



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

NATÁLIA VALÉRIA BRAGA SOUSA

DINÂMICA ESPACIAL DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BACANGA: Um estudo integrado sobre degradação ambiental, justiça socioambiental e
estratégias de conservação.

São Luís – MA

2025

NATÁLIA VALÉRIA BRAGA SOUSA

**DINÂMICA ESPACIAL DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BACANGA: Um estudo integrado sobre degradação ambiental, justiça socioambiental e
estratégias de conservação.**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA) da Universidade Federal do
Maranhão para a obtenção do título de
mestre, seguindo a linha de pesquisa
Recursos Naturais e Humanos em Sistemas
Costeiros.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a. Larissa Barreto

São Luís – MA

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa, Natália Valéria Braga.

Dinâmica espacial da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga: Um estudo integrado sobre degradação ambiental, justiça socioambiental e estratégias de conservação / Natália Valéria Braga Sousa. - 2025.
69 f.

Orientador(a): Larissa Barreto.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Ecologia de Paisagem. 2. Fragmentação. 3. Urbanização. 4. Educação Ambiental. 5. Justiça Socioambiental. I. Barreto, Larissa. II. Título.

NATÁLIA VALÉRIA BRAGA SOUSA

**DINÂMICA ESPACIAL DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BACANGA: Um estudo integrado sobre degradação ambiental, justiça socioambiental e
estratégias de conservação.**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente (PRODEMA) da Universidade
Federal do Maranhão como requisito para
obtenção do grau de Mestre em
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Larissa Barreto (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Denilson da Silva Bezerra (Membro interno)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Profª. Dra. Edyane Moraes dos Santos (Membro externo)
Instituto Federal do Maranhão – IFMA

Profª. Dra. Flávia Rebelo Mochel (Suplente interno)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro
(Suplente externo)
Universidade Estadual de São Paulo – UNESP Rio Claro

*“Tudo posso naquele que me fortalece.”
Filipenses 4:13, Biblia Sagrada*

AGRADECIMENTO

A realização desta dissertação foi possível graças a muitas mãos, encontros e afetos.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que nunca me deixou faltar forças em nenhum momento.

À minha orientadora, Larissa Barreto, pela confiança, paciência e orientação sensível, que me permitiu crescer academicamente e pessoalmente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFMA), pela oportunidade de formação crítica, interdisciplinar e comprometida com as questões socioambientais.

À minha família, por todo amor, apoio e compreensão nos momentos de ausência e silêncio. Em especial, ao meu esposo, pela presença incondicional e por me apoiar em um período tão sensível: o nascimento do nosso filho, ocorrido enquanto eu ainda estava no processo de escrita desta dissertação. À minha mãe, ao meu pai e à minha sogra, que foram essenciais para que eu pudesse conciliar essa dupla jornada.

Aos colegas da 3ª turma do PRODEMA, em especial à minha amiga Dione, pelas trocas, escutas e cumplicidade ao longo do percurso.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pelo compartilhamento generoso de conhecimento e experiências.

Aos funcionários do DEOLI, sempre dispostos a ajudar com atenção e gentileza.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio à pesquisa.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), por tornar possível o acesso e a continuidade da minha formação acadêmica.

Ao Núcleo Geoambiental (NUGEO), da Universidade Estadual do Maranhão, que foi fundamental na elaboração do capítulo 1 desta dissertação.

Às comunidades, aos territórios e às paisagens que inspiraram este estudo — e a todos os profissionais do Serviço Social que constroem, cotidianamente, uma práxis comprometida com a justiça socioambiental.

Por fim, agradeço a mim mesma, por não ter desistido.

SOUSA, N.V.B. SPATIAL DYNAMICS OF THE LANDSCAPE IN THE BACANGA RIVER BASIN: An integrated study on environmental degradation, socio-environmental justice, and conservation strategies, São Luís, 2024. Dissertation (Master's Degree in Development and Environment). Federal University of Maranhão.

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB), em São Luís – MA, desempenha um papel fundamental para a biodiversidade local e a qualidade de vida das comunidades que dependem de seus recursos. No entanto, a urbanização desordenada tem intensificado a fragmentação da paisagem, a degradação ambiental e a vulnerabilidade social na região. Diante desse cenário, esta pesquisa investiga as mudanças espaciais na BHRB entre 2013 e 2023, analisando os impactos ecológicos e socioeconômicos dessas mudanças e explorando estratégias interdisciplinares para a gestão sustentável do território. O estudo foi desenvolvido em dois eixos metodológicos. O primeiro, abordado no Capítulo 1, utiliza a Ecologia de Paisagem como base teórica, aplicando sensoriamento remoto e métricas espaciais para quantificar a fragmentação ambiental. Dados do MapBiomas e da Identificação Visual foram comparados para avaliar as mudanças no uso e cobertura do solo ao longo de uma década. A análise, realizada no QGIS 3.28.6, permitiu identificar padrões de perda de vegetação, crescimento urbano e conectividade ecológica. O segundo eixo, tratado no Capítulo 2, adota uma abordagem teórica e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica sistemática e análise interdisciplinar. Foram consultadas fontes acadêmicas indexadas, priorizando estudos sobre justiça socioambiental, fragmentação ambiental e metodologias participativas na Educação Ambiental Crítica. A pesquisa buscou convergências entre Serviço Social, Ecologia de Paisagem e Educação Ambiental, destacando como essas áreas podem contribuir para a mitigação dos impactos socioambientais e para a ampliação da participação comunitária na governança ambiental. Os resultados do Capítulo 1 indicam que, apesar do crescimento urbano, houve uma redução no número de fragmentos, sugerindo um processo de consolidação da paisagem. No entanto, essa consolidação ocorre de forma desigual, com avanço da ocupação irregular sobre áreas ecologicamente sensíveis e aumento da vulnerabilidade social das comunidades ribeirinhas. A análise interdisciplinar do Capítulo 2 revelou que a degradação ambiental e as desigualdades socioespaciais estão interligadas, tornando essencial a adoção de políticas públicas diferenciadas. A pesquisa reforça a Educação Ambiental Crítica como ferramenta de mobilização social e construção de soluções sustentáveis, propondo estratégias que conciliem recuperação ecológica, controle da expansão urbana e fortalecimento da governança participativa.

Palavras-chave: Ecologia de Paisagem, Fragmentação, Urbanização, Educação Ambiental, Justiça Socioambiental.

SOUSA, N.V.B. *SPATIAL DYNAMICS OF THE LANDSCAPE IN THE BACANGA RIVER BASIN: An integrated study on environmental degradation, socio-environmental justice, and conservation strategies*. São Luís, 2024. Qualificação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Maranhão.

ABSTRACT

The Bacanga River Watershed (BHRB), located in São Luís – Maranhão, plays a vital role in preserving local biodiversity and ensuring the quality of life for the communities that rely on its resources. However, unplanned urbanization has intensified landscape fragmentation, environmental degradation, and social vulnerability in the region. In this context, the present research investigates spatial changes in the BHRB between 2013 and 2023, analyzing the ecological and socioeconomic impacts of these transformations and exploring interdisciplinary strategies for sustainable territorial management.

The study was structured around two methodological axes. The first, addressed in Chapter 1, adopts Landscape Ecology as its theoretical foundation, employing remote sensing and spatial metrics to quantify environmental fragmentation. Data from MapBiomas and Visual Identification were compared to assess changes in land use and land cover over the decade. The analysis, conducted using QGIS 3.28.6, enabled the identification of patterns related to vegetation loss, urban expansion, and ecological connectivity.

The second axis, presented in Chapter 2, employs a theoretical and exploratory approach based on a systematic literature review and interdisciplinary analysis. Indexed academic sources were consulted, prioritizing studies on socio-environmental justice, environmental fragmentation, and participatory methodologies in Critical Environmental Education. The research sought to identify convergences between Social Work, Landscape Ecology, and Environmental Education, highlighting how these fields can contribute to mitigating socio-environmental impacts and enhancing community participation in environmental governance.

The findings from Chapter 1 indicate that, despite ongoing urban expansion, there has been a reduction in the number of landscape fragments, suggesting a process of landscape consolidation. However, this consolidation is occurring unevenly, with irregular settlements encroaching upon ecologically sensitive areas and increasing the social vulnerability of riverside communities. The interdisciplinary analysis in Chapter 2 revealed that environmental degradation and socio-spatial inequalities are deeply interconnected, underscoring the need for differentiated public policies. This research reinforces Critical Environmental Education as a tool for social mobilization and the co-creation of sustainable solutions, proposing strategies that integrate ecological restoration, control of urban sprawl, and the strengthening of participatory governance.

Keywords: *Landscape Ecology, Fragmentation, Urbanization, Environmental Education, Socio-environmental Justice.*

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Proteção Permanente
AW	Atividade da água
BHRB	Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga
CAEMA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EAC	Educação Ambiental Crítica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCID	Instituto das Cidades
MP-MA	Ministério Público do Maranhão
PEB	Parque Estadual do Bacanga
PEVs	Pontos de Entrega Voluntária
ProNEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SEMA-MA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMFAZ	Secretaria Municipal de Fazenda
SEMMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Área de estudo, localizada na Ilha do Maranhão.	29
Figura 2 - Proporção por classe dos dados do MapBiomás e da Identificação Visual (2013/2023)	34
Figura 3 - Comparação das classes na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga.....	Erro! Indicador não definido. 5
Figura 4 - Densidade demográfica na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga..	Erro! Indicador não definido. 7
Figura 5 - Imagem de satélite dos bairros Vila Nova, Tamancão, Vila Mauro Fecury I, Vila Ariri, Anjo da Guarda - Vila São Raimundo, Alto da Esperança, Alto da Esperança – Residencial Ana Jansen, Vila Bacanga, Gancharia que adentram o manguezal (linha de cor vermelha) e da delimitação da Bacia (linha de cor amarela).	Erro! Indicador não definido. 8

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Agrupamento das classes de acordo com cada método utilizado.....	31
Quadro 2 - Métricas de paisagem analisadas.	32

SUMÁRIO

I.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
II.	OBJETIVOS.....	13
III.	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
	IMPORTÂNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	14
	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA.....	16
	PAISAGEM.....	17
	ECOLOGIA DA PAISAGEM E FRAGMENTAÇÃO.....	18
	ÁREA DE ESTUDO.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21
I.	CAPÍTULO 1 – DINÂMICA ESPACIAL DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: CONTRASTES ENTRE O MAPBIOMAS E A IDENTIFICAÇÃO VISUAL (2013- 2023).....	25
	Introdução.....	27
	Metodologia.....	29
	Área de estudo.....	29
	Sensoriamento remoto e coleta de dados de campo.....	30
	Análise das métricas de paisagem.....	30
	Resultados e Discussão.....	32
	Conclusão.....	46
	Referências.....	47
II.	CAPÍTULO 2 - JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL E SERVIÇO SOCIAL: ESTRATÉGIAS CRÍTICAS NOS ESPAÇOS URBANOS	50
	Introdução.....	51
	Metodologia.....	52
	Resultados e discussão.....	53
	Educação Ambiental Crítica e Ecologia de Paisagem.....	56
	Justiça Socioambiental e o Papel da Ecologia de Paisagem.....	59
	Conclusão.....	61
	Referências.....	62
III.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	ANEXOS.....	67

I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pesquisa intitulada **“DINÂMICA ESPACIAL DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: Um estudo integrado sobre degradação ambiental, justiça socioambiental e estratégias de conservação”** busca compreender como as transformações na paisagem urbana impactam a vida das comunidades e quais estratégias podem ser propostas para conciliar conservação ambiental, justiça social e planejamento territorial.

A dissertação é estruturada em dois capítulos complementares, sendo o capítulo 1 a ser submetido à **revista Caderno Prudentino de Geografia Qualis/Capes é A3**. O capítulo examina as mudanças no uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga entre 2013 e 2023, comparando os dados do MapBiomas e da Identificação Visual, utilizando imagens de alta resolução mapeadas através do Qgis. A análise por métricas de paisagem evidencia o avanço da fragmentação ambiental e a redução da vegetação natural, reforçando a necessidade de políticas públicas para reduzir esses impactos.

E o capítulo 2 a ser submetido à **revista Cadernos Metrópole, que tem como enfoque o debate de questões ligadas aos processos de urbanização e à questão urbana, nas diferentes formas que assume na realidade contemporânea. Trata-se de periódico dirigido à comunidade acadêmica em geral, especialmente às áreas de Arquitetura e Urbanismo, Planejamento Urbano e Regional, Geografia, Demografia e Ciências Sociais. Possui classificação A1 pelo Qualis/Capes**. Este capítulo explora a relação entre Serviço Social, Ecologia de Paisagem e Educação Ambiental Crítica, demonstrando como a interdisciplinaridade pode promover justiça socioambiental. O capítulo também enfatiza o papel da Educação Ambiental na conscientização da população e na mobilização social para enfrentar os desafios ambientais.

Esta pesquisa busca responder como as mudanças na estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, entre 2013 e 2023, têm impactado a qualidade ambiental e social do território, e de que forma abordagens interdisciplinares podem subsidiar estratégias de conservação e promoção da justiça socioambiental?

Este estudo é relevante, pois contribui para a compreensão das relações entre estrutura da paisagem, processos de degradação ambiental e desigualdades socioespaciais em contextos

urbanos. Em um cenário marcado por intensos processos de urbanização desordenada, especialmente em cidades situadas em áreas ecologicamente sensíveis, torna-se fundamental analisar como as transformações no território impactam tanto os ecossistemas quanto as condições de vida das populações humanas.

Também, ao adotar uma abordagem que articula elementos da Ecologia de Paisagem, do Serviço Social e da Educação Ambiental Crítica, o estudo avança na construção de alternativas teóricas e práticas voltadas à conservação ambiental e à promoção da justiça socioambiental. Além de aprofundar o debate sobre a fragmentação da paisagem e seus efeitos sobre a qualidade ambiental e social dos territórios, a pesquisa propõe caminhos para uma gestão mais participativa e integrada, fortalecendo o papel das comunidades locais na governança dos bens naturais e na construção de soluções sustentáveis.

Nessa perspectiva, além deste item **I. Considerações Iniciais**, a dissertação foi estruturada da seguinte forma: **II. Objetivos**, **III. Revisão de Literatura**, **IV. Capítulo 1** intitulado “Dinâmica Espacial do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga: contrastes entre o MapBiomas e a Identificação Visual (2013-2023)” – na íntegra, a ser submetido de acordo com as normas da revista, **V. Capítulo 2** intitulado “Educação Ambiental Crítica e Ecologia de Paisagem: estratégias do Serviço Social na mitigação de vulnerabilidades socioambientais” – na íntegra, a ser submetido de acordo com as normas da revista e **VI. Considerações Finais**.

IV. OBJETIVOS

GERAL

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar as mudanças ambientais e socioeconômicas ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga entre 2013 e 2023, avaliando os impactos da urbanização desordenada sobre a estrutura da paisagem e a qualidade de vida das comunidades locais. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a. Avaliar a fragmentação da paisagem e os impactos ambientais dos processos de urbanização na BHRB entre 2013 e 2023, a partir da comparação entre os dados do MapBiomas e do mapeamento supervisionado sobre uso e cobertura do solo;

- b. Analisar as transformações na paisagem da Bacia do Rio Bacanga e seus impactos ambientais e socioespaciais, identificando áreas críticas para ações de recuperação ecológica.
- c. Propor estratégias interdisciplinares para mitigação dos impactos socioambientais na BHRB, articulando conservação ecológica, promoção da justiça socioambiental e fortalecimento da participação social.

V. REVISÃO DE LITERATURA

IMPORTÂNCIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Moraes e Lorandi (2016) destacam que, ao longo do tempo, diferentes pesquisadores apresentaram variadas interpretações sobre o conceito de bacia hidrográfica. Embora sua definição seja simples, sua aplicação é versátil, permitindo identificar bacias em múltiplas escalas — desde pequenas áreas de captação de riachos até grandes sistemas como os das bacias do Amazonas e do Mississipi. Com exceção de bacias sem conexão externa, como a do Mar Cáspio (Ásia/Europa) ou que deságuam diretamente no oceano, como a do rio Itapicuru-Mirim (Maranhão) todas estão inseridas em áreas maiores.

Os autores também ressaltam que a divisão de grandes bacias em sub-bacias facilita a análise ambiental, incluindo a qualidade da água e as atividades humanas na região. Essa abordagem permite relacionar o estado da água com o uso do solo e outros fatores, ajudando a identificar problemas e processos impactantes ao ambiente (Moraes & Lorandi, 2016).

O monitoramento sistemático das bacias hidrográficas tornou-se essencial devido à crescente pressão antrópica sobre os recursos hídricos. O crescimento populacional e a urbanização desordenada têm gerado poluição e comprometido tanto a qualidade quanto a disponibilidade de água (Cunha *et al.*, 2023). Machado *et al.* (2022) explicam que a acelerada urbanização, iniciada na década de 1970, marcou a transição de uma economia agrária para uma urbano-industrial. Esse processo resultou em falta de planejamento, ocupação irregular de áreas sensíveis, como encostas e margens de rios, e graves impactos ambientais, como a poluição de ecossistemas aquáticos.

Gutierrez (2019) destaca que, devido ao avanço da ocupação humana, a hidrologia tem se tornado uma ciência cada vez mais relevante, uma vez que o crescimento populacional tem gerado impactos negativos na quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Nesse contexto, o planejamento da ocupação das bacias hidrográficas deve considerar não apenas o aumento da

demanda por água, mas também as áreas propensas a inundações e outros desastres, o que torna necessário o desenvolvimento de projetos que atendam a múltiplos objetivos.

Para enfrentar esses desafios, é crucial acompanhar as tendências dos recursos hídricos, avaliando tanto as influências humanas — como esgoto, resíduos industriais e uso intensivo do solo — quanto fatores naturais, como chuvas e secas (Cunha *et al.*, 2023). Um planejamento estratégico possibilita identificar áreas críticas e implementar medidas que garantam a sustentabilidade desses recursos.

Nesse contexto, a gestão ambiental participativa tem sido um elemento essencial para a sustentabilidade das bacias hidrográficas no Brasil. Experiências bem-sucedidas em diferentes regiões do país mostram que a inclusão da comunidade no planejamento e na tomada de decisões pode contribuir para a mitigação de impactos ambientais, recuperação ecológica e melhoria da governança hídrica (Abers & Keck, 2013). Modelos aplicados em outras bacias hidrográficas indicam que estratégias como gestão descentralizada, educação ambiental e fortalecimento de comitês de bacia são fundamentais para equilibrar conservação e desenvolvimento (Mesquita, 2018; Tundisi, 2008; Lanna, 1996). Um exemplo disso é a experiência Comitê Guandu (no Estado do Rio de Janeiro). Na pesquisa de Britto e Johnsson (2013), foi identificado que um dos pontos positivos do Comitê Guandu é a participação ativa e o envolvimento dos atores sociais, abrangendo tanto a sociedade civil quanto os demais integrantes. O aperfeiçoamento de seu funcionamento apoia-se no diálogo e na negociação entre representantes de diferentes setores, bem como na cooperação entre os atores dos governos estadual e municipais.

Dessa forma, a bacia hidrográfica emerge como unidade central para a gestão ambiental, integrando abordagens multidisciplinares e promovendo o equilíbrio entre conservação e desenvolvimento socioeconômico. Além disso, desempenha papel vital para comunidades dependentes desses recursos, contribuindo para melhorar a qualidade de vida local (Bordallo, 1995). Assim, a visão ampliada da bacia hidrográfica, aliada a processos participativos, permite não apenas preservar ecossistemas, mas também harmonizar o uso dos recursos naturais com o bem-estar humano, garantindo maior efetividade nas estratégias de gestão ambiental e governança hídrica.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA

A análise da estrutura da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB) revela-se como um tema de extrema relevância, considerando especialmente o papel crucial

que essa região desempenha para a ilha de São Luís, no Maranhão. A localização estratégica da bacia, aliada à sua importância como fonte de água potável e outros recursos essenciais para a população, torna indispensável sua compreensão e monitoramento contínuo (Nascimento, 2010).

De acordo com Soares *et al.* (2019), entre as diversas bacias hidrográficas presentes em São Luís, a do Bacanga se destaca por sua complexidade ambiental e socioeconômica. No entanto, o crescimento populacional acelerado e a expansão urbana desordenada têm gerado impactos significativos, como a compactação do solo, o assoreamento dos corpos d'água e a poluição difusa. Esses problemas evidenciam a necessidade urgente de planejar o desenvolvimento da região de forma sustentável, garantindo a preservação dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais.

A ocupação histórica da ilha de São Luís, conforme destacam Costa e Zago (2008), foi marcada por um processo acelerado e desorganizado, iniciado com a chegada dos colonizadores europeus e intensificado nas últimas décadas. A falta de alternativas econômicas no campo, associada à desestruturação da propriedade rural e da agricultura de pequena escala, impulsionou um crescimento urbano sem precedentes, concentrando grande parte da população em áreas vulneráveis. Tais vulnerabilidades são múltiplas e profundamente conectadas à paisagem, tanto em sua dimensão física quanto social, como a ocupação de áreas ecologicamente sensíveis, a favelização e ausência de infraestrutura urbana adequada, entre outros. Segundo dados do MMT (2007), a região da BHRB abriga a maior densidade populacional da ilha, com aproximadamente 80 habitantes por hectare, ficando atrás apenas da área próxima ao rio Anil.

Essa urbanização desenfreada teve impactos negativos sobre os sistemas hídricos mais significativos da ilha, incluindo as bacias dos rios Anil e Bacanga. A dinâmica de crescimento populacional foi influenciada pela topografia e pela proximidade ao centro histórico e aos recursos hídricos, resultando em uma ocupação intensa da bacia do Bacanga (Costa; Zago, 2008). O rio Bacanga, em particular, sofreu alterações ambientais profundas desde o período colonial até os dias atuais.

Com o objetivo de reduzir os impactos causados pelas grandes variações de maré na bacia e garantir a ligação viária entre São Luís e o porto do Itaqui, o governo estadual implantou, na década de 1970, uma barragem dotada de comportas nas proximidades da foz do rio Bacanga. A obra possibilitou a formação de um lago artificial com uma área de drenagem estimada em 86 km². Caso o sistema de comportas fosse devidamente operado e equipado com

os dispositivos adequados, seria possível regular os níveis da água, permitindo a entrada e saída controlada da maré e mantendo o nível do lago em torno da cota de 4 metros (MMT, 2007).

Entretanto, a deterioração das estruturas e o uso inadequado do sistema ao longo do tempo favoreceram a expansão urbana desordenada em áreas da bacia situadas abaixo da cota originalmente prevista. Muitos dos ocupantes dessas áreas residem entre as cotas de 4 e 1,5 metros, o que os expõe a constantes alagamentos, especialmente em períodos de chuvas intensas combinadas com o mau funcionamento das comportas. A operação deficiente também compromete a renovação das águas entre o lago e o estuário, prejudicando sua capacidade de autodepuração e agravando a poluição, intensificada pelo lançamento de esgoto doméstico e industrial (MMT, 2007).

O processo de ocupação urbana ao redor do lago do Bacanga apresenta duas configurações distintas: na margem direita, que se estende do centro da cidade até o rio das Bicas, observa-se uma ocupação consolidada com alta densidade, que vai diminuindo à medida que se aproxima do bairro do Sacavém, embora continue em expansão; já na margem esquerda, a ocupação é mais esparsa, excetuando-se o bairro Anjo da Guarda, que possui uma urbanização mais consolidada. Muitos desses assentamentos enfrentam riscos frequentes de alagamento, causados tanto pela forma como as comportas são operadas quanto pelo represamento das águas em canais como o rio das Bicas, resultando em inundações de ruas e de áreas urbanas informais (MMT, 2007).

A atividade agrícola, inicialmente dispersa ao sul da bacia, pode ser considerada um dos primeiros estágios de ocupação da região, funcionando como base para o processo de urbanização que se consolidaria posteriormente. De acordo com Martins (2008), atualmente, é possível identificar um avanço expressivo da ocupação ao longo da margem direita do rio Bacanga, tanto a jusante quanto imediatamente a montante da barragem. Por sua vez, a urbanização da margem esquerda apresenta estreita relação com a implantação da barragem no local (Martins, 2008).

PAISAGEM

A observação e registro da paisagem remontam à pré-história, com expressões nas artes e ciências (Maximiano, 2004). No século XIX, o termo "paisagem" tornou-se uma categoria de análise geográfica, impulsionado por naturalistas franceses e alemães. Na Alemanha, a geografia entendia a paisagem como uma combinação de fatores naturais e humanos até a

década de 1940, enquanto os franceses, influenciados por Paul Vidal de la Blache e Jean Rochefort, viam-na como a relação entre o homem e o espaço físico (Pinheiro, 2019).

Inicialmente, o debate sobre a paisagem focava na dicotomia entre paisagem natural e cultural. Atualmente, é vista como um produto cultural moldado pela interação entre meio ambiente e atividade humana (Pinheiro, 2019). Bertrand (2004) define a paisagem como uma combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e humanos, enquanto Schier (2003) relaciona os conceitos a abordagens filosóficas específicas.

No século XXI, o desafio é lidar com a degradação ambiental devido à produção capitalista, refletindo-se na paisagem como um elemento cultural que expressa valores e a relação humana com o meio ambiente. A ecologia de paisagem (EP), um ramo da ecologia, foca na influência humana e na importância do contexto espacial nos processos ecológicos, essencial para a conservação da biodiversidade (Metzger, 2001).

Assim, a disciplina de EP integra diversas áreas do conhecimento, promovendo uma compreensão mais ampla dos aspectos ecológicos (Naveh & Lieberman, 1994). Existem duas correntes principais na ecologia da paisagem: a europeia, que enfatiza a paisagem cultural e a tipologia, e a americana, mais ligada ao design e arquitetura paisagística. Naveh e Lieberman (1994) destacam desafios como a caracterização de padrões e a elaboração de modelos para conservação. Essa disciplina busca entender como a heterogeneidade espacial influencia processos ecológicos, beneficiando-se de avanços tecnológicos em sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (Metzger, 2001).

ECOLOGIA DA PAISAGEM

A Ecologia da Paisagem (EP) surge como uma abordagem interdisciplinar fundamental para compreender as transformações ambientais contemporâneas. Integrando aspectos das ciências sociais, geofísicas e biológicas, essa disciplina permite uma análise holística das interações entre padrões espaciais e processos ecológicos (Metzger, 2001). Originada na Europa Ocidental, a EP combina perspectivas geográficas e ecológicas para investigar como as atividades humanas influenciam os ecossistemas e a configuração das paisagens (Metzger, 2001).

Um dos principais temas abordados pela EP é a fragmentação de habitats, um fenômeno particularmente relevante em regiões urbanizadas e florestais. A fragmentação é caracterizada pela subdivisão de um habitat contínuo em fragmentos isolados, resultando na perda de biodiversidade, no aumento dos efeitos de borda e na redução da conectividade ecológica

(Fahring, 2003). Esses processos comprometem a funcionalidade dos ecossistemas, afetando tanto a fauna quanto a flora local.

A fragmentação pode ocorrer tanto por processos naturais quanto por ações humanas. Fatores como flutuações climáticas, heterogeneidade de solos, topografia e processos hidrogeológicos influenciam a formação de fragmentos naturais (Constantino *et al.*, 2003). No entanto, a principal causa da fragmentação em larga escala está associada às atividades antrópicas, como caça, exploração agropecuária, queimadas, extração vegetal, lazer, urbanização e a implementação de infraestruturas de transporte, energia e saneamento (Fizon *et al.*, 2003). A degradação da vegetação nativa intensifica a vulnerabilidade dos fragmentos, tornando-os mais suscetíveis a processos erosivos, alterações microclimáticas e perda de espécies (Paglia *et al.*, 2006).

A EP possibilita uma análise detalhada desses impactos por meio do cálculo de métricas da paisagem, que quantificam o grau de fragmentação e seus efeitos sobre os processos ecológicos. Essas métricas podem ser classificadas em três níveis principais: mancha, classe e paisagem. As métricas de composição indicam a riqueza de unidades na paisagem, enquanto as métricas de disposição analisam o número de fragmentos, bordas, distâncias entre fragmentos e conectividade (McGarigal & Marks, 1995; Horning, 2010). Essas análises são essenciais para avaliar a degradação ambiental em áreas fragmentadas, como bacias hidrográficas urbanas, onde a perda de vegetação compromete serviços ecossistêmicos essenciais, incluindo a qualidade da água, o controle climático e a manutenção da biodiversidade.

A fragmentação de habitats resulta em perdas imediatas e contínuas de espécies, além de provocar o isolamento populacional a longo prazo. Isso leva a diversas consequências ecológicas, como a redução da diversidade genética, a extinção local de espécies, a modificação das interações ecológicas e a simplificação estrutural dos ecossistemas (Souza *et al.*, 2014). Além disso, a conversão de áreas naturais em pastagens improdutivas e a extração seletiva de madeira intensificam os impactos da fragmentação, exacerbando a degradação ambiental e as emissões de gases do efeito estufa (Almeida, 2014).

Entretanto, a EP também oferece subsídios para a mitigação desses impactos, fornecendo diretrizes para a conservação e restauração de paisagens degradadas. A heterogeneidade espacial, por exemplo, pode desempenhar um papel positivo ao favorecer a criação de corredores ecológicos, conectando fragmentos e promovendo a dispersão de espécies. Essa abordagem permite a elaboração de estratégias eficazes de gestão ambiental, equilibrando desenvolvimento econômico e preservação ecológica (Cardille & Turner, 2017).

Portanto, a Ecologia da Paisagem fornece uma base teórica e metodológica indispensável para entender os impactos da fragmentação florestal (Forman & Godron, 1986) e propor soluções sustentáveis. Sua abordagem integrada possibilita a formulação de políticas públicas voltadas à conservação ambiental e ao planejamento territorial, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos e o bem-estar das comunidades.

ÁREA DE ESTUDO

A Ilha do Maranhão, localizada ao norte do estado, abrange os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa, com uma população superior a um milhão de habitantes. O clima predominante na região é do tipo tropical chuvoso (AW), caracterizado por chuvas concentradas entre janeiro e abril e temperatura média anual em torno de 28°C. A hidrografia da ilha é composta por diversos rios de pequeno porte, como o Anil e o Bacanga, que deságuam na Baía de São Marcos e possuem estuários com extensa cobertura de manguezais (De Araújo; Teles; Lago, 2009).

De acordo com Soares *et al.* (2019), a Bacia Hidrográfica do rio Bacanga (BHRB), com aproximadamente 11.030 hectares, situa-se na parte noroeste de São Luís. Suas coordenadas aproximadas são de 2°32'26" a 2°38'07" de latitude sul e 44°16'00" a 44°19'16" de longitude oeste. Suas fronteiras são claras: ao norte, a baía de São Marcos; ao sul, o tabuleiro central da ilha na área de Tirirical; a leste, o divisor de águas que separa as bacias dos rios Anil, Paciência e Tibiri; e a oeste, o divisor de águas que a separa da bacia Litorânea oeste, banhada pelas águas da baía de São Marcos (Soares *et al.*, 2019).

Segundo De Araújo; Teles; Lago (2009) a BHRB situa-se no topo de uma pequena porção da bacia sedimentar e possui uma área de 105 km² com um perímetro de 48,86 km e uma hierarquia fluvial de 5ª ordem. Essa hierarquia fluvial indica que o Rio Bacanga é formado pela junção de cinco rios de 4ª ordem ou uma combinação de rios de ordens menores, o que demonstra sua importância na rede de drenagem da região.

Além disso, a BHRB é vital para a comunidade local, abrigando uma variedade de ecossistemas e uma rica biodiversidade, incluindo espécies de aves como juritis, rolinhas e pipiras azuis, além de peixes como acará, traíra e piaba. Na zona de mata de galeria, sua flora é diversificada, contendo árvores frutíferas, leguminosas e gramíneas. Destacam-se também as vegetações de várzea, com o buriti e a juçara sendo protagonistas em determinadas áreas (Santos; Santos, 2011).

O rio Bacanga, elemento central da Bacia, tem nascentes dispersas, principalmente na região do Maracanã, e seus afluentes principais são os rios Garapa e Bicas. Ela é habitada por aproximadamente 23,7% da população de São Luís e desempenha um papel crucial no abastecimento de água da região. O Sistema Sacavém, responsável por fornecer cerca de 18% da água consumida pela população urbana através da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA), obtém grande parte dessa água da Bacia do Bacanga (Macedo, 2011).

A BHRB e seu entorno oferecem diversos serviços ecossistêmicos. Um dos principais espaços que viabilizam esses serviços é o Parque Estadual do Bacanga (PEB), cuja vegetação exerce influência significativa sobre o ciclo hidrológico, a qualidade do ar e a composição do solo. No interior do Parque, encontra-se ainda o Reservatório do Batatã, responsável pela captação de água destinada ao abastecimento doméstico de uma parcela considerável da população de São Luís.

Além disso, destacam-se os serviços culturais, definidos pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM) como “os benefícios não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas por meio do enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas” (MILCU, et al., 2013, p. 01). Esses serviços se manifestam por meio do uso dos ecossistemas para lazer, turismo, atividades científicas e vivências espirituais. Na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB), alguns dos principais atrativos associados a esses serviços são o Sítio Tamancão, o Lago do Bacanga, o Sítio Piranhenga, o Sítio do Físico, as Trilhas do Maracanã e o Parque da Juçara.

REFERÊNCIAS

ABERS, R. N.; KECK, M. E. *Practical authority: agency and institutional change in Brazilian water politics*. Oxford: Oxford University Press, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199985265.001.0001>

ALMEIDA, A. S. de; VIEIRA, I. C. G. *Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 9, n. 3, p. 476-487, jul. 2014. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993x>.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>

BORDALLO, C. L. A. **A bacia hidrográfica como unidade de planejamento dos recursos hídricos**. 1995. 150 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

BRITTO, A. L.; JOHNSON, R. M. F. Gestão Participativa e Integrada das Águas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Uma Análise do Funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. In: **VIII Congresso Ibero sobre Gestion e Planification del Agua**, 2013. Disponível em: <http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/8cigpa/article/view/332/0>. Acesso em: 28 mar 2024.

CARDILLE, J. A.; TURNER, M. G. Understanding Landscape Metrics. In: GERGEL, S. E.; TURNER, M. G. (org.). **Learning Landscape Ecology**. Springer, 2017. p. 28–40. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6374-4_2.

CONSTANTINO, R. *et al.* Causas naturais. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003. p. 43–64. (Série Biodiversidade, 6). Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/123456789/979/1/Fragmenta%c3%a7%c3%a3o%20de%20ecossistemas.pdf>. Acesso em: 28 mar 2024.

COSTA, E.; ZAGO, F. **Dinâmica histórica e urbana de São Luís**. Instituto da Cidade Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural – INCID. Prefeitura Municipal de São Luís, 2008. Disponível em: https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2241_2229_dinamica_urbana.pdf. Acesso em: abr. 2024.

CUNHA, A. L. X. *et al.* Previsão de chuvas para o município de Vitória de Santo Antão – PE. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 01-21, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n10-051>.

DE ARAÚJO, Elienê Pontes; TELES, Mércia Gabriely Linhares; LAGO, Willinielsen Jackeline Santos. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal: INPE, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.07.25/doc/4631-4638.pdf>. Acesso em: 02 fev 2024.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

FIREHOCK, K.; WALKER, R. A. **Green infrastructure: map and plan the natural world with GIS**. Redlands: Esri Press, 2019.

FISZON, J. T. *et al.* Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003. p. 65–99. (Série Biodiversidade, 6). Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/123456789/979/1/Fragmenta%c3%a7%c3%a3o%20de%20ecossistemas.pdf>. Acesso em: 28 mar 2024.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

GUTIERRES, Henrique Elias Pessoa. **Proposta metodológica para a avaliação dos impactos geomorfológicos a partir dos estudos de impacto ambiental das barragens de Serro Azul e Igarapeba no Estado de Pernambuco**. 2019. 315 f. : il. ; 30 cm. Tese (Doutorado em

Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39458>. Acesso em: 29 abr 2024.

HORNING, N; ROBINSON, J. A.; STERLING, E. J.; TURNER, W; SPECTOR, S. **Remote sensing for ecology and conservation: a handbook of techniques**. Oxford: Oxford University Press, 2010. 467 p. (Techniques in Ecology & Conservation). DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780199219940.001.0001>.

LANNA, A. E. L. **Introdução à gestão ambiental e à análise econômica do ambiente**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, 1996.

MACEDO, L. A. A. de. **Urbanização da Ilha de São Luís e seus impactos ambientais nos recursos hídricos: análise no período de 1970 a 2010**. São Luís: Editora UEMA, 2011. 148 p.

MACHADO, S. S. *et al.* Planejamento e regulação dos sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas em municípios mineiros da bacia hidrográfica do Rio Mucuri. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v. 16, n. 3, p. 01-21, 2022. DOI: <http://10.24857/rgsa.v16n3-016>.

MARTINS, Ana Luiza Privado. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Bacanga (São Luís - MA) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para um manejo sustentável**. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, 2008.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações Sobre o Conceito de Paisagem. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 83-91, Editora UFPR, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>.

MESQUITA, Luis Fábio Gonçalves. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 45, p. 56-80, abr. 2018. DOI: <http://10.5380/dma.v45i0.47280>. e-ISSN 2176-9109.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1–10, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>.

MORAES, M. E. B. de; LORANDI, R. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. 1. ed. Campinas: Editus, 2016. 283 p. ISBN 9788574554242. e-ISBN 9788574554433. DOI: [10.7476/9788574554433](https://doi.org/10.7476/9788574554433).

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>.

MMT PLANEJAMENTO E CONSULTORIA AMBIENTAL. **Projeto de aperfeiçoamento da governança municipal e da qualidade de vida de São Luís: Avaliação Ambiental Regional (Regional Environmental Assessment – REA)**. São Luís: Município de São Luís – MA, jul. 2007. Disponível em: https://documents1.worldbank.org/curated/en/365661468015867423/pdf/E16930v20CD0RE_A0Sao0Luis.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.

NASCIMENTO, J. D. **O Índice de Sustentabilidade Ambiental do uso da Água (ISA) como ferramenta de contribuição às Políticas Públicas de desenvolvimento e conservação na bacia do rio Bacanga**, São Luís/MA, 2010. 95 folhas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, 2010.

NAVEH, Z; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology: theory and application**. 2. Ed. New York: Springer-Verlag, 1994. 360 p.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2331-1>.

PAGLIA AP, FERNANDEZ FAZ, MARCO-JR. P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes? In: Rocha CFD, Bergallo HG, Sluys MV, Alves MAS, editors. **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: Rima; 2006. p. 281-316.

PINHEIRO, Paula Fernanda Viegas. **Fragmentação florestal em áreas protegidas na Amazônia maranhense e conservação da biodiversidade**. 2019. 120f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação). Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SANTOS, S. R. Dos; SANTOS, P. C. Dos. Área de Proteção Ambiental do Maracanã em São Luís (Maranhão, Brasil): aspectos socioambientais e o desenvolvimento local na atividade turística. **Turismo & Sociedade**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 71-90, abril de 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/tes.v4i1.21383>.

SOARES, Leonardo Silva; CASTRO, Antônio Carlos Leal de; SILVA, Marcelo Henrique Lopes; SILVA, Edson Vicente da. Índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas: estudo de caso das sub-bacias do Batatã e Maracanã, São Luís/MA. Planeta Amazônia: **Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, Macapá, v. 11, p. 93-105, 2019. ISSN 2177-1642. DOI: <https://doi.org/10.18468/planetaamazonia.2019n11.p93-105>.

SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T. De.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral-MG. **Revista Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 631-644, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509815743>.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Editora UFPR. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v7i0.3353>.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>.

VI. CAPÍTULO 1 – DINÂMICA ESPACIAL DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: CONTRASTES ENTRE O MAPBIOMAS E A IDENTIFICAÇÃO VISUAL (2013-2023)

Artigo submetido à Revista Caderno Prudentino de Geografia. Qualis A3.

DINÂMICA ESPACIAL DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: CONTRASTES ENTRE O MAPBIOMAS E A IDENTIFICAÇÃO VISUAL (2013-2023)

Natália Valéria Braga Sousa¹ - Orcid: <http://orcid.org/0009-0009-4018-7053>
 Eferson Marchezan de Oliveira Braga² - Orcid: <http://orcid.org/0009-0008-6376-6886>
 Larissa Barreto³ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3396-4821>

¹ Universidade Federal do Maranhão (UFMA)*

² Universidade Federal do Maranhão (UFMA)**

³ Universidade Federal do Maranhão (UFMA)***

Resumo: Este estudo analisa as mudanças no uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB), Ilha de São Luís – Maranhão, entre 2013 e 2023, utilizando dados do MapBiomas e Identificação Visual. A combinação dessas metodologias revelou a expansão urbana desordenada como principal fator de impacto ambiental, promovendo a homogeneização da paisagem, redução dos fragmentos e ampliação da área urbanizada, sobretudo ao norte e nordeste da bacia. As classes dominantes foram Área Urbanizada e Vegetação Natural, evidenciando a pressão antrópica sobre ecossistemas sensíveis, como manguezais e áreas alagáveis. A análise das métricas de paisagem apontou fragmentação e perda de conectividade ecológica em toda a Bacia, o que intensifica vulnerabilidades socioambientais, como enchentes, redução da biodiversidade e comprometimento de serviços ecossistêmicos. Com base nos achados, propõem-se estratégias em cinco eixos: recuperação da vegetação, controle da expansão urbana, gestão de resíduos e saneamento, mitigação de enchentes e fortalecimento da governança. O estudo destaca a relevância da integração entre ferramentas automatizadas e análise visual na avaliação das mudanças no uso do solo, subsidiando ações de planejamento territorial e conservação aplicáveis a outras regiões.

Palavras-chaves: Uso e cobertura do solo; Expansão urbana; Fragmentação da paisagem; Sustentabilidade; Governança ambiental

SPATIAL DYNAMICS OF LAND USE IN THE BACANGA RIVER BASIN: CONTRASTS BETWEEN MAPBIOMAS AND VISUAL IDENTIFICATION (2013-2023)

Abstract: This study analyzes land use and land cover changes in the Bacanga River Basin (BHRB), located on São Luís Island, Maranhão, between 2013 and 2023, using data from MapBiomas and Visual Identification. The combination of these methodologies revealed unplanned urban expansion as the main driver of environmental impact, promoting landscape homogenization, reduction in natural fragments, and

an increase in urbanized areas—particularly in the northern and northeastern portions of the basin. The dominant land cover classes were Urbanized Area and Natural Vegetation, indicating strong anthropogenic pressure on sensitive ecosystems such as mangroves and floodplains. Landscape metrics analysis revealed widespread fragmentation and loss of ecological connectivity across the basin, intensifying socio-environmental vulnerabilities such as flooding, biodiversity loss, and the degradation of ecosystem services. Based on these findings, strategies are proposed across five axes: vegetation restoration, control of urban expansion, waste and sanitation management, flood mitigation, and governance strengthening. The study highlights the relevance of integrating automated tools and visual analysis to assess land use changes, supporting territorial planning and conservation actions applicable to other regions.

Keywords: Land use and land cover; Urban expansion; Landscape fragmentation; Sustainability; Environmental governance.

Dinámica espacial del uso del suelo en la Cuenca Hidrográfica del Río Bacanga: contrastes entre MapBiomass y la Identificación Visual (2013-2023)

Resumen: Este estudio analiza los cambios en el uso y la cobertura del suelo en la Cuenca Hidrográfica del Río Bacanga (CHRB), ubicada en la Isla de São Luís, Maranhão, entre los años 2013 y 2023, utilizando datos de MapBiomass e Identificación Visual. La combinación de estas metodologías reveló que la expansión urbana desordenada fue el principal factor de impacto ambiental, promoviendo la homogeneización del paisaje, la reducción de fragmentos vegetales y la ampliación del área urbanizada, especialmente en las regiones norte y noreste de la cuenca. Las clases dominantes fueron Área Urbanizada y Vegetación Natural, lo que evidencia la presión antrópica sobre ecosistemas sensibles como los manglares y las zonas inundables. El análisis de las métricas del paisaje indicó fragmentación y pérdida de conectividad ecológica en toda la cuenca, intensificando vulnerabilidades socioambientales como inundaciones, pérdida de biodiversidad y deterioro de los servicios ecosistémicos. A partir de los hallazgos, se proponen estrategias en cinco ejes: restauración de la vegetación, control de la expansión urbana, gestión de residuos y saneamiento, mitigación de inundaciones y fortalecimiento de la gobernanza. El estudio destaca la relevancia de integrar herramientas automatizadas con análisis visual para evaluar los cambios en el uso del suelo, apoyando acciones de planificación territorial y conservación replicables en otras regiones.

Palabras-clave: Uso y cobertura del suelo; Expansión urbana; Fragmentación del paisaje; Sostenibilidad; Gobernanza ambiental.

Introdução

A dinâmica do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB), localizada na Ilha de São Luís (MA), reflete os desafios ambientais e socioambientais associados, principalmente, à urbanização desordenada, conforme apontado por Lopes (2016). A área em questão apresenta ecossistemas de elevada relevância ecológica, como manguezais, zonas alagáveis e remanescentes de vegetação nativa. No entanto, ao longo das últimas décadas, esses ambientes vêm sendo submetidos a intensos processos de degradação, sobretudo em função da redução progressiva da cobertura vegetal, o que compromete suas funções ecológicas e a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação climática, o controle de inundações, a purificação da água e a conservação da biodiversidade (COSTANZA et al., 1997; MEA, 2005; MMA, 2012).

Essas mudanças impactam a estrutura ecológica local, especialmente a biodiversidade, a qualidade do habitat e a conectividade entre os fragmentos de vegetação. A perda de áreas naturais reduz a oferta de serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica, controle da erosão e manutenção da qualidade da água, comprometendo tanto os sistemas ambientais quanto as comunidades dependentes dos recursos naturais.

A expansão urbana tem promovido a ocupação irregular de áreas de grande relevância ecológica, como planícies inundáveis e margens de corpos d'água, resultando em assentamentos precários habitados por populações vulneráveis. Estudos destacam que essas áreas apresentam extrema pobreza, ausência de serviços básicos e condições insalubres (Dos Santos, 1997; Soares *et al.*, 2021). Além disso, a ocupação inadequada contribui para a degradação acelerada de manguezais e matas ciliares, com graves prejuízos ambientais.

Nos assentamentos urbanos próximos a rios e áreas baixas, o sistema de drenagem pluvial é frequentemente precário ou inexistente, agravado pelo descarte inadequado de resíduos sólidos, que eleva a poluição dos corpos d'água, conforme observado por Lopes (2016). Essa situação representa riscos à saúde pública e compromete a biodiversidade local. Pesquisas em regiões semelhantes, como o estuário do Pina (PE) e Paranaguá, evidenciam que o crescimento urbano descontrolado degrada habitats críticos e prejudica serviços ecossistêmicos, como proteção contra erosão e manutenção da biodiversidade (Cavalcanti Silva *et al.*, 2018; Da Silva *et al.*, 2015).

Para compreender as transformações na BHRB entre 2013 e 2023, este estudo integrou dados automatizados do MapBiomas com interpretações visuais detalhadas de imagens de satélite de alta resolução. Também foi utilizada a metodologia proposta por Morgan *et al.* (2010) para contextualizar estados anteriores da paisagem. Essa abordagem híbrida permitiu superar limitações metodológicas e fornecer uma análise robusta das mudanças espaciais e seus impactos socioambientais.

A conectividade estrutural e funcional exerce papel central na dinâmica das paisagens, especialmente em contextos submetidos à intensa pressão antrópica. A fragmentação do habitat, frequentemente associada à expansão urbana, compromete a conectividade estrutural ao interromper a continuidade física entre áreas naturais. Esse isolamento dificulta processos ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes, o fluxo gênico entre populações e o deslocamento de espécies, afetando diretamente a conectividade funcional. (Calabrese & Fagan, 2004; Grober Dunsmore *et al.*, 2009).

No caso da BHRB, a expansão urbana desordenada tem intensificado a fragmentação dos habitats naturais, comprometendo a conectividade estrutural. Como consequência, há impactos diretos sobre a conectividade funcional, o que aumenta a vulnerabilidade ecológica da paisagem e prejudica o equilíbrio dos ecossistemas locais. Laurance (1997) destaca que áreas fragmentadas tendem a perder biodiversidade rapidamente, especialmente quando isoladas por zonas urbanas ou infraestrutura antrópica.

Nesse sentido, as métricas de paisagem são amplamente utilizadas para quantificar e descrever padrões espaciais em paisagens heterogêneas. Segundo Metzger (2006), elas podem ser classificadas em duas categorias principais: os índices de composição, que são relacionados às características das unidades da paisagem, como riqueza, área ocupada e dominância espacial dos fragmentos; e os índices de configuração, que se referem à disposição espacial dessas unidades, considerando aspectos como fragmentação, conectividade e forma dos fragmentos.

Horning *et al.* (2010) destacam que os pesquisadores geralmente utilizam entre quatro e cinco métricas para caracterizar a composição, o tamanho, a forma e os processos de configuração dos fragmentos. No entanto, não há um consenso sobre a melhor forma de agrupá-las. Em termos gerais, as métricas de composição quantificam variedade, frequência e área dos elementos da paisagem, enquanto as métricas de configuração analisam a forma e a disposição espacial dos fragmentos.

De acordo com Cardille e Turner (2017), essas métricas são essenciais para descrever paisagens de forma objetiva, convertendo percepções qualitativas como 'aglomeradas', 'dispersas' ou 'fragmentadas' em dados quantificáveis. Como a identificação de padrões espaciais é crucial para a ecologia da paisagem, é fundamental compreender as métricas mais utilizadas.

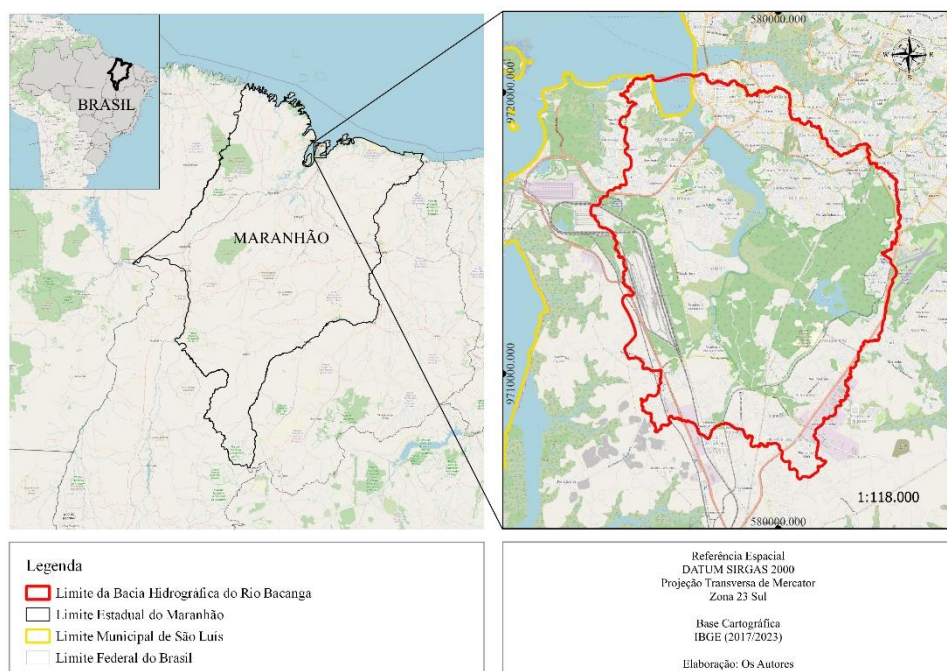
O estudo combinou técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com o uso de ferramentas de SIG no ambiente QGIS, para a análise da paisagem da área. A validação dos dados foi realizada a partir de informações de campo obtidas por interpretação visual e comparação com imagens de alta resolução, conduzidas em ambiente de laboratório, conforme os critérios previamente estabelecidos. Os resultados revelaram que a classe dominante na paisagem é a área urbanizada, seguida pela vegetação natural, evidenciando os impactos sobre ecossistemas locais, principalmente manguezais e áreas inundáveis. A integração dessas metodologias possibilita uma caracterização detalhada das mudanças no uso do solo, subsidiando intervenções ambientais mais eficazes, ações de conservação e planejamentos territoriais mais efetivos.

Material e Método

Área de Estudo

Segundo Santos (2017), a ilha de São Luís está localizada ao norte do estado do Maranhão, na Região Nordeste do Brasil, dentro do domínio geoambiental conhecido como Golfão Maranhense (Figura 1). A ilha possui uma área total de 1.455,1 km² e inclui os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa.

Figure 1 - Mapa de localização da Área de estudo, localizada na Ilha do Maranhão.



Fonte: Autoria própria (2025).

De acordo com o Censo do IBGE de 2022, o município de São Luís apresentava 1.037.775 habitantes, seguido de São José de Ribamar com 244.579 habitantes, Paço do Lumiar com 145.643 habitantes e Raposa com 30.839 habitantes (IBGE, 2022). A BHRB, objeto deste estudo, está localizada em São Luís, Maranhão, e representa a maior bacia hidrográfica da capital, cobrindo 12,33% do território municipal, com um perímetro de 44,2 km e um rio principal de 19 km (Soares, 2021).

Dentro de seu território, inclui duas Unidades de Conservação: o Parque Estadual do Bacanga (PEB), com 3.065 ha (Maranhão, 1980), e a Área de Proteção Ambiental (APA) do Maracanã. O clima, segundo a classificação de Köppen, é quente e úmido (Aw), com uma estação chuvosa de janeiro a junho e uma seca de julho a dezembro (Machado, 2020).

Sensoriamento remoto e coleta de dados de campo

Foram utilizados dados de uso e cobertura do solo (LULC) da Coleção 9 do MapBiomas, que realiza o mapeamento anual da cobertura terrestre no Brasil com resolução espacial de 30 metros, por meio do algoritmo Random Forest aplicado a imagens Landsat no Google Earth Engine. A análise foi realizada no QGIS 3.28.6 LTR, utilizando camadas raster referentes aos anos de 2013 e 2023. Para fins de apresentação cartográfica, os mapas foram elaborados na escala 1:100.000, empregando também o shapefile da área estudada. Posteriormente, os dados raster

foram convertidos para o formato vetorial, originando polígonos que representam 14 classes de uso e cobertura do solo: Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Floresta Alagável, Pastagem, Soja, Outras Lavouras Temporárias, Área Urbanizada, Rios, Lagos e Oceano, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Outras Áreas não Vegetadas, Mineração e Apicum.

A validação dos dados remotos foi realizada em duas etapas, sendo a primeira a aquisição de imagens de satélite. Foram selecionadas imagens Landsat (bandas 4, 5 e 6) disponíveis no USGS Earth Explorer para os anos de 2013 e 2023, priorizando o período seco, entre julho e dezembro, para garantir melhor visibilidade das áreas de interesse. Essa escolha se deve ao fato de que durante a estação seca a cobertura de nuvens e a umidade do solo são reduzidas, o que melhora a qualidade das imagens e facilita a distinção entre diferentes classes de uso e cobertura do solo. As imagens foram analisadas no QGIS e no Google Earth Pro, possibilitando a análise visual assistida. Para fins de apresentação cartográfica foi utilizada a escala 1:50.000, o que permitiu a visualização de 11 classes de uso do solo.

A segunda etapa consistiu no georreferenciamento das imagens e na validação dos dados de uso e cobertura do solo com base em informações de campo analisadas em ambiente de laboratório. As imagens foram ajustadas no sistema de referência SIRGAS 2000, zona 23S, utilizando correções polinomiais para minimizar distorções e garantir precisão espacial. A validação foi realizada por meio de análise visual assistida no Google Earth Pro e no QGIS, com base na comparação entre as classes mapeadas e imagens de alta resolução, levando em conta critérios espectrais, morfológicos e contextuais previamente definidos. No contexto da validação, as coletas de amostras de campo consistiram na seleção e avaliação sistemática de pontos de verificação distribuídos na paisagem, utilizados como referência para confirmar a classificação derivada do sensoriamento remoto. Essa etapa permitiu refinar a categorização do uso do solo e aumentar a confiabilidade dos dados obtidos.

Análise das métricas de paisagem

Neste estudo, as métricas calculadas foram baseadas na metodologia de Turner *et al.* (2017). Os cálculos foram realizados com fórmulas padronizadas para cada métrica, permitindo a comparação entre os anos de 2013 e 2023 (Tabela 1). O objetivo foi avaliar os impactos das mudanças no uso do solo na estrutura ecológica da bacia.

Tabela 1: Métricas de paisagem analisadas.

Métrica	Fórmula
Área da classe	$A_{class} = \sum_{(i=1)}^n A_i$
Área Total	$A_{total} = \sum_{(j=1)}^m A_{class}$
Proporção	$P_{class} = A_{class} / A_{total}$
Tamanho médio dos fragmentos	$TMF = A_{total} / N_{fragmentos}$
Índice de diversidade de Shannon	$H' = -\sum_{(i=1)}^m p_i \cdot \ln(p_i)$
Índice de uniformidade de Shannon	$E = H' / \ln(m)$
Métrica de fragmento	

Elaboração: Autoria própria(2025)

Resultados e Discussão

A análise da caracterização e quantificação espacial da paisagem, realizada a partir das métricas de paisagem, mostrou que a área total que compõe a Bacia do rio Bacanga é de 104,99 km². Com base nessa delimitação espacial, a análise comparativa entre os dados do MapBiomas e da Interpretação visual supervisionada revelou diferenças metodológicas e de interpretação na classificação do uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Bacanga. Enquanto o MapBiomas utiliza algoritmos automatizados para detectar padrões específicos nas imagens de satélite (classificação supervisionada automatizada), a Identificação Visual baseia-se na percepção humana, permitindo uma análise mais detalhada de elementos sutis da paisagem.

As principais divergências foram observadas na delimitação de áreas urbanizadas, vegetação natural e agricultura. O MapBiomas, ao adotar uma resolução padronizada (30 m por pixel), pode generalizar algumas classes, levando a possíveis subestimações ou superestimações de determinadas áreas. Já a Identificação Visual, apesar de oferecer maior precisão em detalhes locais, pode estar sujeita a vieses interpretativos e à variação da qualidade das imagens analisadas.

Essas diferenças metodológicas são consistentes com estudos anteriores, como o de Oliveira Junior *et al.* (2019), que identificaram apenas 15% de concordância entre MapBiomas e TerraClass na classificação de vegetação secundária no Pará. O TerraClass é um projeto brasileiro

que tem como objetivo principal mapear o uso e a ocupação das terras em áreas desmatadas da Amazônia Legal, com foco especial nos territórios onde ocorreu desmatamento detectado pelo sistema PRODES (do INPE) (INPE; EMBRAPA, 2011). No estudo, essa discrepância reforça a importância de integrar múltiplas abordagens para uma caracterização mais precisa da paisagem.

Para facilitar a comparação entre os métodos utilizados, as classes de uso e cobertura do solo foram agrupadas conforme suas semelhanças, conforme apresentado no Tabela 2 .

Tabela 2: Agrupamento das classes de acordo com cada método utilizado.

Classe	Agrupamento (Identificação Visual)	Agrupamento (MapBiomias)
Vegetação Natural	Vegetação e Mangue	Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Floresta Alagável
Agricultura	Agricultura	Pastagem, Soja, Outras Lavouras Temporárias
Áreas urbanizadas	Área Urbanizada e Indústrias	Área urbanizada
Corpos d'água	Água	Rios, Lagos, Oceano
Outros	Área Alagável, Formações Não Vegetadas ou Pouco Vegetadas, Área de Uso, Área Antrópica Não Especificada e, Solo Exposto	Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Outras Áreas não Vegetadas, Mineração, Apicum

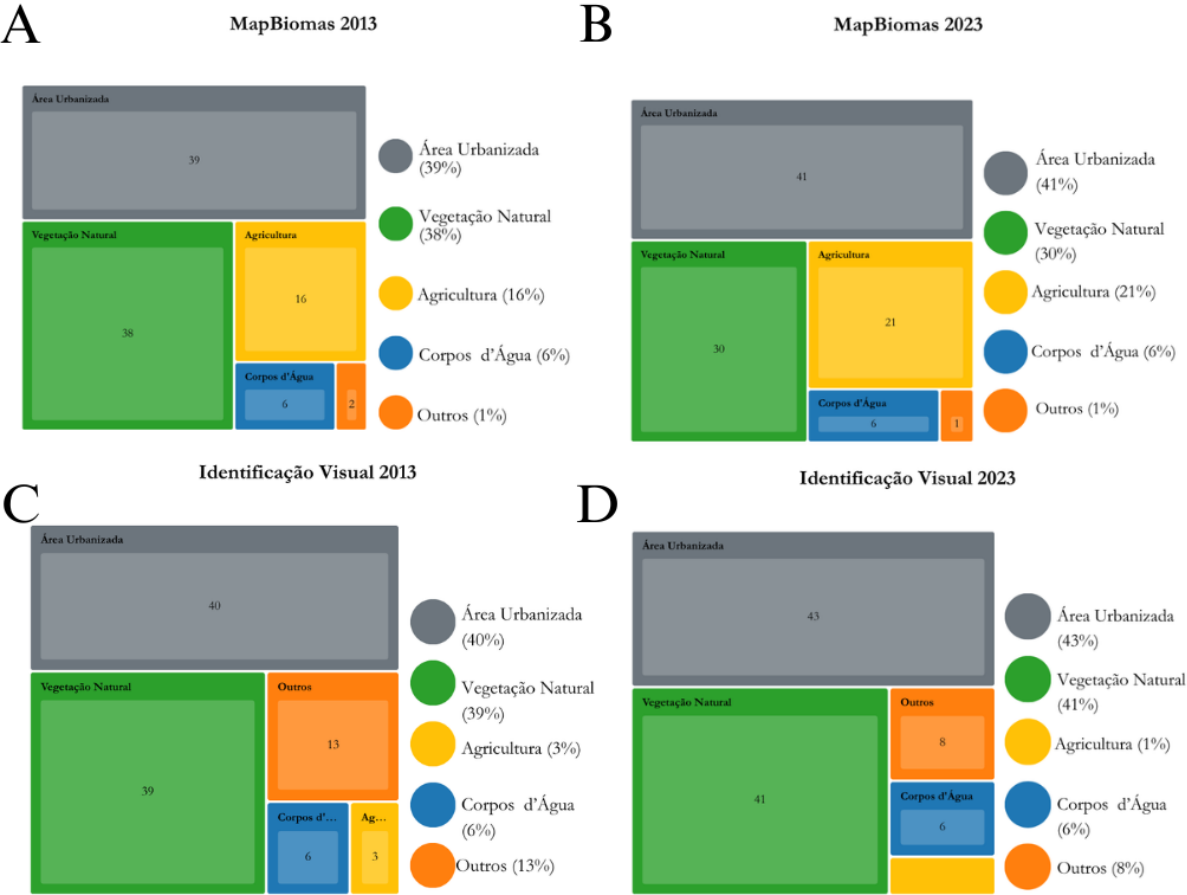
Fonte: Autoria própria (2025)

A Tabela 2 apresenta a organização das classes de uso e cobertura da terra em categorias mais amplas, de acordo com os métodos utilizados no estudo: Identificação Visual e MapBiomias. Esses agrupamentos foram realizados para facilitar a comparação entre os dois métodos e permitir uma análise mais consistente das mudanças na paisagem ao longo do tempo.

A Figura 2 apresenta a distribuição proporcional das classes de uso e cobertura do solo segundo ambos os métodos, evidenciando variações que podem ser explicadas tanto por limitações da resolução espacial quanto pela definição das classes adotadas. Já a Figura 3 ilustra a sobreposição

dos mapas temáticos, destacando áreas de maior divergência e as tendências espaciais de transformação ao longo da década analisada (2013-2023).

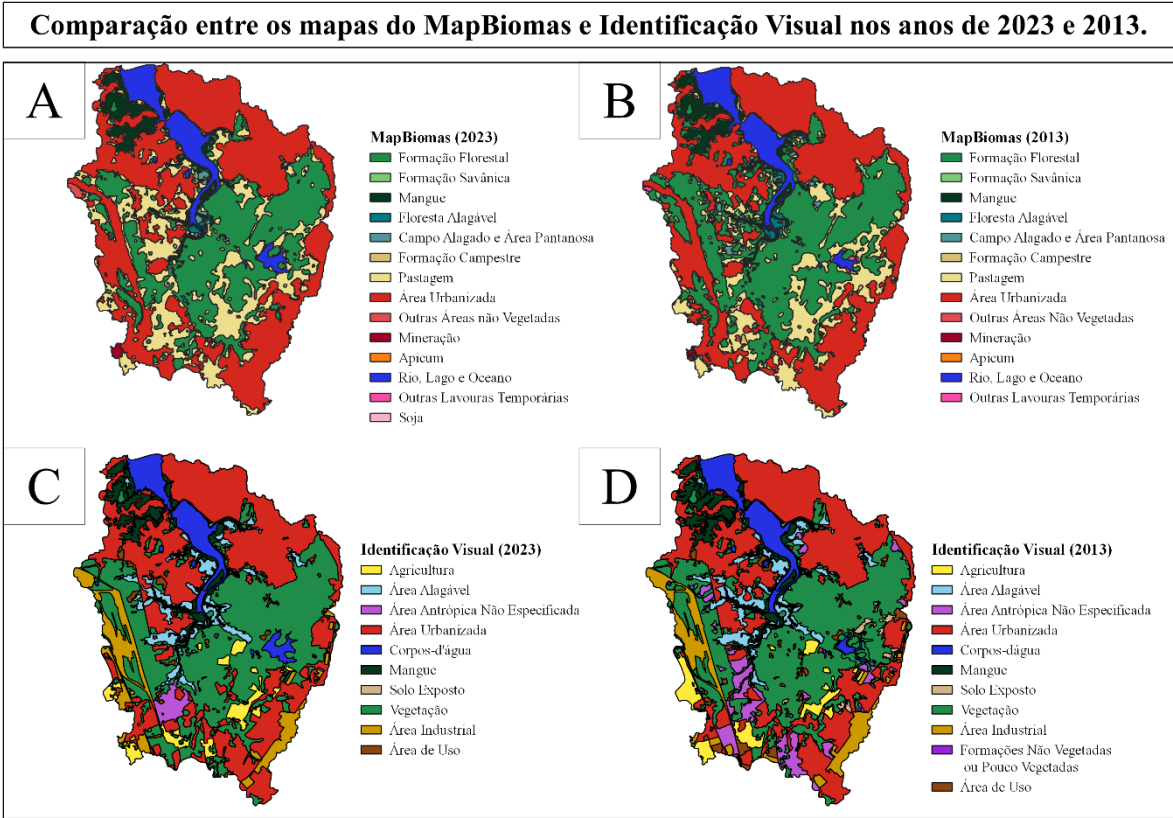
Figura 2 - Proporção por classe dos dados do MapBiomias e da Identificação Visual (2013/2023)



Fonte: Autoria própria (2025)

Os gráficos destacam as diferenças nas áreas ocupadas pelas classes de Vegetação Natural, Área Urbanizada, Agricultura, Corpos d'Água e Outros, evidenciando a dinâmica temporal das mudanças no uso do solo ao longo da década analisada. Os gráficos A e B representam os dados do MapBiomias para os anos de 2013 (A) e 2023 (B), obtidos por meio de classificação automatizada baseada em imagens de satélite e os gráficos C e D representam os dados da Identificação Visual realizada para os anos de 2013 (C) e 2023 (D), obtidos por meio de interpretação visual direta de imagens de alta resolução.

Figura 3- Comparação das classes na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga.



Fonte: Autoria própria (2025)

Os mapas temáticos apresentados na Figura 3 contrastam os resultados obtidos pelo MapBiomas (mapas A e B, referentes aos anos de 2013 e 2023, respectivamente) e pela Identificação Visual (mapas C e D, também correspondentes a 2013 e 2023). Esses mapas permitem visualizar espacialmente as mudanças ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga ao longo do período estudado.

Para facilitar a visualização e a comparação dos dados obtidos por meio do MapBiomas e da Identificação Visual Supervisionada, foi elaborada a Tabela 3, que apresenta as principais classes de uso e cobertura da terra, com os respectivos valores expressos em hectares e percentuais para os anos de 2013 e 2023. A tabela permite observar as diferenças entre os dois métodos de análise, evidenciando tendências de crescimento ou redução nas áreas urbanizadas, de vegetação natural, agricultura, corpos d’água e outras categorias ao longo da década analisada.

Tabela 3 – Comparação entre MapBiomas e Identificação Visual (2013 e 2023), em hectares.

Classe	MapBiomas 2013	MapBiomas 2023	Id. Visual 2013	Id. Visual 2023
Área Urbanizada	4.116 ha	4.313 ha	4.152 ha	4.500 ha

Vegetação Natural	3.938 ha	3.193 ha	4.065 ha	4.254 ha
Agricultura	1.658 ha	2.214 ha	348 ha	315 ha
Corpos d'Água	605 ha	623 ha	598 ha	640 ha
Outros	181 ha	155 ha	15.200 ha	6.900 ha

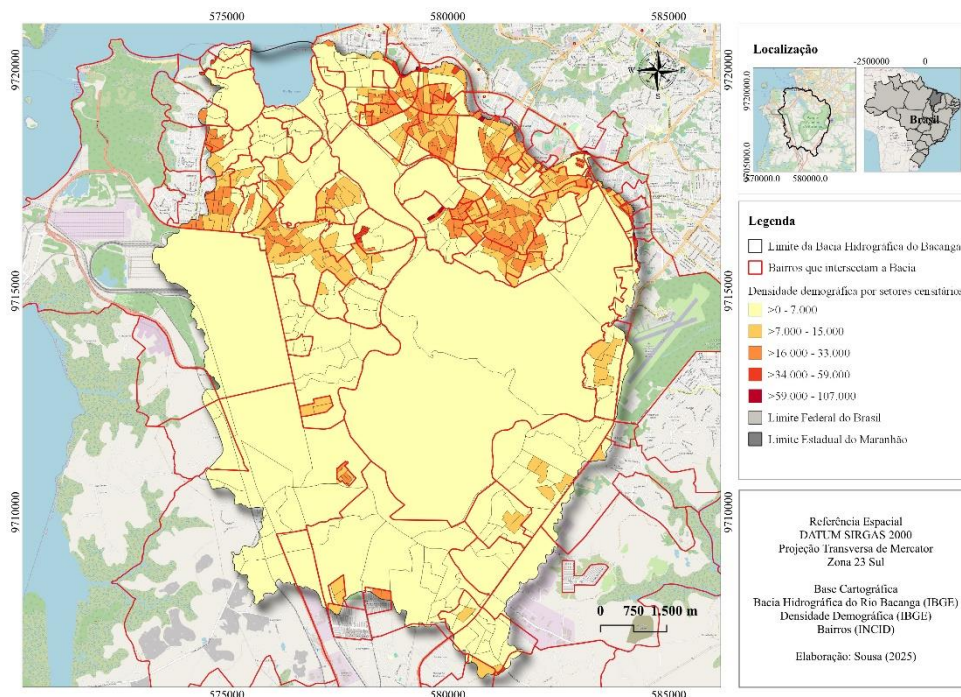
A sobreposição das camadas vetoriais evidencia semelhanças e discrepâncias entre as duas abordagens, destacando áreas de maior transformação no uso e cobertura do solo. Nota-se que, apesar das diferenças metodológicas, a classe dominante na paisagem é a Área Urbanizada, seguida pela classe de Vegetação Natural

Como pode ser observado, a classe Área Urbanizada, segundo dados do MapBiomas, em 2013, somava 41,16 km², representando 39,21% da área total da paisagem. Em 2023, houve um aumento para 43,13 km², ou 41,08% da área total. Já em relação à Identificação Visual, em 2013, as áreas urbanizadas ocupavam 41,52 km², representando 39,54%. E em 2023, a área cresceu para 45 km², ou, 42,86%.

A urbanização na área reflete a expansão dos bairros localizados dentro e ao redor da Bacia. Comparando com Castro (2008), que identificou 60 bairros na região, os dados atuais do Instituto das Cidades (INCID) indicam um aumento para 90 bairros, concentrados principalmente ao norte e nordeste da Bacia (Figura 4). Esse crescimento impacta diretamente fatores socioeconômicos e ambientais.

Ao analisar a perspectiva socioeconômica, percebe-se que essa expansão provavelmente reflete um aumento da densidade populacional, o que impõe a necessidade de ampliação dos serviços básicos, como saneamento, saúde, educação e transporte. A pressão crescente sobre a infraestrutura urbana pode acarretar desafios significativos para a qualidade de vida da população, especialmente na ausência de um planejamento eficiente para acompanhar esse crescimento. Além disso, o surgimento de novos bairros tende a intensificar as desigualdades sociais, caso as áreas mais recentes não contem com acesso equitativo a recursos e oportunidades essenciais.

Figura 4- Densidade demográfica na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga.



Fonte: IBGE (2022) e INCID (2021). Elaboração: Autoria própria (2025).

A Figura 4 apresenta a distribuição da densidade demográfica na Bacia do Bacanga, com base nos dados de setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A representação espacial foi elaborada considerando os bairros que compõem a área da Bacia, destacando as variações na concentração populacional. As áreas em tons mais escuros indicam maior densidade demográfica, enquanto tons mais claros representam menor densidade.

Observou-se que ao norte, a densidade populacional é mais elevada em bairros como Vila Passos, Coreia, Lira, Goiabal, Monte Castelo, Retiro Natal, Bom Milagre, Bairro de Fátima, Areinha, João Paulo, Diamante, Jordoa, Coroadó, Filipinho, Sacavém, Coheb do Sacavém, Salina do Sacavém, Coroadinho, Parque Timbiras, Parque dos Nobres, Vila dos Nobres, Conjunto Dom Sebastião, Primavera, Bom Jesus, Vila dos Frades, Vila Dom Sebastião e Vila Conceição. No noroeste da Bacia, os bairros mais populosos incluem Vila Ariri, Anjo da Guarda, Vila Embratel, Jambeiro e Sá Viana (IBGE, 2022). Esses bairros, muitos dos quais estão localizados em áreas de planície sujeitas a inundações, são particularmente vulneráveis aos impactos ambientais, socioambientais e econômicos gerados pela expansão urbana desordenada.

Já a urbanização acelerada, sob a perspectiva ambiental, tem gerado impactos significativos, como a redução de Áreas de Proteção Permanente (APPs) (Figura 4 e 5), uma vez que estudos (Da Silva *et al.*, 2015; Leal *et al.*, 2017; Cavalcante Silva *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2019) indicam que o crescimento desordenado resultou na destruição de manguezais, aumentando a

vulnerabilidade do estuário a processos erosivos e eutrofização. Além disso, essas áreas enfrentam desafios relacionados a inundações, um problema crônico na Bacia do Bacanga. De acordo com Pereira (2019), aproximadamente 63% da Bacia apresenta relevo plano, com altitudes que favorecem a ocorrência de inundações. As características físicas da área, como a ausência de cobertura vegetal e a composição do solo, contribuem para um maior escoamento superficial, agravando ainda mais o problema. A urbanização descontrolada nas planícies de inundação reduz a capacidade de drenagem natural, resultando em inundações mais frequentes e intensas (Pereira, 2019).

Figura 5 - Imagem de satélite dos bairros Vila Nova, Tamancão, Vila Mauro Fecury I, Vila Ariri, Anjo da Guarda - Vila São Raimundo, Alto da Esperança, Alto da Esperança – Residencial Ana Jansen, Vila Bacanga, Gancharia que adentram o manguezal (linha de cor vermelha) e da delimitação da Bacia (linha de cor amarela).



Fonte: Google Earth Pro (2024). Shapefile: INCID (2021). Elaboração: Autores (2025)

A Figura 5 apresenta uma imagem de satélite que ilustra a delimitação dos bairros localizados na porção noroeste da Bacia, com ênfase na expansão urbana sobre áreas de manguezal.

Esses fatores ambientais (destruição de manguezais, vulnerabilidade do estuário a processos erosivos e eutrofização) não apenas exacerbam as inundações, mas também têm consequências graves para as comunidades locais. Pereira (2019) aponta que cerca de 90% das famílias na área da Bacia são socialmente vulneráveis, com rendimentos baixos, o que agrava os impactos das inundações. Os bairros mais afetados, frequentemente classificados como

assentamentos informais, sofrem com infraestrutura inadequada e alta exposição ao risco. Essa situação é particularmente crítica em regiões onde as condições precárias de moradia e saneamento aumentam ainda mais a vulnerabilidade das populações locais (figura 5), tornando urgente a implementação de medidas de mitigação e adaptação.

No decorrer da Identificação Visual foram observados vários pontos de descarte irregular espalhados na Bacia. A presença de pontos de descarte irregular e consequente contaminação do solo são fatores ambientais que devem ser levados em consideração.

A segunda maior classe, a vegetação natural, apresentou contradição ao longo dos anos. Em 2013, de acordo com o MapBiomias ocupava 39,38 km², representando 37,52%. Em 2023, houve redução para 31,93 km², ou 30,42%. Já de acordo com dados da Identificação visual supervisionada, em 2013, registrou-se 40,65 km², com 38,71%. Já em 2023, a área diminuiu para 42,54 km², ou 40,52%. Isso demonstra a perda de espaço das áreas verdes para outras classes, principalmente a área urbana.

Além dos impactos ambientais, as mudanças no uso do solo têm consequências socioeconômicas significativas para as comunidades locais. A expansão urbana e a degradação dos manguezais têm impactos diretos sobre as comunidades tradicionais que dependem da pesca e da coleta de crustáceos para subsistência (Reis, 2013). Além disso, o aumento das enchentes e a poluição dos corpos d'água comprometem a qualidade de vida da população urbana, exigindo intervenções urgentes para mitigar esses efeitos.

A agricultura teve variações consideráveis entre os métodos. O MapBiomias apontou que em 2013, a agricultura ocupava 16,58 km², representando 15,79%. Já em 2023, a área aumentou para 22,14 km², 21,09%. Na Identificação Visual, em 2013, registrou-se apenas 3,48 km², cerca de 3,32%. E em 2023, a área aumentou para 3,15 km², ou 3,00%.

Essa diferença na agricultura pode ser pelo fato de que as diferenças entre os métodos decorrem da resolução espacial das imagens utilizadas. Como destacado por Rodrigues (2019), a conversão de polígonos para raster pode levar à perda de detalhes em áreas pequenas. Um dos principais desafios na classificação da agricultura está na heterogeneidade do uso do solo, já que a proximidade entre áreas de vegetação, corpos d'água e zonas urbanas dificulta a distinção precisa dos tipos de uso. Além disso, a aplicação de filtros espaciais e temporais, embora essencial para reduzir inconsistências, pode resultar na reclassificação de pequenas áreas heterogêneas dentro de uma classe predominante.

A classe de Corpos d'Água apresentou variações significativas entre 2013 e 2023, possivelmente influenciadas por eventos climáticos extremos, como o El Niño. Durante a fase quente de El Niño, ocorre uma redução nas chuvas na região Nordeste do Brasil, conforme observado em 2012, quando o nível de precipitação foi drasticamente reduzido (Fox-Kemper *et al.*, 2021). Esse fenômeno pode ter contribuído para o contraste no volume de chuvas observado entre os anos analisados na região, embora mais estudos sejam necessários para confirmar essa hipótese. Além disso, as mudanças climáticas globais têm amplificado os impactos desse fenômeno, exacerbando eventos de seca e intensificando os desafios para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, incluindo a BHRB.

Sendo assim, de acordo com dados do MapBiomas, a classe de Corpos d'água, em 2013, cobria 6,05 km², representando 5,76%. Em 2023, houve aumento para 6,23 km², ou 5,93%. Paralelamente a isso, a Identificação Visual, em 2013, registrou 5,98 km², com 5,69%. Em 2023, a classe permaneceu estável em 6,40 km², ou 6,10%.

É importante destacar que a análise das imagens no período seco pode ter influenciado a delimitação da classe Corpos d'Água, devido à redução natural dos níveis de água neste intervalo. Isso pode levar a uma subestimação temporária da área ocupada por corpos d'água nas imagens, impactando a comparação entre os anos analisados.

A categoria Outros, que inclui áreas não especificadas, apresentou pequenas variações. De acordo com o MapBiomas, em 2013, ocupava 1,81 km², representando 1,74%. Em 2023, houve um pequeno aumento para 1,55 km², ou 1,48%.

Com relação aos fragmentos das classes de uso e cobertura do solo, a análise das métricas identificou um total de 1.176 fragmentos presentes nos dados do MapBiomas de 2013 e 1.128 fragmentos em 2023. Uma queda de 48 fragmentos em dez anos. O que caracteriza uma paisagem muito fragmentada. Com relação à Identificação visual, foram registrados 379 fragmentos em 2013 e 297 em 2023. Uma redução de 82 fragmentos em dez anos. O que caracteriza uma paisagem bem menos fragmentada em relação ao MapBiomas.

O tamanho médio dos fragmentos da paisagem para o MapBiomas foi de 0,0893 km² em 2013 e de 0,0931 km² em 2023. Esses valores foram calculados com base na métrica de paisagem 'tamanho médio dos fragmentos', obtida a partir da divisão da área total ocupada por cada classe de uso do solo pelo número total de fragmentos identificados nos dados do MapBiomas (Figura 2). Para a Identificação visual supervisionada, os valores foram de 0,2776 km² em 2013 e 0,3536

km² em 2023, seguindo a mesma metodologia de cálculo. Esses resultados sugerem uma consolidação ou fusão de fragmentos menores em fragmentos maiores ao longo do período analisado.

Segundo Calegari *et al.* (2010), o tamanho médio dos fragmentos é um importante indicador do grau de fragmentação da paisagem. Paisagens com fragmentos menores tendem a ser mais fragmentadas, o que geralmente significa que elas têm uma capacidade reduzida de sustentar uma rica diversidade biológica. Laurance (1997) classificou o tamanho dos fragmentos de acordo com seu valor para a conservação da biodiversidade, de modo que fragmentos de alto valor apresentam medidas maiores que 300 ha, fragmentos com valor mediano apresentam entre 3 e 300 ha e fragmentos de baixo valor apresentam medidas menores que 3 ha. Fazendo a conversão de hectares para quilômetros quadrados (1 ha = 0.01 km²) percebe-se que ambos os conjuntos de dados (MapBiomias e Identificação Visual) indicam que os fragmentos possuem valor mediano de conservação em 2013 e 2023.

O índice de diversidade de Shannon da paisagem foi estimado com base nos dados fornecidos pelo MapBiomias e pela Identificação Visual, utilizando fórmulas padronizadas descritas na metodologia (Figura 2). Os valores obtidos foram calculados diretamente a partir das proporções de área ocupada por cada classe agrupada, conforme descrito por McGarigal e Marks (1995), que estabeleceram as bases teóricas para o uso desse índice em análises de paisagem. Um valor elevado do índice de Shannon indica uma paisagem mais diversa, com maior número de classes distribuídas de forma mais equilibrada — ou seja, nenhuma classe domina significativamente a área total. Por outro lado, valores mais baixos refletem uma paisagem menos diversa, caracterizada por poucas classes predominantes ou uma distribuição desigual entre os tipos de uso e cobertura do solo. Essa métrica, portanto, é útil para avaliar a complexidade e heterogeneidade da estrutura da paisagem ao longo do tempo ou entre diferentes métodos de análise.

De acordo com os dados do MapBiomias, o índice de Shannon foi de 1,261 em 2013 e 1,286 em 2023, o que indica baixa diversidade de usos na Bacia do Rio Bacanga em ambos os anos. Esse índice considera tanto o número de classes presentes quanto o equilíbrio entre suas proporções na paisagem. O pequeno aumento ao longo da década sugere uma distribuição ligeiramente mais equilibrada das classes de uso, o que pode estar relacionado à expansão da área agrícola (de 15,79% para 21,09%) e à redução da vegetação natural (de 37,52% para 30,42%).

Por outro lado, os dados da Identificação Visual apresentaram um índice de Shannon de 1,273 para 2013 e de 1,200 para 2023. Esses valores também indicam baixa diversidade, mas, diferentemente do MapBiomas, houve uma redução no índice ao longo do período. Essa diminuição sugere que a distribuição das classes agrupadas ficou mais concentrada em algumas classes, principalmente a área urbanizada, que aumentou de 39,54% para 42,86%.

Embora os percentuais de área ocupada por determinadas classes, como a área urbanizada, estejam relacionados à composição da paisagem e sejam utilizados no cálculo do índice de Shannon, eles não devem ser confundidos com métricas de fragmentação ou tamanho dos fragmentos. O índice de Shannon avalia a diversidade da paisagem com base na quantidade e na distribuição proporcional das classes de uso e cobertura do solo, não considerando a forma, o tamanho ou a quantidade dos fragmentos. Portanto, embora a elevação da área urbanizada possa influenciar uma redução na diversidade ao concentrar a ocupação em uma classe específica, essa variação percentual não expressa, sozinho, o grau de fragmentação da paisagem, que deve ser avaliado por métricas específicas de configuração espacial.

Esses cálculos foram realizados com base nas proporções de área fornecidas pelas duas metodologias (MapBiomas e Identificação Visual), conforme apresentado no Figura 2. A interpretação dos resultados destaca que valores mais baixos do índice de Shannon indicam menor diversidade e maior concentração em poucas classes de uso do solo.

O índice de uniformidade estimado para o MapBiomas em 2013 foi de 0,784 e, para 2023, aumentou para 0,799. Esses valores foram calculados com base na fórmula padrão do Índice de Uniformidade de Shannon, no qual ele é igual a 1 quando a distribuição de área entre manchas é exatamente a mesma, e tende a 0 quando a distribuição de espaço entre as manchas torna-se cada vez mais dominado por uma classe de mancha (Holanda *et al.* 2010). O aumento no índice sugere que as classes agrupadas estão mais equilibradas em termos de proporção, indicando que o uso e cobertura do solo estão sendo redistribuídos de maneira mais uniforme, com menos domínio de uma única categoria.

Por outro lado, a Identificação Visual apresentou um índice de uniformidade de 0,791 em 2013, que diminuiu para 0,745 em 2023. Essa redução reflete um cenário de maior concentração em determinadas classes, especialmente a área urbanizada, que se tornou mais dominante ao longo do período. Os valores também foram calculados utilizando a mesma metodologia.

Esses resultados são consistentes com os padrões observados nos mapas temáticos (Figura 3) e nas análises quantitativas de uso do solo (Figura 2), que mostram uma tendência de consolidação ou fusão de fragmentos menores em áreas maiores, principalmente em regiões sujeitas à expansão urbana. A literatura sobre ecologia da paisagem, como destacado por Cardille e Turner (2017), valida essa interpretação, pois índices de uniformidade próximos a 1 indicam uma distribuição mais equilibrada entre as classes, enquanto valores mais baixos sugerem maior desigualdade na ocupação do solo.

Nesse contexto, as métricas calculadas para a BHRB também demonstram coerência com estudos prévios, como o de Andrade *et al.* (2020). Esses autores encontraram um índice de diversidade de Shannon de 1,19, para o ano de 2017 na Bacia Hidrográfica do rio Marapanim, indicando baixa diversidade de usos na paisagem. De forma semelhante, os índices calculados para a BHRB variaram entre 1,200 e 1,286, dependendo do método utilizado. Essa proximidade nos valores reforça a ideia de que ambas as bacias apresentam padrões de uso do solo marcados pela predominância de poucas classes.

Com base nessas análises, foram propostas estratégias específicas para a recuperação das áreas degradadas na Bacia do Bacanga, organizadas em cinco eixos principais: recuperação da vegetação e redução da fragmentação; controle da expansão urbana e regularização fundiária; gestão de resíduos sólidos e saneamento básico; mitigação de enchentes e assoreamento; e fortalecimento da governança e políticas públicas.

No primeiro eixo, foi observado que a fragmentação da paisagem é um dos principais impactos identificados na BHRB, com redução significativa no número de fragmentos florestais entre 2013 e 2023, conforme analisado por meio das métricas de paisagem. Para mitigar esse processo e promover a conectividade ecológica, são propostas a criação de Corredores Ecológicos, com a identificação das áreas prioritárias para conectar fragmentos florestais isolados, especialmente no Parque Estadual do Bacanga e na Área de Proteção Ambiental (APA) do Maracanã. Esses corredores podem ser planejados e implementados por meio de parcerias com universidades públicas, privadas e/ou ONGs ambientais, garantindo a participação ativa da sociedade civil.

Além disso, realizar o reflorestamento com espécies nativas, com a promoção de programas de reflorestamento utilizando espécies adaptadas ao ecossistema local. Esses programas podem envolver a comunidade local por meio de mutirões e capacitações, incentivando práticas sustentáveis e gerando empregos verdes, como o Projeto Olhos D'Água da Amazônia.

Outra proposta do primeiro eixo é a Regeneração Natural Assistida, com o monitoramento de áreas degradadas e remoção de espécies invasoras que prejudicam a regeneração natural. Essa ação pode ser realizada por equipes técnicas contratadas pelo governo ou organizações parceiras, com foco em áreas críticas, como margens de rios e manguezais. E ainda, deve ser feito o monitoramento contínuo, utilizando ferramentas de sensoriamento remoto e indicadores ambientais para acompanhar o progresso das intervenções. Esse monitoramento permitirá ajustes nas estratégias e garantirá a efetividade das ações implementadas.

O segundo eixo foca no controle da expansão urbana desordenada e na regularização fundiária sustentável. Essas ações visam minimizar os impactos da urbanização sobre APPs e reduzir os conflitos socioambientais decorrentes da ocupação irregular. Para isso, são sugeridas três principais linhas de ação, sendo a Delimitação de Zonas de Proteção e Recuperação Ambiental, identificando e demarcando áreas críticas, onde a ocupação humana deve ser proibida ou rigidamente controlada. Essa medida busca proteger ecossistemas sensíveis e evitar novas pressões antrópicas.

Promover Programas de Regularização Fundiária Sustentável, buscando legalizar moradias em áreas já ocupadas, mas com a implementação de condições que mitiguem os impactos ambientais, como o plantio de árvores nativas e a construção de sistemas de drenagem adequados.

Nesse sentido, o órgão ambiental responsável por promover essas duas primeiras linhas de ação, seria principalmente a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM), liderando ações locais de delimitação de APPs urbanas e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA-MA), fornecendo suporte técnico e legal para áreas mais amplas. Além disso, a participação do Ministério Público (MP-MA) e do Comitê Gestor da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga seria essencial para garantir a transparência, a sustentabilidade e a eficácia das intervenções.

A terceira linha de ação é incentivar a Educação Ambiental, promovendo campanhas educativas voltadas à conscientização da população sobre os impactos da urbanização desordenada e incentivar práticas sustentáveis, como o manejo adequado de resíduos e a conservação de recursos naturais. Assim, a implementação dessas campanhas de Educação Ambiental pode ser conduzida por diferentes atores, mas a parceria entre governo (SEMA-MA ou SEMMA), universidades e empresas privadas é uma estratégia promissora. Um termo de cooperação técnica entre o governo e universidades pode formalizar a colaboração, enquanto empresas podem apoiar financeiramente as atividades.

Essas iniciativas devem ser priorizadas em bairros como Vila Ariri, Anjo da Guarda, Coroadinho e Sacavém, além de outras áreas de preservação permanente e margens de corpos d'água, onde os impactos da urbanização têm sido mais intensos, devido à combinação de vulnerabilidade ambiental, alta densidade populacional, degradação de APPs e condições socioeconômicas precárias. A articulação entre poder público, comunidades locais e organizações parceiras será essencial para o sucesso dessas intervenções.

No eixo da gestão de resíduos sólidos e saneamento básico, o objetivo é reduzir a poluição do solo e da água causada pelo descarte irregular de resíduos e esgoto. Para isso, sugere-se o aumento no número de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) na região, já que de acordo com informações da Superintendência de Limpeza Pública (SULIP) de São Luís, existem apenas 25 Ecopontos em funcionamento para todo o município (São Luís, 2025); a implementação de coleta seletiva e fortalecimento de cooperativas de catadores, com foco na inclusão social e econômica de catadores de materiais recicláveis. Para isso, é necessário oferecer subsídios, capacitação técnica e equipamentos adequados às cooperativas, garantindo sua sustentabilidade financeira e operacional.

E a adoção de soluções descentralizadas de saneamento, como fossas sépticas e biofiltros, em áreas sem infraestrutura adequada de saneamento, como ocupações informais próximas ao Rio Bacanga. As ações devem se concentrar principalmente nas regiões próximas ao Rio Bacanga e em áreas de ocupação informal sem infraestrutura adequada.

O quarto eixo trata da mitigação de enchentes e do assoreamento, com o objetivo de reduzir o impacto das cheias e evitar o assoreamento dos corpos d'água. As principais ações incluem o desassoreamento do Rio Bacanga e de seus afluentes, a criação de áreas de retenção de água, como jardins de chuva e bacias de infiltração, além da recuperação das matas ciliares. Essas estratégias devem ser priorizadas nos trechos do Rio Bacanga mais afetados pelo assoreamento e em áreas urbanas sujeitas a alagamentos e enchentes.

Por fim, o fortalecimento da governança e das políticas públicas se faz essencial para a gestão eficiente e a articulação entre diferentes atores. A BHRB já conta com um Comitê Gestor, que desempenha um papel fundamental na coordenação das ações de gestão ambiental e no monitoramento das intervenções realizadas. Nesse sentido, este estudo propõe a incorporação de tecnologias modernas de monitoramento, como sensoriamento remoto e indicadores ambientais, para avaliar o impacto das intervenções realizadas na Bacia; maior transparência nos processos decisórios do comitê, divulgando relatórios anuais sobre os resultados alcançados e os recursos

utilizados e; a promoção da participação ativa da população local por meio de consultas públicas e canais de comunicação direta com o comitê.

A implementação dessas estratégias contribuirá para reduzir os impactos da degradação ambiental, melhorar a qualidade de vida da população e garantir a sustentabilidade da Bacia mais a longo prazo. Além disso, a integração dessas ações com dados espaciais e análises do uso do solo permitirá direcionar esforços para as áreas mais vulneráveis, otimizando os resultados das intervenções ambientais.

Conclusões

A análise comparativa entre os dados do MapBiomias e da Identificação Visual revelou diferenças marcantes no uso e cobertura do solo na BHRB. Ambos os métodos indicaram uma tendência de homogeneização da paisagem, com redução de fragmentos e aumento da área urbanizada, impactando áreas naturais como vegetação nativa e manguezais, especialmente em zonas de transição e margens de corpos d'água. As divergências nas classificações refletem as limitações de cada método: o MapBiomias oferece uma visão ampla, mas menos detalhada, enquanto a Identificação Visual fornece maior precisão, porém sujeita a erros interpretativos. A combinação das duas abordagens mostrou-se eficaz para superar essas limitações, possibilitando intervenções ambientais mais adequadas.

Os resultados destacam que a área urbanizada é a classe dominante na paisagem, seguida pela vegetação natural, com crescimento urbano concentrado ao norte e nordeste da bacia, impactando fatores econômicos, sociais e ambientais, especialmente em áreas propensas a inundações. Com base nos achados, foram propostas estratégias organizadas em cinco eixos principais: recuperação da vegetação e redução da fragmentação (com a criação de corredores ecológicos; o reflorestamento com espécies nativas; e a regeneração natural assistida); controle da expansão urbana e regularização fundiária (delimitação as zonas de proteção e recuperação ambiental; com os programas de regularização fundiária sustentável; as campanhas de educação ambiental; e as ações prioritárias em bairros com alta densidade populacional e degradação ambiental); gestão de resíduos sólidos e saneamento básico (ampliando os PEVs; implantando coleta seletiva e fortalecendo de cooperativas de catadores; aplicando soluções descentralizadas de saneamento); mitigação de enchentes e assoreamento (desassoreando o Rio Bacanga e seus afluentes; criando áreas de retenção de água; e recuperando as matas ciliares); e fortalecimento da governança e políticas públicas (com o uso de tecnologias modernas para monitoramento das

intervenções; com maior transparência nas decisões do Comitê Gestor da Bacia; e incentivando à participação popular).

O estudo reforça a importância de integrar ferramentas automatizadas e interpretações visuais para monitorar mudanças no uso do solo, utilizando métricas de paisagem que quantificam padrões espaciais. Para avançar, recomenda-se o uso de dados de alta resolução como imagens de satélite de sensores ópticos avançados (como o Sentinel-2, WorldView ou PlanetScope) e dados de radar (como Sentinel-1), que oferecem maior detalhamento temporal e espacial para detectar alterações finas na cobertura do solo.) e a avaliação da eficácia das estratégias por meio de indicadores socioambientais, que podem incluir a qualidade da água, biodiversidade local, recuperação da vegetação, condições socioeconômicas da população e níveis de participação comunitária.

O monitoramento contínuo deve ser apoiado pelo uso de tecnologias modernas, tais como sensoriamento remoto, drones para imagens aéreas de alta resolução, sistemas de informação geográfica (SIG) para análise espacial, e plataformas de monitoramento participativo via aplicativos móveis que envolvam a comunidade local diretamente no processo. Essa integração tecnológica, junto com a mobilização social, será fundamental para enfrentar os desafios ambientais da BHRB e garantir a sua conservação para as futuras gerações.

Referências

- ANDRADE, Á. S.; RIBEIRO, S. C. A.; PEREIRA, B. W. F.; BRANDÃO, V. P. Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 406–420, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835074>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Serviços ambientais: uma estratégia para a gestão dos ecossistemas**. Brasília, DF: MMA, 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 9 jun. 2025.
- CALABRESE, Justin M.; FAGAN, William F. A comparison-shopper's guide to connectivity metrics. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 10, p. 529–536, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0529:ACGTCTM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0529:ACGTCTM]2.0.CO;2).
- CALEGARI, L. *et al.* Indicadores de fragmentação da paisagem e sua relação com biodiversidade em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Biocontas**, v. 20, n. 4, p. 451–466, 2010.
- CARDILLE, J. A.; TURNER, M. G. Understanding Landscape Metrics. In: GERGEL, S. E.; TURNER, M. G. (org.). **Learning Landscape Ecology**. Springer, 2017. p. 28–40. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6374-4_2.
- CAVALCANTI SILVA, E. R. A.; ASSIS, D. R. S. de; FREIRE SILVA, J.; MELO, J. G. S; GALVÍNCIO, J. D. Análise espaço-temporal das características do mangue urbano no estuário do Pina (Pernambuco). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/7>. Acesso em: 12 jan. 2025.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, London, v. 387, p. 253–260, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1038/387253a0>.

DA SILVA, T.; TONETTI, M.; KRELLING, A. Especiais de adensamento: um estudo sobre a expansão urbana sobre os manguezais no município de Paranaguá. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 14, p. 92–111, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17271/231884723142015939>.

DOS SANTOS, L. E. N. **Caracterização sócio-ambiental de São Luís-MA**. São Luís: Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural, 1997.

GROBER-DUNSMORE, R. *et al.* A landscape ecology approach for the study of ecological connectivity across tropical marine seascapes. In: NAGELKERKEN, I. (ed.). **Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 493–530. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2406-0_14.

HOLANDA, A. C. *et al.* Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 103–114, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000100012>.

HORNING, N. *et al.* **Remote sensing for ecology and conservation: A handbook of techniques**. Oxford: Oxford University Press, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780199219940.001.0001>.

INPE; EMBRAPA. *Projeto TerraClass*. GeoPortal, mapeamento de uso e cobertura da terra em áreas desmatadas. 2011. Disponível em: portais do INPE/Embrapa. Acesso em: 9 jun. 2025.

LAURANCE, W. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in tropical Australia. In: LAURANCE, W.; BIERREGAARD, R. O. (ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. p. 33–44

LEAL, E. B. *et al.* Análise do processo de ocupação em área de mangue no bairro de São Miguel, no município de Maracanã/PA. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1872>.

LOPES, J. Requalificação urbana e ambiental pela gestão e planejamento de bacia hidrográfica: o Programa Bacia do Bacanga. In: CASTRO, C. E.; MASULLO, Y. A. G. (org.). **Gestão ambiental, uma diversificada ferramenta na consolidação de paradigma ecológico inovador**. São Luís: EDUEMA, 2016. p. 299. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327245911>. Acesso em: 23 Ago. 2024.

MACHADO, A. Comparação de imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 no mapeamento de uso e cobertura da terra na Ilha do Maranhão. **Revista Equador**, v. 9, p. 209–232, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26694/Equador.V9i3.10451>.

MARANHÃO. **Decreto n. 7.545, de 07 de março de 1980**. Cria o Parque Estadual do Bacanga e dá outras providências. Disponível em: http://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/300_20100223_142844.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

MAPBIOMAS. **MapBiomias General Handbook: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)**. Collection 9, versão 1. agosto de 2024. DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/ICCL5B>.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>. Acesso em: 9 jun. 2025.

MORGAN, J. L. *et al.* Historical aerial photography for landscape analysis. In: GERGEL, S. E.; TURNER, M. G. (ed.). **Learning Landscape Ecology**. Cham: Springer, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6374-4_2.

OLIVEIRA JUNIOR, L. A. L. *et al.* ANÁLISE COMPARATIVA DO MAPEAMENTO DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA DOS PROJETOS TERRACLASS E MAPBIOMAS. In: **ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2019, Santos. Anais eletrônicos..., INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr/sbsr-2019/trabalhos/analise-comparativa-do-mapeamento-de-vegetacao-secundaria-dos-projetos-terraclas?lang=en>. Acesso em: 05 fev. 2025.

PEREIRA, C. R. P. Índice de vulnerabilidade social a inundação como ferramenta de planejamento urbano. In: **SIMPURB – Simpósio Nacional de Desenvolvimento Urbano e Planejamento Territorial**, 16., 2019, Vitória. *Anais [...]*. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2019. v. 1. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/simpurb2019/article/view/26769>. Acesso em: 09 Mai. 2025.

REIS, D. M. Ocupação urbana em áreas de preservação permanente: o caso do manguezal da área continental de Vitória/ES. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

RODRIGUES, L. A. L. **Licenciamento ambiental em números: uma comparação entre as UHEs Santo Antônio, Jirau e Belo Monte**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SÃO LUÍS (MA). Superintendência de Limpeza Pública – SULIP. **Localização dos Ecopontos**. Prefeitura Municipal de São Luís, (MA). 2025. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/qual-a-localizacao-dos-ecopontos---sulip/>. Acesso em: 10 Abr 2025.

SOARES, L. S.; CASTRO, A. C. L. de; SILVA, M. H. L.; SILVA, E. V. da. Índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas: estudo de caso das sub-bacias do Batatã e Maracanã, São Luís/MA. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, Macapá, n. 11, p. 93–105, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18468/planetaamazonia.2019n11.p93-105>.

SOARES, L. S. *et al.* ANÁLISE INTEGRADA E PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA, SÃO LUÍS - MA. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 1, n. 15, p. 138-150, ago. 2021. ISSN 1982-5528. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/674>. Acesso em: 08 Mai. 2025.

SOUZA, A. P. S.; SOUZA, I. S.; OLAVO, G.; LOBÃO, J. S. B.; SÃO JOSÉ, R. V. Mapeamento e identificação de vetores responsáveis pela supressão do manguezal na zona costeira do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 7, p. 2503–2521, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2503-2521>.

FOX-KEMPER, B. *et al.* Ocean, cryosphere and sea level change. In: MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* (ed.). **Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p. 1211–1362. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.011>.

VII. CAPÍTULO 2 - JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL E SERVIÇO SOCIAL: ESTRATÉGIAS CRÍTICAS NOS ESPAÇOS URBANOS

Artigo submetido à revista Cadernos Metrópole. Trata-se de periódico dirigido à comunidade acadêmica em geral, especialmente às áreas de Arquitetura e Urbanismo, Planejamento Urbano e Regional, Geografia, Demografia e Ciências Sociais. Possui classificação A1 pelo Qualis/Capes.

Justiça Socioambiental e Serviço Social: Estratégias Críticas nos Espaços Urbanos

Socioenvironmental Justice na Social Work: Critical Strategies in Urban Spaces

Natália Valéria Braga Sousa¹ - Orcid: <http://orcid.org/0009-0009-4018-7053>
 Dione Milena Moraes de Jesus² - Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-9956-0733>
 Larissa Barreto³ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3396-4821>

Resumo: O artigo analisa a relação entre o Serviço Social, a Ecologia de Paisagem e a Educação Ambiental Crítica, destacando sua contribuição na redução das vulnerabilidades socioambientais. Com abordagem teórica e exploratória, fundamenta-se em revisão bibliográfica sistemática e análise interdisciplinar. Discute-se como o Serviço Social pode integrar conceitos da Ecologia de Paisagem para atuar em territórios degradados, utilizando a Educação Ambiental Crítica como instrumento de mobilização social. Os resultados indicam que a fragmentação da paisagem e a exclusão social estão interligadas, exigindo ações intersectoriais nas políticas públicas. Conclui-se que a articulação entre essas áreas fortalece a justiça socioambiental, amplia as possibilidades de intervenção do assistente social e propõe parâmetros para a prática profissional, incentivando novas pesquisas

Palavras-chave: Educação Ambiental Crítica; Ecologia de Paisagem; Mediação socioambiental; Territórios vulnerabilizados.

Abstract: This article examines the relationship between Social Work, Landscape Ecology, and Critical Environmental Education, emphasizing their contribution to reducing socio-environmental vulnerabilities. It adopts a theoretical and exploratory approach, based on a systematic literature review and interdisciplinary analysis. The study discusses how Social Work can incorporate Landscape Ecology concepts to act in environmentally degraded territories, using Critical Environmental Education as a tool for social mobilization. The findings indicate that landscape fragmentation and social exclusion are interconnected, requiring intersectoral actions in public policies. It concludes that the integration of these fields strengthens socio-environmental justice, expands the scope of social workers' interventions in

environmental conflict mediation, and proposes applicable parameters for professional practice, encouraging further empirical research.

Keywords: Critical Environmental Education; Landscape Ecology; Socio-environmental mediation; Vulnerable territories.

Introdução

A intensificação das desigualdades socioambientais nas metrópoles brasileiras reflete os limites de um modelo de desenvolvimento historicamente centrado na exploração dos recursos naturais e na lógica de mercado, com pouca atenção às dinâmicas territoriais e às populações marginalizadas (Cenci e Burmann, 2013). A crise ambiental contemporânea não se expressa apenas na degradação dos ecossistemas, mas também na reprodução de padrões de exclusão que afetam de forma desproporcional os grupos sociais mais vulneráveis. No contexto brasileiro, esse cenário se agrava nas áreas urbanas e metropolitanas, onde a urbanização desordenada, a fragmentação territorial e a segregação socioespacial acentuam as vulnerabilidades socioambientais, como apontam Maricato (2011) e Ribeiro (1997), ao destacarem que o modelo de urbanização brasileiro tem gerado cidades marcadas por desigualdades socioespaciais, degradação ambiental e exclusão social, especialmente nas periferias.

Nesse cenário, emergem novas exigências para as profissões que atuam diretamente nos territórios e nas políticas públicas, como é o caso do Serviço Social. Trata-se de repensar a prática profissional para além da lógica assistencial e integrá-la a uma leitura crítica das relações entre sociedade e natureza. A atuação do assistente social em contextos urbanos vulnerabilizados demanda ferramentas que articulem a dimensão socioespacial das desigualdades com os impactos ambientais acumulados nos territórios periféricos.

Este artigo propõe a articulação entre a Ecologia de Paisagem e a Educação Ambiental Crítica (EAC) como referencial teórico-metodológico capaz de contribuir para a qualificação do diagnóstico socioambiental e para o fortalecimento da mobilização social em territórios urbanos vulnerabilizados. A Ecologia de Paisagem oferece subsídios para compreender os padrões de fragmentação ecológica e suas consequências sobre os modos de vida locais, enquanto a EAC promove processos formativos voltados à emancipação política e à defesa de direitos.

O objetivo do trabalho é analisar como essa articulação pode ampliar as possibilidades de intervenção do Serviço Social no enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais, especialmente em áreas marcadas por degradação ambiental e exclusão social. A partir de uma abordagem teórica e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica integrativa e

análise interdisciplinar, busca-se contribuir com subsídios para a incorporação da dimensão ambiental crítica na prática profissional.

Além desta introdução, o artigo está organizado em duas seções. A primeira apresenta os procedimentos metodológicos adotados e a fundamentação teórica da proposta. A segunda discute os principais achados da literatura e propõe diretrizes para a atuação do Serviço Social em contextos urbanos a partir da articulação entre Ecologia de Paisagem e Educação Ambiental Crítica. Por fim, são apresentadas as considerações finais, com sugestões para pesquisas futuras e implicações para a formação profissional.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo teórico-exploratório, apoiado em revisão bibliográfica integrativa e abordagem interdisciplinar, com o objetivo de investigar a interseção entre Serviço Social, Ecologia de Paisagem e Educação Ambiental Crítica (EAC) na promoção da justiça socioambiental. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que busca aprofundar a compreensão teórica sobre as inter-relações entre esses campos, sem coleta de dados primários. A triangulação teórica foi utilizada para estabelecer conexões conceituais entre os temas.

A revisão integrativa foi escolhida por possibilitar o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, identificando convergências e lacunas na literatura (Whittemore & Knafl, 2005). Diferente da revisão sistemática, que segue critérios rígidos (Snyder, 2019), e da narrativa, de caráter descritivo (Rother, 2007), esta metodologia permitiu sintetizar perspectivas teóricas e metodológicas diversas.

A seleção das publicações ocorreu em bases indexadas como SciELO, CAPES Periódicos e Google Acadêmico. Foram utilizados os seguintes descritores: "Justiça Socioambiental", "Ecologia de Paisagem", "Educação Ambiental Crítica" e "Serviço Social e Meio Ambiente". Os critérios de inclusão foram: a) publicações entre 2000 e 2024; b) relevância para os objetivos do estudo; c) textos disponíveis em português, espanhol ou inglês; d) artigos com acesso completo. Excluíram-se duplicatas, artigos opinativos sem fundamentação e textos fora do escopo temático.

A análise dos dados seguiu a técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2011), com categorização dedutiva baseada nos conceitos centrais (justiça socioambiental, fragmentação ambiental e mobilização social) e indutiva para incorporar novos temas emergentes. Essa abordagem facilitou a identificação de lacunas e pontos de convergência na literatura.

A estruturação teórica articula três eixos, sendo o Serviço Social, focado na justiça socioambiental e no papel das políticas públicas na mitigação da degradação ambiental; a Ecologia de Paisagem, que examina a fragmentação ambiental e seus impactos sociais,

especialmente sobre populações vulneráveis; e a EAC, que analisa processos de mobilização social e estratégias de transformação territorial, fortalecendo a participação comunitária na gestão ambiental.

A partir dessa análise, foram elaboradas diretrizes para integrar os conceitos da Ecologia de Paisagem e da EAC nas práticas do Serviço Social, incluindo o uso de indicadores ecológicos, metodologias participativas e princípios da EAC. Embora não contemple abordagem empírica, o estudo estabelece uma base teórica para futuras investigações. Sugere-se, conforme Flick (2009), o uso de entrevistas, grupos focais, estudos de caso e observação participante para validar e adaptar as diretrizes em contextos práticos.

As limitações incluem a ausência de validação empírica e possíveis parcialidades na seleção bibliográfica, decorrentes do foco em publicações indexadas, o que pode excluir produções relevantes que não foram indexadas.

Resultados e Discussão

Os resultados desta pesquisa revelam que a integração entre Serviço Social, EAC e Ecologia de Paisagem é uma ferramenta valiosa para enfrentar as crises socioambientais contemporâneas. Nesta seção, serão discutidos os principais achados relacionados à mediação socioambiental, às estratégias emancipatórias e aos desafios para implementação prática.

O Serviço Social, enquanto profissão comprometida com a transformação social, emerge como mediador em conflitos socioambientais, desempenhando um papel estratégico na construção de alternativas que promovam justiça social e ambiental. Essa atuação não é neutra, mas sim um campo de disputa política que exige posicionamento ético frente às desigualdades estruturais. Como destaca Iamamoto (2008), o Serviço Social é uma profissão inserida na divisão sociotécnica do trabalho e, portanto, responde às demandas das classes sociais em disputa, seja na reprodução da ordem, seja na luta por sua superação. Nesse contexto, a dimensão socioambiental emerge como parte constitutiva da "questão social", já que a degradação ambiental amplia vulnerabilidades históricas, como o acesso desigual a recursos naturais e a exposição crescente a riscos climáticos.

A mediação socioambiental no âmbito do Serviço Social deve romper com práticas meramente assistenciais e adotar uma abordagem crítica e transformadora, conforme apontam Zanferdini, Jurca e Muraca (2023). Faleiros (2014), reforça essa perspectiva ao afirmar que a ação profissional do assistente social ocorre em territórios marcados por desigualdades, onde os conflitos pelo uso dos recursos naturais evidenciam a necessidade de novas estratégias de intervenção. Nesses espaços, o assistente social pode instrumentalizar comunidades para reivindicar direitos fundamentais, como saneamento

básico, moradia digna e participação ativa em decisões sobre o território, conforme sublinha Guerra (2011).

No entanto, a efetiva integração entre esses três conceitos, enfrenta obstáculos estruturais, conceituais e políticos que refletem a histórica fragmentação das agendas social e ambiental no Brasil. Historicamente, as políticas públicas no país têm dissociado essas dimensões: programas de transferência de renda ignoram a dimensão territorial da pobreza, enquanto projetos de conservação ambiental frequentemente marginalizam populações tradicionais. Para superar essa dicotomia, é necessário um esforço intersetorial que conecte rigor técnico, formação acadêmica crítica e práticas emancipatórias, garantindo que a equidade socioambiental esteja no centro das estratégias governamentais.

Um dos principais desafios na formação acadêmica dos profissionais de Serviço Social é a pouca ênfase nas metodologias ambientais, uma vez que os currículos ainda priorizam abordagens centradas em direitos humanos. Ávila et al. (2017) destacam que a discussão sobre desastres socioambientais nesse campo é incipiente, especialmente no que se refere às metodologias aplicáveis. Apesar da centralidade do Serviço Social na gestão de crises pós-desastres, há uma produção teórica e de pesquisa limitada sobre o tema e suas metodologias específicas. Os autores observam que a inserção das questões ambientais e dos desastres no campo profissional ocorreu apenas a partir da década de 1990, revelando uma lacuna significativa que restringe a capacidade de intervenção e investigação dos assistentes sociais. Nesse sentido, Ávila et al. enfatizam a importância de incluir a temática dos desastres na agenda de pesquisa e na formação profissional, pois isso pode ampliar a compreensão e a gestão das vulnerabilidades socioambientais.

Autores como Netto (1991) e Iamamoto (2008), enfatizam que a prática profissional deve ser crítica e emancipatória, posicionando-se contra as estruturas de exploração que geram e aprofundam essas desigualdades. Assim, a atuação do Serviço Social vai além da mitigação de efeitos imediatos: ela busca também organizar sujeitos coletivos capazes de confrontar as raízes sistêmicas das injustiças ambientais.

O Assistente Social, ao integrar a estrutura do Estado e atuar de maneira próxima às políticas públicas e sociais, assim como no desenvolvimento de planos e projetos de conscientização individual, possui um papel estratégico na formulação de propostas voltadas à sustentabilidade e à responsabilidade socioambiental. Essa atribuição está alinhada ao Artigo 2º do Código de Ética Profissional, que estabelece o direito do assistente social de participação na elaboração e gerenciamento das políticas sociais, e na formulação e implementação de programas sociais (Conselho Federal de Serviço Social, 1993, p. 14)

Os apontamentos de Nunes (2013, p. 196) indicam que "o atual sistema de produção intensifica a desigualdade social e a espoliação econômica, corporificadas em pobreza, degradação ambiental, entre outras manifestações aparentemente contraditórias", revelando

a existência de um sistema baseado na dependência, dominação e superexploração do trabalho. Além disso, conforme dados do IBGE relativos ao período de 2012 a 2019, o Brasil está entre os países com a pior distribuição de renda ficando atrás apenas de Moçambique, Suazilândia, República Centro-Africana, São Tomé e Príncipe, Zâmbia, Suriname, Namíbia e África do Sul" (A QUANTAS..., 2020). Tal cenário de desigualdade é marcado por pobreza, desemprego, mortalidade, exclusão e múltiplas vulnerabilidades, intensificadas em 2021 pela crise sanitária provocada pela pandemia de Coronavírus.

Mesmo diante dessa demanda emergente para o Serviço Social, para atuação em crises socioambientais globalizadas, Ávila, Mattedi e Silva (2017) afirmam que o tema ainda é incipiente nos debates da categoria, na pesquisa e na atuação profissional. Estudos mostram que é cada vez mais necessária a formação e mobilização de recursos humanos com saberes interdisciplinares especializados para atuar não somente com a população atingida por desastres e pandemias, mas em especial na prevenção, com atividades de educação social, formação crítica e cidadã e mobilização de recursos articulados (participação popular e política), utilizando conhecimentos sobre os métodos de intervenções que fortaleçam a coesão social em prol de mudanças significativas para o bem comum.

Essa mediação é crucial para articular demandas locais com políticas públicas, fortalecendo a interface entre direitos humanos e sustentabilidade. Ao fazer isso, o Serviço Social assume um papel estratégico na construção de alternativas que promovam justiça social e ambiental, contribuindo para a transformação de realidades marcadas por desigualdades estruturais.

Essa lacuna compromete a preparação de assistentes sociais para lidar com os complexos desafios socioambientais contemporâneos, como a degradação ambiental associada à exclusão social. Para enfrentar esse problema, é urgente revisar os currículos acadêmicos, incorporando disciplinas que articulem Ecologia de Paisagem, Justiça Ambiental e EAC. Autores como Sorrentino (2005), defendem que a transversalidade da educação ambiental nas políticas públicas é essencial para promover mudanças estruturais. Parcerias entre universidades e gestores públicos seriam fundamentais nesse processo, viabilizando a criação de materiais didáticos interdisciplinares e estágios que conectem teoria e prática socioambiental.

Além das barreiras educacionais, a falta de articulação entre instituições governamentais dificulta a implementação de políticas públicas integradas. É urgente fortalecer a interlocução entre secretarias de Assistência Social, Meio Ambiente e Planejamento Urbano por meio de núcleos de articulação intersecretariais. Esses espaços permitiriam a elaboração de planos de desenvolvimento territorial que incorporem a dimensão socioambiental, garantindo que as demandas das comunidades tradicionais sejam centrais. Um exemplo bem-sucedido é o Programa "Territórios Sustentáveis" no Pará, que reuniu

secretarias de Meio Ambiente, Agricultura e Assistência Social, envolvendo comunidades tradicionais no mapeamento de áreas prioritárias para conservação e uso sustentável (Decreto nº 2.744/2022). Nesses casos, as vozes das comunidades são incluídas na gestão de recursos naturais, garantindo que suas necessidades e saberes sejam respeitados.

A crise ambiental, entretanto, não pode ser enfrentada sem abordar as desigualdades sistêmicas que a sustentam. Leff (2001) argumenta que a degradação dos ecossistemas reflete modelos de desenvolvimento excludentes, que marginalizam populações vulneráveis e perpetuam injustiças socioambientais.

A mediação socioambiental no campo do Serviço Social pode representar um caminho promissor para enfrentar os desafios contemporâneos. Ao integrar a defesa de direitos com a busca por um desenvolvimento mais justo e sustentável, essa prática não apenas responde às demandas imediatas, mas também semeia as bases para transformações duradouras. O compromisso com a emancipação social e ambiental reafirma o papel estratégico do Serviço Social na construção de um futuro mais equitativo.

Educação Ambiental Crítica e Ecologia de Paisagem

Diante dos crescentes desafios socioambientais globais — como mudanças climáticas, desmatamento, poluição e desigualdades sociais —, torna-se urgente repensar formas de educar e intervir que promovam transformações reais. A EAC, fundamentada nas ideias de Paulo Freire (2014) e Carlos Frederico Loureiro (2005), emerge como uma resposta potente a essas demandas, rompendo com modelos tradicionais de ensino baseados na transmissão passiva de conhecimento e propondo uma abordagem emancipatória e transformadora. A Ecologia de Paisagem, disciplina que analisa as interações entre ecossistemas e atividades humanas, oferece ferramentas estratégicas para conectar análise técnica e práticas emancipatórias, fortalecendo a capacidade de intervenção em territórios marcados por desigualdades socioambientais.

Freire (2014), sintetiza essa perspectiva ao afirmar: “se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda” (p. 47). Essa reflexão reforça que a Educação Ambiental não pode ser reduzida a meras informações técnicas sobre ecologia. Ela deve ir além, estimulando a conscientização crítica e a participação ativa das comunidades na defesa de seus territórios e no enfrentamento das injustiças socioambientais. A Ecologia de Paisagem amplia essa abordagem ao fornecer diagnósticos territoriais precisos sobre fragmentação ambiental, uso do solo e vulnerabilidades socioambientais, permitindo que os dados científicos sejam traduzidos em ações concretas.

A integração entre essas duas áreas exige metodologias participativas que conectem escalas macro e micro. Moran (2011) destaca que “Um dos primeiros passos para desenvolver

uma abordagem por meio das disciplinas das ciências sociais e naturais, a fim de facilitar a pesquisa multiescalar e multidisciplinar, é ter uma língua franca, isto é, um conjunto de ferramentas que facilitem a comunicação e sejam basicamente multiescalares, ou permitam a agregação e a desagregação sem perda substancial de informações” (p. 156).

Nesse sentido, ao utilizar mapas de risco ambiental ou indicadores de conectividade ecológica (Forman, 1995; Metzger, 2001), assistentes sociais podem debater padrões globais de degradação — como a expansão de monoculturas — com impactos cotidianos, como a redução do acesso à água ou à terra fértil. Essa ponte entre macro e micro escala é essencial para evitar que a análise técnica se desconecte da realidade vivida.

Loureiro (2005) complementa essa visão ao propor que a Educação Ambiental deve ser um espaço de diálogo e práxis, onde populações vulnerabilizadas possam se reconhecer como sujeitos políticos capazes de transformar sua realidade. Para isso, é fundamental que os processos educativos não apenas transmitam conhecimentos, mas também questionem as relações de poder que perpetuam a degradação ambiental e a exclusão social. Como apontam Martins e Ribeiro (2023), a justiça socioambiental só se concretiza quando as populações marginalizadas assumem os protagonismos na definição de prioridades territoriais, garantindo que suas vozes sejam ouvidas e respeitadas. Nesse sentido, a Ecologia de Paisagem fornece subsídios técnicos que podem ser instrumentalizados pelas comunidades para reivindicar direitos fundamentais, como saneamento básico, moradia digna e participação ativa em decisões sobre o território.

Essa abordagem integrada pode ser observada em iniciativas como a resistência de comunidades quilombolas no Brasil, que utilizam saberes tradicionais e organização coletiva para proteger seus territórios (Santos, 2024). O Serviço Social pode desempenhar um papel crucial nesses processos, atuando como mediador pedagógico que facilita a articulação entre diferentes saberes e práticas emancipatórias. Assistentes sociais podem utilizar ferramentas da Ecologia de Paisagem, como mapas de fragmentação ambiental ou métricas de perda de habitat, para identificar comunidades em situação de maior vulnerabilidade e subsidiar políticas públicas preventivas, como a recuperação de encostas e a construção de moradias adequadas.

Isso pode ser encontrado, por exemplo, nas áreas rurais do Nordeste brasileiro, onde a desertificação tem intensificado as pressões pelo uso da terra e dos recursos hídricos (De Moraes, Wanderley e Delgado, 2024). Assistentes sociais que utilizam ferramentas da Ecologia de Paisagem conseguem identificar padrões de degradação ambiental e propor soluções colaborativas, como sistemas agroflorestais e programas de educação ambiental, que beneficiam tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais. Esse tipo de intervenção demonstra como a análise territorial baseada na Ecologia de Paisagem pode orientar práticas

que conectam ecologia e justiça social, fortalecendo a atuação do Serviço Social em contextos de crise ambiental e desigualdade.

Apesar de suas vantagens, a aplicação integrada da EAC e da Ecologia de Paisagem enfrenta desafios significativos. Entre eles, destacam-se a falta de formação específica dos profissionais em temas ambientais, a resistência de setores governamentais e empresariais em adotar práticas sustentáveis e a escassez de recursos para implementar políticas públicas baseadas nessa abordagem. Entretanto, eles podem ser superados, sendo fundamental investir em capacitação profissional, fomentar parcerias interdisciplinares e ampliar o diálogo entre ciência, política e sociedade civil.

A neutralidade aparente das ferramentas técnicas (Oliveira, 2008) também merece atenção. Apesar de muitas vezes serem vistas como imparciais e objetivas, essas ferramentas estão inseridas em contextos sociais, políticos e econômicos que influenciam tanto sua aplicação quanto os resultados que produzem. Compreender que essa 'neutralidade aparente' é uma construção que esconde interesses e valores subjacentes é fundamental para perceber como as escolhas técnicas estão intimamente relacionadas a práticas e relações de poder.

A Ecologia de Paisagem, embora baseada em ciência, não é isenta de implicações políticas. Seus dados podem servir tanto a projetos de desenvolvimento excludentes quanto a processos de resistência socioambiental. Oliveira (2008), argumenta que a tese de neutralidade da ciência não se sustenta, especialmente em um contexto de mercantilização e questões ecológicas, onde a autonomia da ciência é questionada. O autor defende que a ciência não deve ser vista como uma entidade isolada, mas sim como parte de um tecido social mais amplo que inclui questões éticas, de poder e justiça.

Para evitar que a interdisciplinaridade reproduza uma "técnica sem política", é fundamental que os assistentes sociais contextualizem os dados ecológicos em debates sobre poder e justiça. Ao analisar a fragmentação de um ecossistema, por exemplo, questionar quem se beneficia com essa degradação ou quem historicamente a provocou, revela conexões entre padrões ambientais e desigualdades sociais. Essa abordagem, alinhada à Ecologia Política (Leff, 2021), resgata uma visão mais integrada e crítica da relação entre sociedade e natureza, evitando uma análise fragmentada dos problemas ambientais.

Para evitar limitações, a interdisciplinaridade deve se basear em referenciais críticos. A mera aplicação de métricas da Ecologia de Paisagem, sem diálogo com a EAC pode transformar o Serviço Social em mero executor de políticas tecnicistas. A integração só será emancipatória se combinar, por exemplo, mapas de uso do solo com processos de formação política que reafirmem as comunidades como sujeitos de direitos. Assim, a interdisciplinaridade deixa de ser um exercício abstrato para se tornar uma prática que une rigor técnico e compromisso com a equidade socioambiental.

É urgente repensar práticas educacionais e políticas ambientais para promover mudanças estruturais. Ao integrar a crítica social da EAC com a abordagem espacial da Ecologia de Paisagem, é possível desenvolver estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios ambientais e sociais do século XXI.

Justiça Socioambiental e o Papel da Ecologia de Paisagem

A degradação ambiental não é um fenômeno isolado ou neutro; ela está profundamente entrelaçada com desigualdades sociais e processos históricos de exclusão (Ávila *et al*, 2017). Comunidades tradicionais, como quilombolas, ribeirinhos e povos indígenas, frequentemente são removidas de suas terras para dar lugar a projetos de infraestrutura, agropecuária ou mineração. Essas populações são realocadas em áreas degradadas, onde enfrentam condições precárias, sem acesso a recursos essenciais como água potável e solo fértil. Esse padrão de exclusão reflete uma organização territorial que privilegia interesses econômicos em detrimento dos direitos das comunidades vulneráveis.

No cerne da Justiça Socioambiental está a reparação histórica dos danos causados por processos de exploração territorial. O documento do ProNEA (2023) aponta que “a educação ambiental deve facilitar a cooperação mútua e equitativa nos processos de decisão, em todos os níveis e etapas. Essa perspectiva reconhece que a degradação ambiental não ocorre de maneira uniforme, mas afeta desproporcionalmente populações vulneráveis, aumentando desigualdades já existentes.

Como mencionado anteriormente, a luta das comunidades quilombolas no Brasil exemplifica essa dinâmica. Frequentemente ameaçadas por projetos de monocultivo ou grandes empreendimentos, essas comunidades não reivindicam apenas a posse da terra, mas também o reconhecimento de seus direitos culturais e históricos (Santos, 2024). Nesse sentido, a Justiça Socioambiental transcende a redistribuição de recursos, pois exige a desconstrução de sistemas de poder que legitimam a apropriação de territórios por grupos hegemônicos, promovendo mudanças estruturais.

Neste cenário, a Ecologia de Paisagem surge como uma ferramenta estratégica para compreender e intervir nessas dinâmicas. Metzger (2001), destaca que a fragmentação da paisagem altera fluxos ecológicos e compromete a resiliência dos ecossistemas, afetando diretamente comunidades humanas que dependem desses serviços. Por exemplo, a degradação de matas ciliares reduz a biodiversidade e compromete a disponibilidade de recursos para povos tradicionais que dependem dessas áreas para coleta, pesca e outras práticas sustentáveis.

Becker (2004), ressalta que a geopolítica da Amazônia evidencia que os processos de desenvolvimento impostos ao território ignoram os modos de vida locais, resultando em

degradação ambiental e conflitos sociais. Um exemplo disso é a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, que inundou terras indígenas e reduziu drasticamente a vazão do rio Xingu, afetando a pesca — base da subsistência de ribeirinhos e povos indígenas (Gomide, Machado & Pereira, 2019).

Em contextos urbanos, a exclusão socioambiental se manifesta na ocupação de áreas de risco por populações periféricas, como encostas desmatadas ou planícies alagáveis. Nessas regiões, os moradores enfrentam desastres naturais como enchentes e deslizamentos, realidade observada em favelas de São Luís, Rio de Janeiro e São Paulo. A distribuição desigual do espaço reforça a necessidade de análises territoriais que integrem as dimensões ecológicas e sociais.

Instrumentos como o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) podem auxiliar no planejamento territorial e na gestão de conflitos socioambientais (MMA, 2006). No entanto, como apontam Viola e Leis (1995), as políticas ambientais no Brasil frequentemente negligenciam aspectos sociais, reforçando a necessidade de abordagens intersetoriais que incorporem os saberes e as demandas das populações afetadas.

O Serviço Social pode desempenhar um papel fundamental. Assistentes sociais podem utilizar dados sobre fragmentação ambiental e conectividade ecológica para identificar comunidades em situação de risco socioambiental acumulado. Subsidiando políticas de reassentamento digno, recuperação de áreas degradadas e implementação de infraestrutura verde, como corredores ecológicos, em planos diretores municipais. Conforme Raichelis (2011), a integração dessas ferramentas amplia a capacidade de diagnóstico crítico do Serviço Social, permitindo conectar problemas locais — como a falta de saneamento básico — a processos mais amplos de exploração territorial e desigualdade social.

Por outro lado, a equidade socioambiental busca garantir o acesso justo e universal aos recursos naturais e aos serviços ambientais, levando em consideração as desigualdades sociais, como classe, raça e gênero, e promovendo uma distribuição mais equitativa dos benefícios ambientais e econômicos. Para Sachs (2004), o desenvolvimento sustentável só será efetivo se incorporar simultaneamente as dimensões ambiental, econômica e social, garantindo equidade entre as gerações. O objetivo é assegurar padrões mínimos de dignidade no presente, garantindo que todas as pessoas tenham acesso a bens essenciais, como água potável, saneamento básico e áreas verdes.

Essa perspectiva pode ser observada em políticas públicas voltadas para favelas urbanas. Muitas dessas comunidades ocupam zonas degradadas e estão expostas a riscos socioambientais. A implementação de infraestrutura verde, como parques lineares e sistemas de drenagem sustentável, não apenas reduz esses riscos, mas também promove maior equidade no acesso a serviços ambientais básicos.

Embora diferentes em suas abordagens, justiça e equidade socioambiental são conceitos complementares. Enquanto a equidade busca garantir condições imediatas de vida digna, a justiça visa transformar as estruturas que perpetuam as desigualdades. Essa articulação pode ser mais bem compreendida por meio da conexão entre Serviço Social, EAC e Ecologia de Paisagem.

Ao integrar as dimensões ecológicas e sociais da degradação ambiental, assistentes sociais podem contribuir para transformar o território em um espaço de equidade e resiliência. Essa abordagem integrada não só fortalece a recuperação ambiental, mas também amplia a visibilidade e o protagonismo das comunidades tradicionais e periféricas na construção de um futuro mais justo e sustentável.

A análise dessas dimensões na sociedade e nas políticas públicas é fundamental para a construção de um futuro mais justo e sustentável. Embora não haja soluções simples, a reflexão sobre essas questões representa um passo essencial para transformar crises socioambientais em oportunidades de mudança.

Conclusão

Diante do aprofundamento da crise socioambiental nas metrópoles brasileiras, torna-se urgente que o Serviço Social amplie sua interlocução com campos do conhecimento que contribuem para a leitura crítica dos territórios urbanos e para a formulação de estratégias de intervenção integradas. Este artigo respondeu à pergunta central — como a articulação entre Ecologia de Paisagem e Educação Ambiental Crítica pode qualificar o diagnóstico e a mobilização social em contextos urbanos vulnerabilizados? — ao demonstrar que o entrelaçamento desses referenciais permite avançar na compreensão das múltiplas dimensões das vulnerabilidades socioambientais presentes nas cidades.

A análise da literatura revelou que, embora o debate ambiental esteja presente no campo do Serviço Social, ainda são incipientes os esforços para integrar conceitos como conectividade, fragmentação e percepção da paisagem às práticas profissionais, especialmente no contexto das desigualdades territoriais urbanas. Da mesma forma, a Educação Ambiental Crítica apresenta grande potencial para fomentar processos de mobilização e conscientização coletiva, mas ainda carece de maior articulação com as estratégias de intervenção do Serviço Social nos territórios periféricos.

Ao propor diretrizes teórico-metodológicas para essa articulação, este artigo contribui para preencher uma lacuna relevante nos estudos urbanos e no debate sobre justiça socioambiental. A leitura das cidades urbanas como paisagens em disputa — marcadas por interesses econômicos, conflitos ambientais e desigualdades históricas — demanda do Serviço Social uma atuação crítica, interdisciplinar e territorializada. A combinação entre

Ecologia de Paisagem e EAC oferece, portanto, uma base fértil para qualificar o planejamento, o diagnóstico e a incidência em políticas públicas urbanas.

Como limitações, ressalta-se a ausência de estudo de caso empírico neste momento da pesquisa. No entanto, os achados abrem possibilidades de aprofundamento em estudos futuros, especialmente na aplicação prática das diretrizes propostas em territórios urbanos impactados por processos de degradação ambiental e injustiça territorial.

Referências

ÁVILA, R. R. M.; MATTEDI, M. A.; SILVA, M. S. da. (2017). Serviço social e desastres: reflexões sobre a vulnerabilidade e gestão. *Serviço Social & Sociedade*. São Paulo, n. 129, pp. 343–365.

BARDIN, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, Edições 70.

BECKER, B. K. (2005). Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*. São Paulo, v. 19, n. 53, pp. 71–86. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005>. Acesso em: 08 mar. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (2023). *Educação ambiental por um Brasil sustentável: ProNEA, marcos legais e normativos*. 6. ed. Brasília, MMA. Disponível em: https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod_data/content/23625/Educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20por%20um%20Brasil%20sustent%C3%A1vel%20ProNEA%2C%20marcos%20legais%20e%20normativos.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

CFESS – CONSELHO FEDERAL DE SERVIÇO SOCIAL (1993). *Código de Ética Profissional do Assistente Social*. Brasília, CFESS. Disponível em: https://cfess.org.br/arquivos/CEP_CFESS-SITE.pdf. Acesso em: 12 mar. 2025.

DE MORAES, J. B.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. (2024). Áreas suscetíveis a desertificação no Nordeste do Brasil e projeção para cenário de mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Geografia Física*. [S.l.], v. 17, n. 6, pp. 4003–4014. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.6.p4003-4014>. Acesso em: 10 mar. 2025.

FALEIROS, V. P. (2014). O serviço social no cotidiano: fios e desafios. *Serviço Social & Sociedade*. São Paulo, n. 120, pp. 706–722. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-6628.006>. Acesso em: 05 fev. 2025.

FORMAN, R. T. T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781107050327>. Acesso em: 05 mar. 2025.

FLICK, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre, Artmed.

FREIRE, P. (2000). *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo, Unesp. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-32832001000100016>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GOMIDE, A. A.; MACHADO, R. A.; PEREIRA, A. K. (2019). "Implementação de projetos de infraestrutura e (re)produção de desigualdades: os casos de Belo Monte e da Transnordestina". In: PIRES, R. R. C. (org.). *Implementando desigualdades: reprodução de*

desigualdades na implementação de políticas públicas. Rio de Janeiro, Ipea, pp. 179–218. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190527_livro_implementando_desigualdades_reproducao_de_desigualdades_Cap6.pdf. Acesso em: 02 abr. 2025.

IAMAMOTO, M. V. (2008). *O Serviço Social na contemporaneidade: questões e desafios*. 4. ed. São Paulo, Cortez.

LEFF, E. (2001). *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis, Vozes.

LEFF, E. (2021). *Ecologia Política: da desconstrução do capital à territorialização da vida*. Tradução: Jorge Calvimonte. Campinas, Editora da Unicamp. Disponível em: <http://10.20396/ideias.v12i00.8666657>. Acesso em: 02 fev. 2025.

LOUREIRO, C. F. B. (2005). Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. *Revista Educação & Sociedade*. Campinas, v. 26, n. 93. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302005000400020>. Acesso em: 04 mar. 2025.

MARICATO, Ermínia. (2011). *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes.

MARTINS, J. D. D.; RIBEIRO, M. de F. (2023). Justiça ambiental no contexto da COVID-19: o direito fundamental ao mínimo existencial socioambiental. *Revista de Direito Brasileira*. Florianópolis, v. 35, n. 13, pp. 314–332. Disponível em: <https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2358-1352/2023.v35i13.7356>. Acesso em: 05 mar. 2025.

METZGER, J. P. (2001). O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*. Campinas, v. 1, n. 1, pp. 1–10. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>. Acesso em: 10 fev. 2025.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2006). *Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil*. Brasília, MMA. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/Acordo%20Setorial/MMA%20ANTIGO/DiretrizesMetodologicas_ZEE_2006.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

MORAN, E. F. (2011). *Meio ambiente e ciências sociais: interações homem-ambiente e sustentabilidade*. São Paulo, Senac.

NETTO, J. P. (1991). *O Serviço Social e a Questão Social*. São Paulo, Cortez.

NUNES, L. S. (2013). A questão socioambiental e a atuação do assistente social. *Textos & Contextos*. Porto Alegre, v. 12, n. 1, pp. 196–212.

OLIVEIRA, M. B. de. (2008). Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. *Scientiæ Zudia*. São Paulo, v. 6, n. 1, pp. 97–116. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662008000100005>. Acesso em: 03 abr. 2025.

RIBEIRO, Luiz César de Queiroz. (1997). *Cidades: uma introdução à problemática urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

ROTHER, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*. São Paulo, v. 20, n. 2, pp. v–vi. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>. Acesso em: 05 abr. 2025.

SACHS, I. (2004). Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo, v. 7, n. 2, pp. 214–216. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1414-753x2004000200016>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SANTOS, J. B. dos. (2024). Movimento social dos quilombolas e o direito ao território: resistência e reconhecimento no contexto brasileiro dos últimos 20 anos. *Lutas Sociais*. [S.l.], v. 28, n. 53, pp. 342–359. Disponível em: <http://10.23925/ls.v28i53.68414>. Acesso em: 11 mar. 2025.

SEMASPA – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO PARÁ (2022). Decreto nº 2.744, de 9 de novembro de 2022. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/192106.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2025.

SNYDER, H. (2019). Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*. Amsterdam, v. 104, pp. 333–339. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>. Acesso em: 06 fev. 2025.

SORRENTINO, M. (2005). Educação ambiental como política pública. São Paulo, Cortez. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200010>. Acesso em: 09 mar. 2025.

VIOLA, E.; LEIS, H. (1995). "A evolução das políticas ambientais no Brasil, 1971–1991: do bissetorialismo preservacionista para o multissetorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável". In: HOGAN, D. J.; VIEIRA, P. F. (orgs.). *Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável*. Campinas, UNICAMP, pp. 101–131.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*. Oxford, v. 52, n. 5, pp. 546–553. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>. Acesso em: 19 abr. 2025.

ZANFERDINI, F. A. M.; JURCA, G. C. A.; MURACA, L. F. M. (2023). Mediação socioambiental como instrumento integrador. *Veredas do Direito*. Belo Horizonte, v. 20, e202217. Disponível em: <https://doi.org/10.18623/rvd.v20.2217>. Acesso em: 23 abr. 2025.

VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou as transformações ambientais e socioeconômicas na Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (BHRB) entre 2013 e 2023, investigando os impactos da urbanização desordenada sobre a paisagem e as comunidades locais. Além disso, a partir de uma abordagem interdisciplinar, foram articulados conhecimentos da Ecologia de Paisagem, do Serviço Social e da Educação Ambiental Crítica, como possibilidade para uma compreensão mais ampla das interações entre degradação ambiental, vulnerabilidade social e governança territorial.

Nesse sentido, os resultados do Capítulo 1 indicaram que, apesar do crescimento urbano, houve uma redução no número de fragmentos na paisagem da BHRB, passando de 1.176 fragmentos em 2013 para 1.128 em 2023 segundo os dados do MapBiomias, e de 379 para 297 fragmentos na Identificação Visual. Esse processo de consolidação da paisagem, no entanto, ocorreu de forma desigual, com a expansão da ocupação irregular sobre áreas ecologicamente sensíveis, resultando na perda de conectividade ecológica e no aumento da vulnerabilidade social das comunidades locais. A análise das métricas espaciais apontou que a fragmentação da vegetação natural tem gerado impactos diretos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos da região da bacia, evidenciando a necessidade de ações urgentes de preservação e recuperação ambiental.

Já no Capítulo 2, a pesquisa demonstrou que a degradação ambiental e as desigualdades socioespaciais estão profundamente interligadas, sendo agravadas pela ausência de políticas públicas eficazes e pela baixa participação comunitária na governança ambiental. A Educação Ambiental Crítica, nesse caso, emergiu como uma ferramenta essencial para a mobilização social, possibilitando que comunidades mais vulneráveis tenham maior protagonismo na formulação de estratégias sustentáveis.

A pesquisa demonstrou que a gestão ambiental participativa tem sido um elemento essencial para a sustentabilidade de bacias hidrográficas no Brasil. Experiências bem-sucedidas em diferentes regiões do país mostram que a inclusão da comunidade no planejamento e na tomada de decisões pode contribuir para a redução de impactos ambientais, recuperação ecológica e melhoria da governança hídrica. Modelos aplicados em outras bacias hidrográficas indicam que estratégias de gestão descentralizada, educação ambiental e fortalecimento de comitês de bacia são fundamentais para equilibrar conservação e desenvolvimento, e que tais abordagens poderiam ser adaptadas à realidade da BHRB para aprimorar sua governança ambiental.

Dessa forma, os objetivos específicos foram atingidos. A análise comparativa entre os dados do MapBiomias e da Identificação Visual, do capítulo 1, permitiu identificar padrões de fragmentação da paisagem e ocupação urbana ao longo da década analisada. A revisão bibliográfica, do capítulo 2, destacou a importância da governança participativa e da integração entre conhecimentos ambientais e sociais como fatores essenciais para diminuir os impactos socioambientais na BHRB.

A pesquisa também responde à questão norteadora, ao evidenciar que as mudanças na paisagem da BHRB impactam significativamente os ecossistemas locais e a qualidade de vida da população. E que a interseção entre o Serviço Social, a Ecologia de Paisagem e a Educação Ambiental Crítica revelou que a degradação ambiental não pode ser separada das desigualdades sociais, tornando essencial a adoção de estratégias interdisciplinares para uma gestão ambiental mais inclusiva e sustentável.

Como principal contribuição, o estudo propôs diretrizes para a gestão sustentável da BHRB, enfatizando a necessidade de integrar ações de recuperação ecológica, controle da expansão urbana e fortalecimento da participação comunitária, como projetos de reflorestamento comunitário, implementação de Áreas de Preservação Permanentes urbanas e fortalecimento de programas de educação ambiental em escolas e associações locais. Entretanto, uma limitação do estudo, como um todo, é a ausência de pesquisa empírica direta com as comunidades locais, o que poderia aprofundar a compreensão sobre a percepção social dos impactos ambientais.

Assim, recomenda-se que futuras pesquisas adotem metodologias qualitativas, como entrevistas semiestruturadas, grupos focais e cartografia social, para ampliar o entendimento das relações entre territorialidade, políticas públicas e sustentabilidade socioambiental. Além disso, estudos futuros também poderiam aplicar análises geoespaciais mais avançadas, como modelagem preditiva da expansão urbana e simulações de cenários futuros, contribuindo para um planejamento territorial mais estratégico na BHRB.

Portanto, os achados desta dissertação reforçam a urgência de uma abordagem integrada para a gestão da BHRB, onde a conservação ambiental e a equidade social caminhem juntas. O avanço de práticas sustentáveis e participativas não apenas preservará os ecossistemas locais, mas também garantirá melhores condições de vida para as populações que dependem desses recursos, fortalecendo um modelo de governança mais justo e eficaz.

ANEXO

Anexo A – Normas da revista

Normas da Revista	
Artigo 1	DINÂMICA ESPACIAL DO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: CONTRASTES ENTRE O MAPBIOMAS E A IDENTIFICAÇÃO VISUAL (2013-2023)
Revista	Caderno Prudentino de Geografia
ISSN	(ISSN 2176-5774) (ISSN 1413-4551)
DOI	Não informado
Fator de impacto	Não informado
Meio de divulgação	Online e Impressa
Periodicidade	Fluxo contínuo
Site	https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/index
Diretrizes para autores	https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/about/submissions
Qualis CAPES	A3
Indexadores	LATINDEX ; SUMÁRIOS.ORG ; PERIÓDICOS CAPES ; ROAD ; DIADORIM ; MIGUILIM .

Normas da Revista	
Artigo 2	Justiça Socioambiental e Serviço Social: Estratégias Críticas nos Espaços Urbanos
Revista	Cadernos MetrÓpole
ISSN	2236-9996
DOI	Não informado
Fator de impacto	Não informado
Meio de divulgação	Online
Periodicidade de	Quadrimestral
Site	https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/index
Diretrizes para autores	https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/about/submissions#authorGuidelines
Qualis CAPES	A1
Indexadores	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP; Library of Congress; SciELO; Redalyc; Latindex

Anexo B - SUBMISSÃO ÀS REVISTAS CADERNO PRUDENTINO DE GEOGRAFIA E CADERNOS METRÓPOLE.

