade civil e lideranças das unidades de conservação para discutir os anseios e interesses da população local. Além disso, o Sistema deve incluir o Fundo Municipal e o órgão administrativo executor responsável pela execução da política municipal de meio ambiente, que deve dispor de recursos humanos, materiais e financeiros.



Fonte: Adaptado pela autora (2022).

Figura 1. Organização dos municípios para a gestão do ICMS verde.

Para calcular o índice do ICMS verde, foi utilizado o Decreto Estadual nº 775, de 26 de junho de 2013, e a metodologia utilizada nos anos de 2012, 2013 e 2014 foi composta por três variáveis, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Critérios de adequação para o recebimento do repasse ICMS verde aos municípios.

Variáveis	Porcentagem
Correspondia ao percentual da superfície territorial pelas áreas protegidas e de uso especial.	25%
Estoque mínimo de cobertura vegetal e redução existente no território dos municípios com base nos índices do INPE.	25%
Inserida no Cadastro Ambiental Rural.	50%

Fonte: Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/icms/verde>>. Acesso em: 09 set. 2021.

Ao tratar das Unidades de Conservação na zona costeira da Amazônia Paraense, pode-se considerar a variável "áreas protegidas e de uso especial", que se desdobram em unidades de conservação de uso sustentável, representadas pelas Resex's marinhas. Outra variável relevante é o estoque mínimo de cobertura vegetal e a redução existente no território dos municípios, com base nos índices do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os municípios do estado do Pará têm recebido repasses em razão de uma das variáveis, que são ações em direção à preservação da floresta amazônica. Conforme Ferreira (2016) afirma, se não houver validação da manutenção da floresta, pode-se entrar em contradição entre o tributo arrecadado pelas prefeituras e o real interesse em solucionar o problema.

De acordo com Pará (2021, p.10), "no ano de 2019, os municípios que receberam mais de um milhão e meio de reais em ICMS verde, somados todos os meses, totalizaram 42 municípios". Após passar por várias metodologias de cálculo de ICMS verde, a mais atual é do ano de 2020, estabelecida por meio do Decreto nº 1.064, de 28 de setembro de 2020. Essa metodologia compõe as seguintes variáveis: Cadastro Ambiental Rural (CAR), Área de Reserva Legal (ARL), Área de Preservação Permanente (APP), Remanescente de Vegetação Nativa (RVN), Área Antropizada (AA), Área de Uso Restrito (UR), Área de Uso Sustentável (US) e Análise de Cadastro Ambiental Rural Municipal (ACAR) (Pará, 2021).

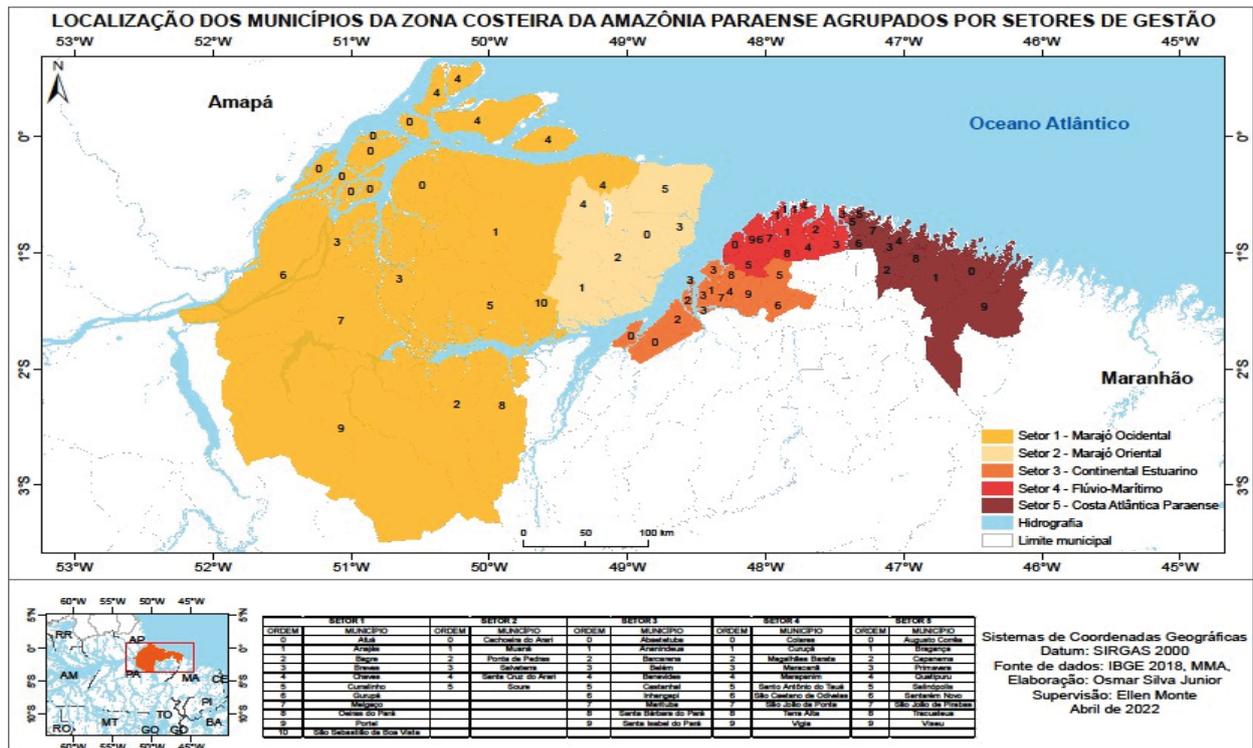
A SEMAS é responsável por criar a metodologia que será adotada para a construção do cadastro de todos os municípios do estado do Pará, juntamente com a Secretaria de Estado da Fazenda do Estado do Pará (SEFA), que repassa o dinheiro de acordo com os critérios: o valor adicionado fiscal, proporção populacional, proporção territorial e partes iguais. "Para a administração pública nos municípios do estado do Pará, o surgimento do ICMS Verde possibilitou o alcance de impactos econômicos positivos, principalmente naqueles que possuem características rurais" (Pará, 2021, p. 09).

Dessa forma, torna-se compensatório o equivalente representado pela ICMS verde para estimular dois fatores bastante positivos: o investimento nas questões ambientais e o crescimento econômico dos municípios. É importante ressaltar que esse investimento precisa ser analisado, pois não existem critérios e discussões sobre como ele está sendo utilizado pela gestão pública.

Por meio do Programa Municípios Verdes (PMV), iniciou-se uma preocupação que já existia em escala nacional, a qual tratava da questão ambiental, incentivando os municípios a criarem programas e projetos que beneficiassem o meio ambiente. Como mencionado por Fadel, Tupiassu e Gros-désormaux (2018, p. 70), "a incorporação dessa política ambiental tinha uma especificidade que era a redução e controle do desmatamento no espaço amazônico, devido ao processo histórico de exploração e ocupação na região".

A APLICABILIDADE DO ICMS VERDE AOS MUNICÍPIOS DA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO PARÁ

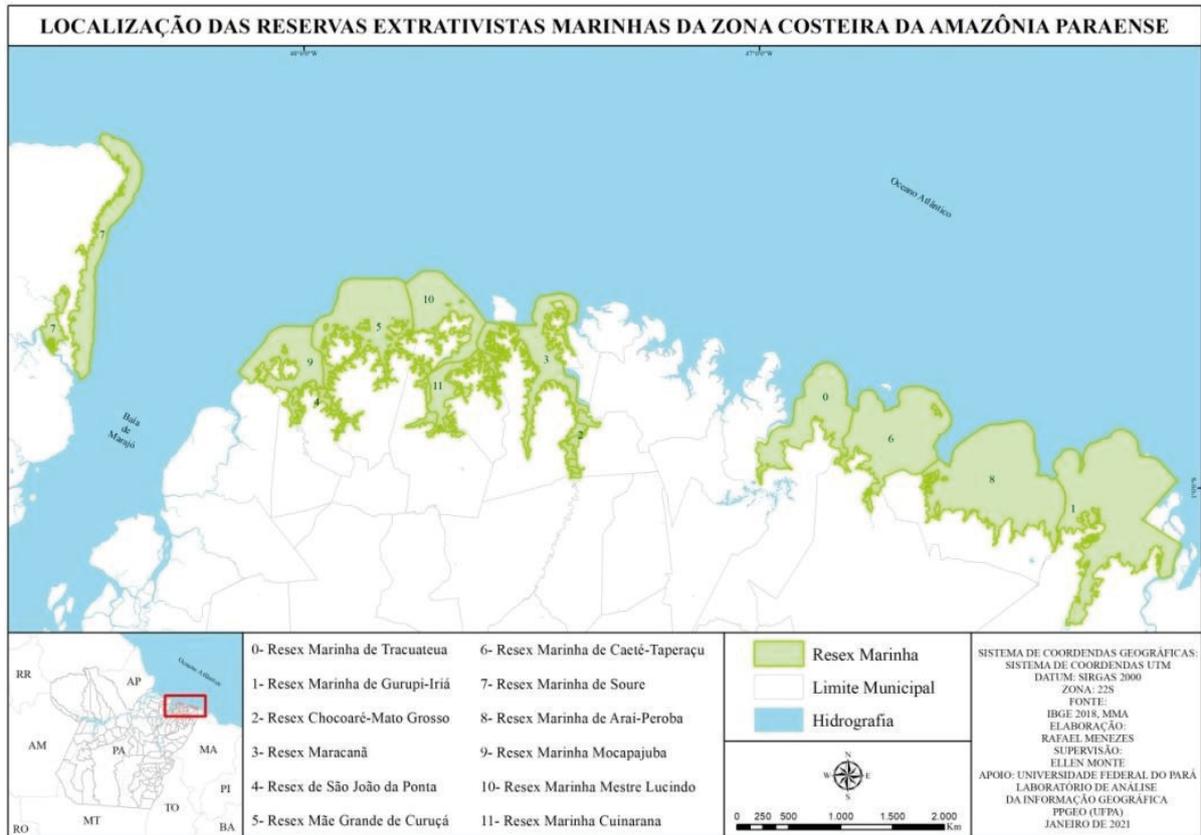
De acordo com Pará (2020, p. 06), "dentre estas, 12 são Reservas Extrativistas Marinhas representando a particularidade do Estado do Pará no qual uma faixa de 1200 Km de extensão representam a costa paraense que abrange desde o Marajó Ocidental até a Costa Atlântica Paraense", conforme Figura 2.



Fonte: Elaborado por Osmar Silva Júnior e supervisionado pela autora (2022).
Figura 2. Localização dos municípios da zona costeira paraense, agrupados por setores.

Essa pesquisa tem como área de estudo a Zona Costeira Paraense, que abrange uma faixa de 1200 km, com uma superfície de 129.795,031 km², concentrando 47% da população em 47 municípios no estado do Pará (Pará, 2020, p. 8). No período de 2002 a 2014, um total de 12 Reservas Extrativistas Marinhas se concentram nos Setores 2, 4 e 5. O Setor 2, representado pelo Marajó Oriental, abrange o município de Soure. No Setor 4 Flúvio-Marítimo, estão agrupados os municípios de Curuçá, Magalhães Barata, Maracanã e Marapanim. No Setor 5 - Costa Atlântica Paraense, estão os municípios de Bragança, Augusto Corrêa, Santarém Novo e Tracuateua. Dentre esses municípios, há um total de 21 unidades de conservação, sendo 3 de Proteção Integral (2 Refúgios de Vida Silvestre e 1 Monumento Natural) e 18 de Uso Sustentável (14 Reservas Extrativistas Marinhas, 2 Áreas de Proteção Ambiental, 1 Floresta Nacional e 1 Reserva de Desenvolvimento Sustentável) (Pará, 2020, p. 6).

No intervalo de 20 anos, as Resex's marinhas foram se concentrando na Zona Costeira Paraense, sendo estas: Resex Marinha Maracanã, Resex Marinha São João da Ponta, Resex Marinha Mãe Grande de Curuçá, Resex Marinha de Caeté-Taperaçu, Resex Marinha de Tracuateua, Resex Marinha de Gurupi-Piriá, Resex Marinha Arai-Peroba, Resex Marinha Cuinarana, Resex Marinha Mestre Lucindo, Resex Marinha Mocapajuba, Resex Marinha de Soure e Resex Marinha Chacoaré Mato-Grosso. (Figura 3).



Fonte: Elaborado por Menezes e supervisionado pela autora (2021).

Figura 3. Localização das Reservas Extrativistas Marinhas na Zona Costeira Paraense.

No dia 06 de janeiro de 2022, foi realizada uma entrevista na SEMAS⁵, referente aos dados do ICMS verde do estado do Pará. A Diretoria de Ordenamento, Educação e da Descentralização da Gestão Ambiental (DIORED) é o órgão responsável pelo tratamento dos dados de acordo com a metodologia adotada, segundo a Lei nº 7.638, de 12 de julho de 2012, a qual determina, em seu artigo 2º, que os municípios beneficiados são aqueles que abriguem em seus territórios unidades de conservação e outras áreas protegidas. Para efeito dessa lei, consideram-se as unidades de conservação aquelas de uso sustentável e de Proteção Integral previstas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. As Unidades de Conservação, de acordo com o artigo 2º, são:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (Brasil, 2000).

Dentro da categoria de uso sustentável, estão inseridos os critérios: Terras indígenas, Áreas militares, Proteção Integral, Reserva Pesqueira e Cadastro Ambiental Rural – CAR. Dessa forma, o critério Reserva Extrativista Marinha pode ser enquadrado no quesito Reserva pesqueira, haja vista que não existe a mesma nomeação. De acordo com Pará (2021, p.06), "para os municípios serem beneficiados por essa política ambiental, eles devem possuir em seus territórios Unidades de Conservação e outras áreas protegidas, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)". Sendo assim, as Reservas Extrativistas marinhas fazem parte da realidade da zona costeira da Amazônia Paraense, e os municípios que receberam esses espaços devem se enquadrar nos princípios de conservação ambiental a partir do PMV.

De acordo com a Tabela 4, seguem os valores do ICMS verde dos municípios localizados na zona costeira da Amazônia Paraense, sendo um total de 12 Reservas Extrativistas Marinhas. O período escolhido em uma escala espaço-temporal de 2000 a 2020 reflete o período em que o ICMS verde passou a ser adotado pelos municípios do estado do Pará. Em 2014, todos os municípios já estavam recebendo os valores do ICMS verde.

Tabela 4. Repasse do ICMS verde aos municípios das Resex's marinhas da Amazônia Paraense.

Municípios	2014	2020	Resex's
Augusto Corrêa	64379.81	1275715.2	Araí-Peroba
Bragança	50463.23	1301731.0	Caeté-Taperaçu
Magalhães Barata	114356.84	782149.8	Cuinarana
Maracanã	172311.13	1279038.1	Maracanã
Marapanim	126654.57	1287324.5	Mestre Lucindo
Santarém Novo	347224.43	819824.7	Chocoaré-Mato Grosso
São Caetano de Odivelas	151616.97	1282452.2	Mocapajuba
Soure	139921.87	1524076.3	Soure
Viseu	23655068	1539871.7	Gurupi-Piriá
São João da Ponta	154866.36	794558.7	São João da Ponta
Curuçá	179379.14	1273510.1	Mãe Grande de Curuçá
Tracuateua	302650.64	1286137.5	Tracuateua

Fonte: Disponível em: <<http://www.semam.pa.gov.br/icms/verde>>. 01/2022.

O repasse do ICMS verde para todos os municípios do estado do Pará ocorreu em 2014, tendo um efeito muito positivo para municípios como Magalhães Barata, que teve a criação da Resex Marinha de Cuinarana no mesmo ano, podendo enquadrar-se nos critérios de conservação ambiental, redução do desmatamento, entre outros.

Ainda sobre a entrevista realizada na SEMAS, na segunda pergunta, nos referimos a uma citação de (João, 2004, p. 04): "Sua desvantagem em potencial é o jogo de soma zero, pois quanto mais e mais municípios aderirem ao índice e criarem unidades de conservação em seu território, menor será o retorno financeiro, o que torna um fator limitante do ICMS ecológico."

Foi perguntado como se explicaria essa citação. Foi explicado que todos os municípios do estado do Pará recebem o ICMS ecológico, porém não existe validação com relação aos critérios e de que forma os municípios estão direcionando tais fundos (DIORED, 2022). Como mencionado anteriormente, os municípios devem se adequar aos critérios para o recebimento do recurso, uma vez que as Resex's marinhas acabam sendo uma forma de validar se os objetivos relacionados à conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população local estão sendo implementados pelo órgão público municipal.

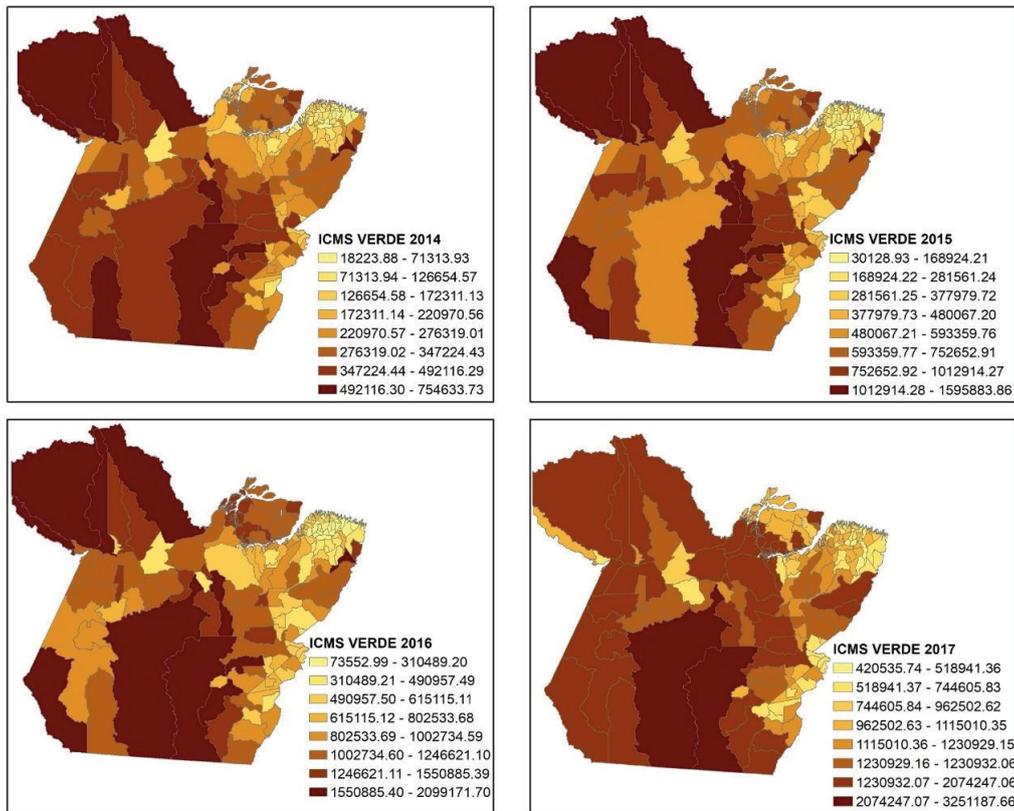
Na terceira pergunta, referimo-nos à forma como os tributos estão sendo utilizados pelos municípios. Segundo a SEMAS, apenas repassa os recursos para todos os municípios, porém não há um mecanismo para verificar como esses recursos são utilizados pelos órgãos públicos. A orientação recebida foi buscar dados por meio de visitas in loco nos municípios (DIORED, 2022). Havíamos mencionado anteriormente que não existe uma validação de como o recurso está sendo tratado por cada município, uma vez que o órgão do estado do Pará fica responsável apenas por fazer os dados estatísticos quando a Secretaria da Fazenda transfere o recurso.

Continuamos com as perguntas e nos referimos à importância do ICMS verde como fonte de custeio das atividades do próprio estado e de que forma esses valores chegam aos municípios de Magalhães Barata e Maracanã. De acordo com a SEMAS, o ICMS verde é muito importante para que os municípios se enquadrem com relação à gestão ambiental e aplicabilidade de projetos de conservação ambiental. Os municípios de Magalhães Barata e Maracanã recebem o repasse desde 2014. (DIORED, 2022)

Prosseguindo nas perguntas, questionamos se a SEMAS adota algum critério para a distribuição do ICMS verde aos municípios e se aqueles que receberam Reservas Extrativistas Marinhas no estado do Pará estão sendo beneficiados. A resposta foi afirmativa, indicando que os municípios devem possuir áreas protegidas ou de uso sustentável, além de manter um estoque mínimo de 25% de cobertura vegetal, cujo controle é monitorado por imagens de satélite realizadas pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e registrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR) (DIORED, 2022).

Porém, no SNUC (2000), que trata da legislação sobre as Unidades de Conservação, existem diversas categorias, tais como áreas protegidas, monumentos históricos, reservas florestais e marinhas, entre outras. Ao se tratar de unidades de conservação na região Norte, especificamente nos municípios do estado do Pará relacionados ao bioma da floresta amazônica, não é possível adotar critérios que se relacionem a ambientes marinhos e costeiros, os quais são espaços ocupados na zona costeira da Amazônia Paraense, além do bioma de manguezal.

A seguir, apresentaremos as Figuras 4 e 5, demonstrando os valores arrecadados do ICMS verde pelos municípios do estado do Pará, para representar que desde 2014 até 2021 esses valores foram crescentes, de acordo com o percentual acrescido a cada ano de 2 em 2, até se estabelecer em 8%.

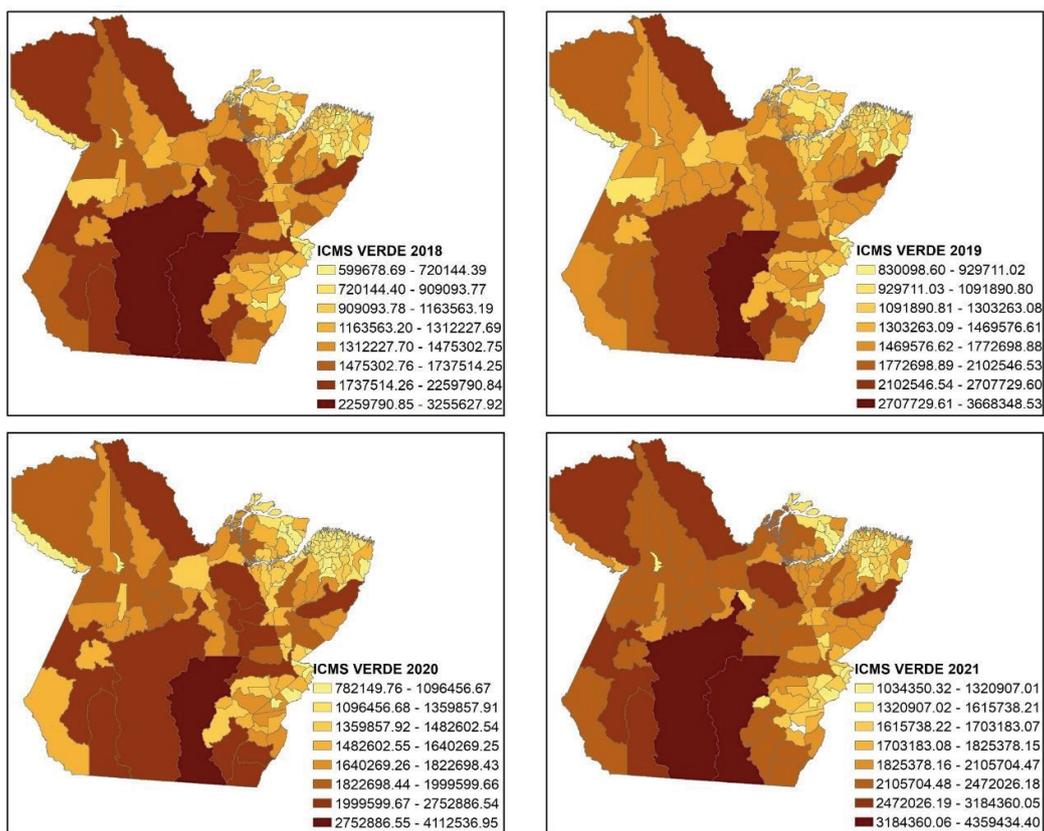


Fonte: Elaborado por Osmar da Silva Junior (2022) e supervisionado pela autora (dados disponíveis pela SEMAS/PA).

Figura 4. A arrecadação do ICMS verde aos municípios do Estado do Pará nos anos de 2014 a 2017.

De acordo com o Decreto nº 775, de 26 de junho de 2013, Art. 4º, "o repasse do ICMS verde aos municípios, durante os anos de 2014, 2015, 2016, será feito de acordo com os critérios e indicadores: 25% do valor total do repasse considerando a porcentagem do território ocupado pelas seguintes Áreas Protegidas e de uso especial, Unidades de Conservação de Proteção Integral, Terras indígenas, áreas militares, Unidades de Conservação de Uso Sustentável", dentre outros.

Ao observar os valores arrecadados pelos municípios do estado do Pará no ano de 2014, o percentual era de 2% para arrecadação do tributo. Na representação das cores estão os valores que os municípios foram recebendo até o ano de 2017. Percebe-se uma progressão de acordo com os valores que aumentaram consequentemente até 8%, evidenciando a tonalidade da cor marrom escura, representando um aumento da arrecadação em todo o território.



Fonte: Elaborado por Osmar da Silva Junior (2022) e supervisionado pela autora.

Figura 5. A arrecadação do ICMS verde aos municípios do estado do Pará nos anos de 2018 a 2021.

Na Figura 5 a arrecadação está representada pelos anos de 2018 até 2021. Nestes anos, os valores foram crescentes, porém bem menores se comparados ao acréscimo que ocorreu progressivamente de 2014 a 2017. No período de 2018 a 2021, os municípios do Sul do Pará e do Baixo Amazonas tiveram uma arrecadação considerável, o que é um fator positivo. Isso ocorreu porque os municípios localizados nessas mesorregiões tiveram um aumento do desmatamento devido ao avanço do agronegócio.

Dados do Sistema de Alerta do Desmatamento (SAD), do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), revelam que o Pará segue como o estado que mais desmata entre os nove que compõem a região Amazônica. Nos últimos 12 meses, de agosto de 2021 a julho de 2022, foram derrubados 3.858 km² de florestas paraenses, o que representa 36% do total devastado na Amazônia (10.781 km²). Isso é equivalente a quatro vezes o tamanho de Belém (Imazon, 2023).

Os dados do Imazon (2023) mostram claramente que o estado do Pará ainda não reduziu o desmatamento, mesmo com várias tentativas de inibição, como a criação de Unidades de Conservação e políticas públicas que incentivem o efeito reparador, como o ICMS verde, no qual, entre vários critérios, a redução do desmatamento é um dos pontos para a obtenção do tributo ecológico.

Sendo assim, os municípios precisam se adequar ao longo dos anos para evitar a perda ou diminuição da arrecadação desse imposto. Ao observar os dados do Imazon (2023), podemos evidenciar que as políticas públicas existem, como a criação de UCs, assim como o ICMS verde. No entanto, o que está faltando é um investimento maior do estado com relação à fiscalização. Para isso, torna-se fundamental investir no aumento dos recursos humanos para efetivar as ações relacionadas aos critérios de redução do desmatamento dos municípios do estado do Pará em prol do recebimento do ICMS verde.

A prerrogativa inicial do repasse do tributo ecológico aos municípios era a redução do desmatamento. Como diz Ferreira (2016, p. 16):

O ICMS verde, para desestimular o avanço do desmatamento, distribui maiores parcelas do ICMS aos municípios que, preencherem três requisitos: possuírem em seus territórios unidades de conservação e demais áreas protegidas, reduzirem o incremento do desmatamento Rural (CAR) as propriedades e posses localizadas em suas áreas.

As metodologias de cálculo do ICMS verde foram mudando de 2013 a 2020, utilizando-se recursos que facilitem o percentual arrecadado por cada município de acordo com as variáveis estabelecidas, as quais mudaram ao longo dos anos. De acordo com Fadel, Tupiassu e Gros-désormaux (2006, p. 205), "a expectativa é de que, seguindo a lógica

proposta, os municípios detentores de maiores áreas de conservação e maiores investimentos na qualidade de vida da população serão agraciados com um superior repasse de receitas".

O ICMS verde serviu para instrumentalizar as ações de políticas públicas relacionadas à conservação ambiental nos municípios costeiros do estado do Pará. De acordo com Pará (2021), este tributo ecológico foi pré-estabelecido pelo Art. 225 da Constituição, o qual determina o direito de todas as pessoas em manterem o meio ambiente ecologicamente equilibrado, de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, tendo o poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

De acordo com a Lei nº. 7.638, de 12 de julho de 2012, parágrafo II:

Os índices percentuais por município relativos, ao critério ecológico serão calculados, anualmente, de acordo com as alterações ambientais quantitativas das áreas protegidas, que atendam às definições técnicas estabelecidas em regulamento do Poder Executivo.

Como esse repasse ocorreu de forma gradativa, os 144 municípios do estado do Pará atingiram o valor de um milhão de reais ou mais, passando a ter recursos para serem distribuídos em todos os níveis, como educação, saúde e cultura. Isso é um ponto positivo, pois além de arrecadar, eles podem contabilizar esses recursos para se adequarem aos critérios exigidos pela política ambiental.

Em 2017, aproximadamente 60% (sessenta por cento) dos municípios receberam mais de um milhão de reais, e 25 (vinte e cinco) municípios obtiveram mais de um milhão e meio de recursos oriundos do critério ecológico (Figura 3). Já no ano de repasse de 2018, o percentual de municípios que receberam mais de um milhão de ICMS Verde subiu para 75% (setenta e cinco por cento), e a quantidade de municípios com mais de um milhão de reais nesse mesmo ano foi de 25 (vinte e cinco) municípios (Pará, 2021, p. 09).

Ao tratar das Reservas Extrativistas Marinhas na Zona Costeira Paraense, podem-se designar as variáveis de áreas protegidas e de uso especial, que se subdividem em unidades de conservação de uso sustentável, representadas pelas Resex's marinhas. No entanto, em relação à variável de estoque mínimo de cobertura vegetal, a medição para tal cálculo será realizada com base nos dados dos índices do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão responsável por detectar a perda florestal ao longo de um determinado ano.

Os municípios do estado do Pará têm recebido o repasse em função de uma das variáveis que são as ações em direção à preservação da floresta Amazônica. Como mencionado por Ferreira (2016), se não houver validação da manutenção da floresta, pode-se entrar em contradição entre o tributo arrecadado pelas prefeituras e o real interesse em solucionar o problema.

De acordo com Pará (2021, p. 09), "Para a administração pública nos municípios do estado do Pará, o surgimento do ICMS Verde possibilitou o alcance de impactos econômicos positivos, principalmente naqueles que possuem características rurais". Dessa forma, torna-se compensador o papel representado pelo ICMS verde para estimular dois fatores bastante positivos: o investimento nas questões ambientais e o crescimento econômico dos municípios. No entanto, é crucial analisar esse investimento, pois não existem critérios e discussões sobre como ele está sendo utilizado pela gestão pública.

Por meio do PMV, iniciou-se uma preocupação que já existia em escala nacional, tratando da questão ambiental e incentivando os municípios a criar programas e projetos que beneficiassem o meio ambiente. Como destacam Fadel, Tupiassu e Gros-désormaux (2018, p. 70), a incorporação dessa política ambiental tinha uma especificidade que era a redução e o controle do desmatamento na Amazônia, devido ao processo histórico de exploração e ocupação na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As populações extrativistas e pesqueiras que residem em territórios de Resex's marinhas conduzem uma produtividade econômica voltada para a subsistência, não gerando impactos significativos ao meio ambiente. No entanto, com o crescimento da indústria pesqueira, tornou-se primordial criar políticas públicas que reduzissem o uso excessivo da pesca e da catação de caranguejo, respeitando o período do defeso.

Para os municípios que passaram a receber o ICMS verde e simultaneamente adotaram a criação de Resex's marinhas, foi necessário adequar-se ao Programa dos Municípios Verdes, cujo principal objetivo é a preservação dos ecossistemas, sejam eles costeiros ou não, e também a melhoria da qualidade de vida da população. Quando menciono o termo "qualidade de vida" nos municípios do nordeste paraense, deve-se promover melhorias na educação, logística e geração de empregos.

Ao realizar uma entrevista na SEMAS, foram analisados os dados, concluindo que a categoria de Reservas Extrativistas Marinhas não se enquadra nos critérios. No entanto, considerando as discussões desde 2020 e a

implementação de novas metodologias e critérios de repasse do ICMS verde, entende-se que a Reserva de Uso Sustentável pode ser equiparada à Reserva Extrativista Marinha.

Com a implantação do ICMS verde, a preocupação com o meio ambiente resulta em novos valores e culturas que precisam ser integrados pelos Estados Brasileiros ao desenvolver políticas públicas que priorizem as questões ambientais sem negligenciar a produção. Nesse contexto, ao considerar que o espaço para a criação de Reservas Extrativistas Marinhas foi reduzido, é crucial criar estratégias de organização social. Quando o espaço é delimitado, é possível desenvolver políticas públicas eficazes por meio da organização através de associações, as quais promovem novas formas de gerenciar os recursos nessas comunidades.

NOTAS

3 O ICMS verde é um instrumento econômico de política ambiental que tem como objetivo incentivar os municípios a criar e manter as unidades de conservação, sendo áreas protegidas ou de uso sustentável.

4 www.semas.pa.gov.br/ <https://icmsverde.semas.pa.gov.br/>.

5 SEMAS - Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Pará.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2000.

FADEL; Luiz Paulo de Sousa Leão; TUPIASSU, Lise; GROS-DÉSORMAUX, Jean-Raphael. O impacto do ICMS verde nos municípios prioritários do Estado do Pará. **Revista de Estudos Empíricos em Direito**, v. 5, n. 2, p. 6-86, ago. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.19092/reed.v5i2.232>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

FERREIRA, Luciano Cavalcante de Souza. **ICMS Verde: um estudo sobre a adequação de seus indicadores à sustentabilidade amazônica**. 2016. 141p. Dissertação (Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito) – Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, 2016.

IMAZON. **Desmatamento no Pará chega a quase 4 mil Km² nos últimos 12 meses, maior derrubada entre os estados da Amazônia**. Imazon, 2023. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/para-lidera-ranking-de-desmatamento-da-amazonia-em-julho/#:~:text=Nos%20%C3%BAltimos%2012%20meses%2C%20de,vezes%20o%20tamanho%20de%20Bel%C3%A9m>. Acesso em: 16 abr. 2023.

JOÃO, Cristina Gerber. **ICMS Ecológico: um Instrumento Econômico de Apoio à Sustentabilidade 2004**. 240p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PARÁ. **Lei nº 9.064, de 25 de maio de 2020**. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC/PA). Diário Oficial do Estado: Pará, 2020

PARÁ. **ICMS Verde: critério ecológico no Estado do Pará**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade: Pará, 2021. Disponível em: <https://icmsverde.semas.pa.gov.br/A%C3%A7%C3%B5es_Equipe_ICMS_Verde/Cartilha_ICMS_%20Verde.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021

ROCHA, Gilberto de Miranda *et al.* Unidades de Paisagem e morfologia da Zona Costeira. *In*: ROCHA, Gilberto de Miranda; MORAES, Sérgio Cardoso de. **Uso do Território e gestão da zona costeira do Estado do Pará**. Belém: NUMA/UFPA, 2018. p. 35-47

Revista Ciência Geográfica

Ensino - Pesquisa - Método

Corpo de Pareceristas/Referees' Board

1- Fundamentos e Pesquisa em Geografia:

Prof. Dr. Carlos José Espíndola (UFSC/Florianópolis – SC – Brasil)
Prof. Dr. Lucas Labigalini Fuini (IFSP/São João da Boa Vista – SP – Brasil)
Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói – RJ – Brasil)
Prof. Dr. Zeno Soares Crocetti (UNILA/Foz do Iguaçu – PR – Brasil)

2- Geografia Humana:

Prof. Dr. Edson Belo Clemente de Souza (UEPG/Ponta Grossa – PR – Brasil)
Profª. Drª. Franciele Miranda Ferreira Dias (SEE/Ourinhos – SP – Brasil)
Profª. Drª. Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Prof. Dr. Nelson Rego (UFRGS/Porto Alegre – RS – Brasil)
Prof. Dr. Ruy Moreira (UFF/Niterói – RJ – Brasil)
Prof. Dr. Wellington dos Santos Figueiredo (Centro Paula Souza/Cabrália Paulista – SP – Brasil)

3- Geografia Física:

Prof. Dr. Alexandre Luiz Rauber (UNIFAP/Oiapoque – AP – Brasil)
Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho (UFES/Vitória – ES – Brasil)
Prof. Dr. Humberto Alves Barbosa (UFAL/Maceió – AL – Brasil)
Prof. Dr. José Mauro Palhares (UNIFAP/Oiapoque – AP – Brasil)
Prof. Dr. Lucivânio Jatobá (UFPE/Recife – PE – Brasil)
Profª. Drª. Patrícia Helena Mirandola Garcia (UFMS/Três Lagoas – MS – Brasil)

4- Ensino e Aprendizagem de Geografia:

Prof. Dr. Genylton Odilon Rego da Rocha (UFPA/Belém – PA – Brasil)
Profª. Drª. Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Ijuí – RS – Brasil)
Profª. Drª. Lana de Souza Cavalcanti (UFGO/Goiânia – GO – Brasil)
Prof. Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza/Lins – SP – Brasil)
Profª. Drª. Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP/Bauru – SP – Brasil)
Profª. Drª. Sílvia Aparecida de Sousa Fernandes (UNESP/Marília – SP – Brasil)
Profª. Drª. Sonia Maria Vanzella Castellar (USP/São Paulo – SP – Brasil)
Profª. Drª. Thiara Vichiato Breda (UNIFEESPA/Xinguara – PA – Brasil)

Corpo de Consultores (ad hoc)

Prof. Dr. Adnilson de Almeida Silva (UNIR/Porto Velho – RO – Brasil)
Prof. Dr. Celso Antonio Fonseca Rosas (UEPG/Ponta Grossa – PR – Brasil)
Profª. Drª. Célia Alves de Souza (UNEMAT/Cáceres – MT – Brasil)
Dr. Danton Leonel de Camargo Bini (IEA/Araçatuba – SP – Brasil)
Prof. Dr. Edson Luís Piroli (UNESP/Ourinhos – SP – Brasil)
Prof. Dr. Elvís Christian Madureira Ramos (UFMS/Corumbá – MS – Brasil)
Profª. Drª. Helena Copetti Callai (UNIJUÍ/Ijuí – RS – Brasil)
Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira (UFGO/Goiânia – GO – Brasil)
Profª. Drª. Jeani Delgado Paschoal Moura (UEL/Londrina – PR – Brasil)
Profª. Drª. Lisandra Pereira Lamoso (UFMS/Dourados – MS – Brasil)

Profª. Drª. Lucy Ribeiro Ayach (UFMS/Aquidauana – MS – Brasil)
Profª. Drª. Márcia Siqueira de Carvalho (UEL/Londrina – PR – Brasil)
Prof. Dr. Marcos Aurélio da Silva (UFSC/Florianópolis – SC – Brasil)
Profª. Drª. Maria José Martinelli S. Calixto (UFMS/Dourados – MS – Brasil)
Prof. Dr. Paulo Roberto Joia (UFMS/Aquidauana – MS – Brasil)
Prof. Dr. Ricardo Castillo (UNICAMP/Campinas – SP – Brasil)
Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione (UNESP/Tupã – SP – Brasil)
Prof. Dr. Rodrigo Penna-Firme (PUC/Rio de Janeiro – RJ – Brasil)
Prof. Dr. Roberto Braga (UNESP/Rio Claro – SP – Brasil)
Prof. Dr. Saint-Clair Cordeiro da Trindade Júnior (UFPA/Belém – PA – Brasil)

Normas para apresentação dos originais para publicação

1 - A Revista CIÊNCIA GEOGRÁFICA – Ensino, Pesquisa e Método é a publicação eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru – SP. Recebe e publica artigos inéditos e resenhas elaboradas por geógrafos, estudantes de pós-graduação, professores de Geografia da educação básica e superior e ou de ciências afins.

2 - Os artigos serão publicados a partir de revisão realizada dentro das normas técnicas do periódico, podendo conter, no mínimo 10 (dez) e no máximo 40 (quarenta) páginas, incluindo resumos e referências bibliográficas. Os títulos, resumos e palavras-chave dos respectivos artigos deverão vir em língua portuguesa, inglesa e espanhola ou francesa.

2.1 - Os artigos deverão ser revisados por profissional de Língua Portuguesa antes de envio para avaliação e publicação (ENVIAR DECLARAÇÃO EM ANEXO).

3 - A Revista Ciência Geográfica publica artigos em Português, Inglês, Francês e Espanhol sobre Geografia ou de ciências afins dentro das modalidades a seguir:

3.1 - Artigos originais: texto inédito que seja resultado de investigação científica e/ou tecnológica, projeto de qualquer natureza ou notas de pesquisa de campo;

3.2 - Não publicamos artigos oriundos de Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação (TCC). O estudante de graduação, contudo, poderá enviar artigos na qualidade de coautor do texto elaborado por mestres ou doutores que aparecerão como autores principais.

3.3 - Notas de pesquisa de campo: sistematização de dados ou informações inéditas colhidas em campo. Mínimo de 8 (oito) e máximo 25 (vinte e cinco) páginas, incluindo resumos e referências bibliográficas;

3.4 - Artigos sobre Educação: trabalhos de pesquisas desenvolvidos no âmbito da educação básica e superior de Graduação e Pós-Graduação, relacionados com o ensino de Geografia ou de ciências afins;

3.5 - Artigos sobre assuntos relevantes de interesse geral da Geografia ou de ciências afins;

3.6 - Artigos de revisão destinados à apresentação do progresso em área específica da Geografia;

3.7 - Resenhas sobre textos clássicos ou de referência para os estudos de Geografia ou de ciências afins (no máximo de 1.200 palavras);

3.8 - Cartografias, imagens e outras expressões gráficas: mapas, gráficos e outras figuras em que se descrevam a metodologia ou o modo de criação (softwares, técnicas etc.) (no máximo de 1.200 palavras);

3.9 - Artigos didáticos-pedagógicos sobre temas relacionados à Geografia ou de ciências afins, empregados na prática docente, que serão incluídos na seção “A Sala de Aula”, sendo no máximo cinco artigos por edição da Revista, com mínimo de 8 (oito) e máximo de 12 (doze) páginas.

4 - Os artigos submetidos deverão ter no máximo 4 autores. Artigos com mais autores serão desclassificados automaticamente.

4.1 - Para a análise, o artigo será encaminhado pelos Editores da Revista aos avaliadores ad hoc, mas sem conter o nome dos autores. Caso existam críticas ou sugestões dos avaliadores, o artigo será remetido pelos Editores ao(s) autor(es) para que se procedam as alterações solicitadas.

4.1.1 - Quando houver referência ao próprio autor, usar-se-á a forma (Autor, ano).

4.2 - Um Autor só pode voltar a publicar na Revista Ciência Geográfica após haver transcorrido seis meses de sua última publicação.

5 - Direitos autorais: Ao submeter um artigo para a Revista Ciência Geográfica, o(s) Autor (es) assume(m) que a contribuição é original e inédita. Que não está em processo de avaliação ou foi publicada em outra revista, no mesmo formato, sem a permissão por escrito dos editores. Quando um artigo com mais de um Autor subentende-se que o responsável pela submissão tem o consentimento dos demais Autores.

6 - A apresentação dos originais deve obedecer, obrigatoriamente, ao que se especifica a seguir:

a) O artigo deverá ser remetido através do site da AGB Bauru no endereço: <https://agbbauru.org.br/sub-artigo> e gravado em formato DOC ou DOCX em quaisquer dos aplicativos de edição de textos a seguir: Microsoft Word, OpenOffice, BrOffice, LibreOffice. A página será de tamanho A4, fonte Arial, corpo 12, entrelinhas com espaçamento 1,5, margens com 2,5 cm e sem número de página;

b) Título em caixa alta e negrito. Subtítulo em fonte de corpo 10;

c) Identificação dos Autores, abaixo do título e dois subtítulos;

d) Referência sobre o(s) Autor(es) no rodapé da primeira página do texto, com Minibio, ORCID e E-mail de cada um;

e) Artigos contendo mapas, figuras ou fotografias só serão aceitos estando essas imagens com resolução mínima de 300dpi (pontos por polegada) e com ampliação na largura das margens do artigo no papel A4 no formato JPG ou PNG. Para verificação, se a imagem ampliada na largura das margens do papel ficar com boa visibilidade e entendimento, poderá ser utilizada;

f) Tabelas e Quadros deverão ter seus dados digitados. Na forma de imagens (escaneadas, fotografadas ou retiradas da internet) não serão aceitas;

g) Notas relativas ao corpo do texto serão identificadas em ordem crescente na sequência da numeração dos autores e serão apresentadas obrigatoriamente ao final do texto, antes das referências bibliográficas.

h) O resumo poderá ter o máximo de 150 palavras; nas palavras-chave, apenas de 3 a 5 palavras.

7 - Idioma da submissão do resumo será obrigatório em três idiomas:

a) em português;

b) em inglês;

c) em espanhol ou francês.

8 - Citações:

8.1 - Todas as citações devem constar o sobrenome do Autor e o ano da publicação (e seguindo as orientações da ABNT 10520/2023);

8.2 - Citações literais devem conter também o número da(s) página(s) onde ocorrem;

8.2.1 - Citações literais de até três linhas serão registradas no corpo do parágrafo, entre aspas e sem itálico;

8.2.2 - Citações literais com mais de três linhas serão registradas com recuo à esquerda de 4 cm, em corpo 11, entrelinha simples, sem aspas e sem itálico.

9 - Referências: As referências bibliográficas (se houver) após o texto, serão registradas em ordem alfabética, obedecendo as normas da ABNT:

9.1 - Livro: SOBRENOME, nomes. Título do livro: subtítulo (se houver). Edição (se houver). Local de Publicação: Editora, ano da publicação. No caso de autoria coletiva, devem constar os nomes do(s) organizador(es);

9.2 - Artigo: SOBRENOME, I. N. A. Título do artigo. Título do periódico, Cidade, volume, número, páginas (inicial e final), mês, ano.

9.3 - Tese/dissertação/monografia: SOBRENOME, I. N. A. Título: subtítulo. Tese/Dissertação/Monografia (Doutorado/Mestrado/Graduação em [Área de Conhecimento]) – Instituto/Faculdade, Universidade, Cidade, ano.

9.4 - Auxílio para a geração das referências nos sites:

<https://more.ufsc.br/inicio> ou

<https://referenciabibliografica.net/a/pt-br/ref/abnt>

10 - A ordem de publicação dos trabalhos é de competência exclusiva dos Editores da revista e do conselho editorial. A ordem de publicação levará em conta:

a) data da apresentação dos originais obedecidas as normas acima;

b) temática atual, envolvendo interesse científico, didático, de divulgação, extensão, afinidade com outros artigos e retomada de abordagens dos temas e situações afins;

c) disponibilidade de espaço em cada edição do periódico.

11 - As opiniões expressas nos artigos são de inteira responsabilidade dos respectivos Autores.

12 - Dado o caráter não lucrativo do periódico, os Autores não são ressarcidos pela publicação dos artigos.

13 - Os artigos devem ser encaminhados para o seguinte endereço no site da AGB Bauru, com o preenchimento da ficha: <https://agbbauru.org.br/sub-artigo>.

14 - Em caso de dúvidas pontuais, contatar: agb@agbbauru.org.br ou lourenco.junior@fatec.sp.gov.br.

15 - ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS SEÇÃO LOCAL BAURU - SP

CNPJ 00.407.524/0001-00

Rua Pedro Oliveira Tavares, 2-148 – Jardim Colonial

Bauru – SP – CEP 17047-595

Fone: (14) 99711-1450 (Prof. Lourenço Magnoni Júnior)

E-mail: agb@agbbauru.org.br

Site: <https://www.agbbauru.org.br>

CIÊNCIA

ISSN Online: 2675-5122
ISSN-L: 1413-7461

Geográfica

ENSINO - PESQUISA - MÉTODO

 **Editora
Saraiva**

associação
dos geógrafos
brasileiros

 **Seção Bauru**