

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MATEUS ALESY BATISTA COUTO DA SILVA

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARIRI – PA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM**

MANAUS/AM
2025

MATEUS ALESY BATISTA COUTO DA SILVA

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARIRI – PA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM**

Dissertação apresentada como pré-requisito para o Título de Mestre em Geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) na linha de pesquisa Domínio da Natureza na Amazônia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adorea Rebello da Cunha Albuquerque

MANAUS/AM
2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586d Silva, Mateus Alesy Batista Couto da
Diagnóstico Socioambiental na Bacia Hidrográfica do Ariri - PA Região
Metropolitana de Belém / Mateus Alesy Batista Couto da Silva. - 2025.
73 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Adorea Rebello da Cunha Albuquerque.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Manaus, 2025.

1. Bacia Hidrográfica. 2. Região Metropolitana de Belém. 3.
Metodologia MPIER. 4. Sistema Ambiental Urbano. I. Albuquerque,
Adorea Rebello da Cunha. II. Universidade Federal do Amazonas.
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título

MATEUS ALESY BATISTA COUTO DA SILVA

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARIRI – PA
REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM**

Dissertação apresentada como pré-requisito para o Título de Mestre em Geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) na linha de pesquisa Domínio da Natureza na Amazônia.

Aprovada em: 11 de setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Adorea Rebello da Cunha Albuquerque
Presidente e Orientadora (PPGEOG/UFAM)

Prof. Dr. João Cândido André da Silva Neto
Membro Titular Interno (PPGEOG/UFAM)

Prof.^a Dr.^a Bárbara Evelyn da Silva Ferreira
Membro Titular Externo (SEDUC-AM)

MANAUS/AM
2025

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe.

A ela, que partiu no último ano, sem poder chegar ao fim dessa jornada do mestrado ao meu lado, mas que segue viva em minha memória e no meu coração. Esta etapa que chega ao fim, está realização, era um sonho nosso, mas, sobretudo, um grande sonho dela.

Ela esteve sempre torcendo, apoiando, segurando a minha mão, do jeito dela. Ela se orgulhava em falar da minha trajetória, orgulhosa da criação que proporcionou, com firmeza e carinho. Tenho certeza de que ela está muito feliz, com um grande sorriso que eu gostaria muito de ver outra vez.

Não haveria outra pessoa a quem eu pudesse dedicar essa conquista. Se estou aqui hoje, se concluí essa fase, foi graças a ela. Ela fez tudo o que pode, muitas vezes abrindo mão dela mesma, para que eu pudesse estudar, para que eu tivesse oportunidades, para que eu chegasse até aqui. Foi a melhor mãe que ela poderia ser.

Muito obrigado por tudo minha mãe, lhe amo demais!

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui não foi fácil. Este foi, com toda a certeza, o término mais difícil de toda a minha vida. Este trabalho carrega um esforço físico e mental que, honestamente, eu não imaginava que teria de enfrentar. Foram meses muito difíceis, em que a vida me confrontou de forma profunda. Ver uma grande amiga e, pouco depois, minha querida mãe partirem tornou essa missão extremamente pesada. A maior luta foi contra minhas próprias emoções, contra minha própria mente, para que este trabalho, enfim, fosse concluído.

Tenho muito a agradecer. Primeiramente, a Deus, que me sustentou e me permitiu chegar até aqui. Também sou profundamente grato às pessoas que não me deixaram desistir, oferecendo apoio generoso e constante.

Agradeço à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Adorea Rebello, pelo apoio, paciência e compreensão. Uma profissional admirável, mas, acima de tudo, um ser humano de coração enorme.

À minha diretora e amiga Márcia Regina, que tornou minhas presenças na universidade possíveis. Um verdadeiro exemplo de liderança e generosidade, com quem aprendo a cada dia e que levarei como referência para a vida.

Aos amigos que a Escola Estadual Vicente Telles de Souza me deu: Júnior Coimbra, Tiago Nascimento, Persiely Pires, Zilma Andrade, Suellen Mesquita, Delaine Chaves e Adriel Castro. Obrigado por cada palavra de carinho e apoio, por cada gesto de assistência, seja emocional ou acadêmico. É uma bênção ter vocês em minha vida. Preciso também agradecer à minha eterna amiga Mikaely, que partiu no fim do ano passado. Agradeço por ter tido a oportunidade de te conhecer e viver momentos maravilhosos ao seu lado. Sempre lembrarei da sua voz meiga, da sua risada contagiante e da sua companhia adorável. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos de longa data, companheiros desde a graduação na UFPA, Iago Barroso, Alessandro Ferreira e Rafaele Sampaio. Mesmo distantes, seguimos juntos em todos os momentos, bons ou difíceis. Obrigado pela amizade linda, pela parceria e por sempre estarem por perto quando preciso.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha grande família, que segue firme e unida, mesmo diante de tantos desafios e perdas. Vovô Assis, prima Gil, mamãe Suzana (sempre presentes em nossos corações), seguimos de mãos dadas, mesmo que distantes fisicamente. Agradeço especialmente ao meu pai, à vó Dalva, tia Silvana, tia Hosana, tio Tito, tio Dam, tia Ciete, tia Gisele, Hélder, Natália, Sérgio, Luana, Fernanda e Suliana.

Sou imensamente grato a todos vocês. Que Deus abençoe suas vidas, do fundo do meu coração.

RESUMO

Esta dissertação realiza uma análise socioambiental da bacia hidrográfica do rio Ariri, localizada entre os municípios de Belém e Ananindeua, na Região Metropolitana de Belém (RMB), com base nos dados do Censo Demográfico de 2022, organizados por setor censitário. Utilizando a metodologia Força Motriz–Pressão–Estado–Impacto–Resposta (MPIER), articulada à abordagem do Sistema Ambiental Urbano (SAU), o estudo investiga como processos de urbanização informal, exclusão social e ausência de governança ambiental produzem vulnerabilidades e degradam as funções ecológicas da bacia. Os resultados apontam múltiplas camadas de vulnerabilidade ambiental, social e institucional, que se sobrepõem e configuram um cenário de injustiça socioambiental. A maior parte dos domicílios carece de infraestrutura básica, como esgotamento sanitário e coleta de lixo, enquanto a supressão da vegetação ciliar, o assoreamento dos igarapés e os alagamentos frequentes evidenciam a degradação ambiental acumulada. A pesquisa contribui para o planejamento urbano ao propor uma leitura territorializada e crítica da realidade socioambiental metropolitana. A adaptação da metodologia MPIER à escala da bacia urbana revela-se eficaz na articulação entre dados estatísticos e dinâmicas históricas, sociais e políticas. Recomenda-se o uso de metodologias participativas e sensoriamento remoto em estudos futuros, visando ao fortalecimento de diagnósticos integrados e à formulação de indicadores de justiça socioambiental.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Região Metropolitana de Belém; Metodologia MPIER.

ABSTRACT

This dissertation presents a socio-environmental analysis of the Ariri River watershed, located between the municipalities of Belém and Ananindeua, in the Metropolitan Region of Belém (RMB), based on data from the 2022 Demographic Census, organized by census tract. Using the Driving Force–Pressure–State–Impact–Response (DPSIR) methodology, combined with the Urban Environmental System (UES) approach, the study investigates how processes of informal urbanization, social exclusion, and lack of environmental governance produce vulnerabilities and degrade the ecological functions of the watershed. The results highlight multiple layers of environmental, social, and institutional vulnerability that overlap to form a scenario of socio-environmental injustice. Most households lack basic infrastructure such as sanitation and waste collection, while the suppression of riparian vegetation, the silting of streams, and frequent flooding reveal accumulated environmental degradation. The research contributes to urban planning by proposing a territorialized and critical reading of the metropolitan socio-environmental reality. The adaptation of the DPSIR methodology to the scale of an urban watershed proves effective in articulating statistical data with historical, social, and political dynamics. The use of participatory methodologies and remote sensing is recommended for future studies, aiming to strengthen integrated diagnoses and support the development of socio-environmental justice indicators.

Keywords: Watershed; Metropolitan Region of Belém; DPSIR methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bairros que compõe a bacia do rio Ariri.....	18
Figura 2: Modelo conceitual do Sistema Ambiental Urbano (SAU).....	22
Figura 3: Etapas do método MPIER aplicadas à pesquisa	27
Figura 4: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Ariri	30
Figura 5: Desenvolvimento da mancha urbana na Bacia	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Bairros e população por município e setor censitário.....	32
Tabela 2: Tipologia dos domicílios por bairro	34
Tabela 3: Forma de abastecimento de água por setor censitário	38
Tabela 4: Destinação do esgotamento sanitário por setor censitário.....	40
Tabela 5: Destinação do lixo.....	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APPs	Áreas de proteção permanente
ICVAU	Índice de Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas
IOU	Índice de Ocupação Urbana
MPIER	Metodologia Força Motriz, Pressão, Impacto, Estado e Resposta
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RMB	Região Metropolitana de Belém
SAU	Sistema Ambiental Urbano
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SR	Sensoriamento Remoto
ZEIA	Zona Especial de Interesse Ambiental
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. REVISÃO DA LITERATURA	16
1.1. A Região Metropolitana de Belém e os Planos Diretores.....	16
1.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Gestão Ambiental e Socioespacial	19
1.3. Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.): Abordagem Socioambiental Urbana.....	21
1.4. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	24
1.5. A Metodologia MPIER: Fundamentos e Aplicações em Gestão Ambiental.....	25
2. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO ARIRI.....	29
2.1. Localização Geográfica e Características Gerais.....	29
2.2. Análise Multitemporal da Ocupação Urbana e Cobertura Vegetal	32
2.3. Indicadores Demográficos e de Infraestrutura Urbana	37
2.3.1 Abastecimento de Água.....	37
2.3.2 Esgotamento Sanitário.....	39
2.3.3 Coleta de resíduos sólidos	41
2.3.4 Condições do Domicílio e Infraestrutura Habitacional	43
2.4. Discussão Socioespacial e Direitos Urbanos	45
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
3.1. Tipo de Pesquisa	47
3.2 Tipo de análise	48
3.3. Aplicação da Metodologia MPIER à Bacia do Ariri	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4.1. Diagnóstico Ambiental e Morfologia da Bacia	51
4.2. Indicadores MPIER Identificados na Bacia.....	54
4.2.1 Força Motriz	54
4.2.2 Pressão.....	56
4.2.3 Estado	57
4.2.4 Impacto	59
4.2.5 Resposta.....	60
4.2.6 Discussão Integradora da Metodologia MPIER.....	62
4.3. Conflitos e Vulnerabilidades Socioambientais	63
4.4. Propostas de Respostas Institucionais e Comunitárias	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
---	-----------

INTRODUÇÃO

A criação da Região Metropolitana de Belém (RMB), formalizada pela Lei Complementar Federal nº 14/1973 e consolidada no âmbito estadual pela Lei Complementar nº 027/1995, trouxe à tona importantes desafios relacionados ao ordenamento territorial, à gestão ambiental e à governança urbana compartilhada. A RMB, composta por municípios como Belém e Ananindeua, vem enfrentando nas últimas décadas um processo acelerado de metropolização marcado por adensamento populacional, expansão desordenada e graves assimetrias socioespaciais. Nesse contexto, a bacia hidrográfica do rio Ariri emerge como um recorte territorial emblemático das tensões entre crescimento urbano e degradação ambiental.

Localizada entre os limites municipais de Belém e Ananindeua, a bacia do Ariri está inserida em uma região densamente ocupada, com significativa diversidade de usos e múltiplas formas de pressão antrópica. Nas últimas décadas, observou-se um avanço da urbanização informal sobre áreas de proteção permanente (APP), supressão da vegetação nativa, lançamento inadequado de efluentes domésticos e ausência de infraestrutura sanitária básica. A recorrente conversão de igarapés em “canais” revela a simplificação da função ecológica desses corpos d’água no discurso urbano e evidencia o esvaziamento de políticas de preservação e recuperação ambiental eficazes.

Diante disso, torna-se urgente o desenvolvimento de um diagnóstico socioambiental capaz de revelar as dinâmicas que tensionam a integridade ecológica da bacia do Ariri e os modos de vida das populações que a habitam. Esta pesquisa se estrutura a partir da aplicação da metodologia Força Motriz – Pressão – Impacto – Estado – Resposta (MPIER), que foi vigorado pela The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) em 1993 para o estudo de indicadores ambientais e complementado pelo PNUMA em 2007. O modelo MPIER permite interpretar os impactos da urbanização com base em categorias sistêmicas que articulam os vetores causadores das pressões (como o crescimento demográfico e a ocupação irregular) aos seus efeitos e às estratégias de resposta social e institucional.

Complementarmente, adota-se como referência a abordagem do Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.), formulada por Mendonça (2004), que propõe compreender a cidade como um sistema dinâmico, composto por subsistemas naturais e sociais que interagem de forma complexa. O uso do S.A.U. possibilita interpretar a bacia do Ariri não apenas como um recorte

hidrológico, mas como um espaço de conflito e negociação entre fluxos de matéria, energia, habitação, políticas públicas e formas simbólicas de apropriação do território.

A escolha da bacia hidrográfica do rio Ariri como unidade de análise deve-se não apenas à sua relevância ambiental e localização estratégica na RMB, mas também à carência de estudos que articulem, de maneira integrada, dados censitários, imagens orbitais e indicadores ambientais aplicados ao planejamento urbano. Ao analisar os padrões de ocupação, as vulnerabilidades socioespaciais e os impactos ambientais acumulados, esta dissertação busca contribuir com subsídios concretos para o ordenamento territorial e a gestão sustentável da bacia do Ariri.

Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa é avaliar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Ariri, situada entre os municípios de Belém e Ananindeua, a partir da aplicação da metodologia Força Motriz – Pressão – Impacto – Estado – Resposta (MPIER), utilizando os dados do Censo Demográfico de 2022, organizados por setor censitário.

Para alcançar esse objetivo, foram estipulados os seguintes objetivos específicos: 1) Caracterizar o perfil populacional e urbano da bacia do Ariri com base nos dados censitários de 2022, considerando aspectos como tipo de moradia, abastecimento de água, esgotamento sanitário e densidade domiciliar; 2) Identificar as principais pressões antrópicas e impactos socioambientais existentes na bacia, com base na leitura crítica dos indicadores demográficos e infraestruturais; 3) Classificar o estado ambiental atual da bacia do Ariri e propor possíveis indicadores de resposta, com base na análise comparada dos dados censitários e no referencial teórico do método MPIER.

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. A Região Metropolitana de Belém e os Planos Diretores

A Região Metropolitana de Belém (RMB) foi institucionalizada no Estado do Pará por meio da Lei Complementar Estadual nº 027/1995, integrando inicialmente os municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara e Santa Isabel do Pará. Posteriormente, foram incorporados os municípios de Castanhal (Lei Complementar nº 076/2011) e Barcarena. A RMB é fruto de um processo de expansão urbana que já se delineava desde os anos 1970, quando a Lei nº 14/1973 reconheceu juridicamente a conurbação entre Belém e Ananindeua, conferindo legitimidade à integração física e funcional entre esses territórios (Lima, 2014).

A bacia hidrográfica do Ariri possui cerca de 3727,73 Km, situando-se na divisa entre Belém e Ananindeua, porém sua maior porção territorial localiza-se em Ananindeua. É entrecortada de norte a sul pelo rio Iriri, abrangendo também outros igarapés menores. Possui tanto bairros de urbanização mais consolidada, quanto bairros em transição do rural para o urbano (figura 1). A densidade populacional da bacia é de 69,55 hab./ha (Vieira, 2017), relativamente baixa quando comparada às outras bacias da RMB.

Atualmente, a RMB destaca-se como uma das áreas metropolitanas mais importantes da Amazônia brasileira. Sua relevância decorre não apenas da densidade demográfica e da expansão territorial, mas também de seu papel estratégico no contexto econômico, político e sociocultural da região Norte. As cidades de Belém e Ananindeua formam um núcleo metropolitano interdependente, conectado por uma malha viária consolidada e marcado por intenso fluxo de pessoas, serviços e mercadorias.

Segundo Trindade Jr. e Santos (2019), Belém consolidou-se como centro urbano de referência na Amazônia ainda no século XIX, com destaque para o ciclo da borracha, que estreitou as conexões da cidade com os circuitos da economia internacional. A partir da década de 1970, seu crescimento urbano intensificou-se, e a cidade passou a exercer funções administrativas e institucionais de grande relevância no processo de integração nacional e no planejamento regional.

Em comparação a outras metrópoles amazônicas, como Manaus, cujo crescimento urbano concentrou-se em seu território municipal, Belém apresenta uma configuração metropolitana mais distribuída, envolvendo desde o início municípios vizinhos no seu processo

de urbanização (Trindade Jr. e Santos, 2019). No entanto, diferentemente da capital amazonense, Belém não foi contemplada com os mesmos incentivos industriais e fiscais durante o regime militar, o que influenciou seu modelo de crescimento, mais associado ao setor terciário e às dinâmicas portuárias e comerciais.

A metropolização na RMB evidenciou, ao longo das últimas décadas, um fenômeno de segregação socioespacial impulsionado pela ausência de planejamento urbano estruturado. Esse quadro gerou a concentração de populações de baixa renda em bairros periféricos, especialmente nos municípios de Ananindeua e Marituba, onde a expansão urbana ocorreu em ritmos acelerados e, muitas vezes, sem infraestrutura adequada.

Diante desse cenário, os Planos Diretores Municipais de Belém e Ananindeua assumem papel estratégico para o reordenamento do território e a proteção dos recursos naturais. O Plano Diretor de Belém (Lei nº 8.655/2008) institui, entre outros dispositivos, as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA) e as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), reconhecendo a necessidade de integrar as dimensões ambientais e sociais no planejamento urbano. As ZEIA visam preservar áreas ambientalmente sensíveis, enquanto as ZEIS buscam promover a regularização fundiária e melhorias em assentamentos informais.

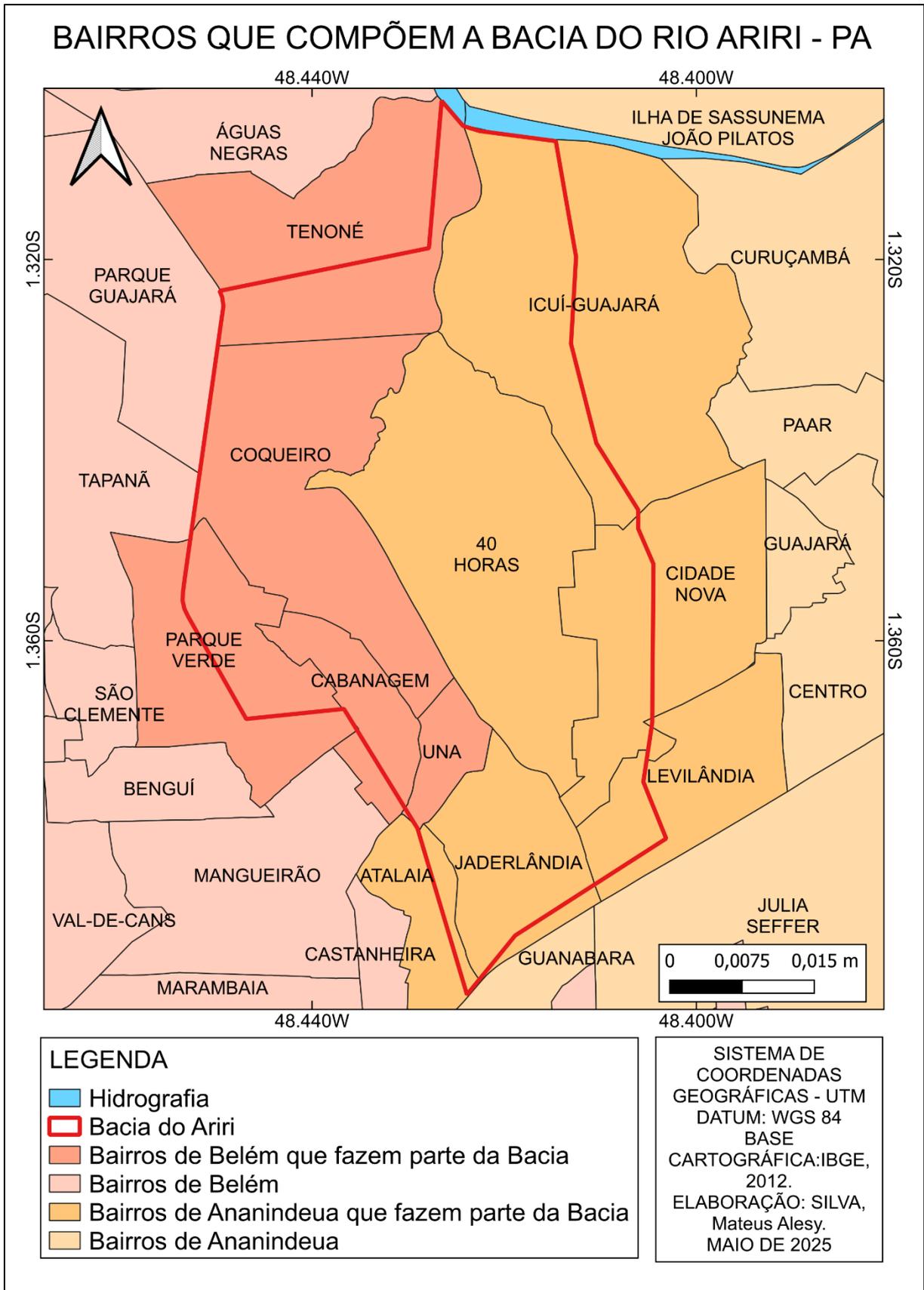


Figura 1: Bairros que compõe a bacia do rio Ariri. Fonte: Autoria própria (2025)

Em Ananindeua, o Plano Diretor Municipal (Lei nº 2.237/2006) prevê, entre outras ações, a criação de faixas marginais de proteção nos igarapés, a regularização fundiária e a implantação de infraestrutura básica como drenagem pluvial, saneamento, iluminação e projetos de reflorestamento. Um destaque importante é a menção específica à bacia do rio Ariri, cujo planejamento de macrodrenagem e preservação das nascentes é previsto em diferentes artigos do plano.

Ambos os planos diretores demonstram uma preocupação institucional com a sustentabilidade urbana e a gestão ambiental integrada. No entanto, a efetividade dessas políticas ainda é limitada pela fragilidade das ações de implementação, fiscalização e participação popular, resultando em um quadro persistente de desigualdades e conflitos socioambientais no espaço metropolitano.

1.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Gestão Ambiental e Socioespacial

De acordo com Guerra (1997), uma bacia é composta pelo conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, sendo delimitada por divisores topográficos naturais. Essas unidades apresentam organização hierárquica dos cursos d'água, podendo ser classificadas como bacias principais, secundárias ou terciárias, conforme a importância e a extensão dos seus corpos hídricos.

Em ambientes urbanos, as bacias hidrográficas adquirem funções e desafios adicionais, pois sofrem alterações significativas em seu ciclo hidrológico devido à crescente impermeabilização do solo. A substituição de áreas vegetadas por estruturas urbanas (edificações, vias pavimentadas e estacionamentos) reduz a infiltração da água no solo e aumenta o escoamento superficial, favorecendo processos como erosão, enchentes e contaminação hídrica. Como aponta Mendonça (2004), essa alteração da dinâmica hídrica compromete diretamente a recarga dos lençóis freáticos e a qualidade das águas fluviais.

Nesse contexto, o conceito de bacia hidrográfica como unidade de gestão torna-se estratégico, pois permite integrar aspectos físicos, sociais e econômicos na formulação de políticas de ordenamento territorial. Rocha e Vianna (2008) destacam que a bacia é um sistema aberto de fluxo hídrico, cuja estrutura espacial reflete as interações entre natureza e sociedade. Portanto, a análise integrada das condições ambientais de uma bacia urbana possibilita

diagnosticar os efeitos da ocupação humana, os conflitos de uso do solo e as vulnerabilidades socioambientais associadas.

Segundo Alves (2017), uma abordagem eficaz de gestão de bacias exige a articulação entre múltiplas escalas e dimensões, incluindo elementos naturais (relevo, solo, vegetação e corpos hídricos) e sociais (formas de uso, estrutura fundiária, equipamentos urbanos, serviços e políticas públicas). Para a autora, essas unidades devem ser consideradas socioambientais, pois sua configuração e funcionamento resultam da sobreposição e da interação entre os sistemas naturais e as dinâmicas sociopolíticas.

Rocha (2011) reforça essa perspectiva ao afirmar que as bacias hidrográficas, sobretudo nas cidades, devem ser compreendidas como espaços multissistêmicos. Elas expressam, simultaneamente, processos naturais e sociais, sendo moldadas por padrões de uso do solo, ocupação urbana, regulação legal e ação do Estado. Nesse sentido, constituem uma base privilegiada para o desenvolvimento de estratégias de planejamento participativo e de monitoramento de riscos ambientais.

No caso das bacias urbanas amazônicas, como a do rio Ariri, essa abordagem é ainda mais relevante. A vulnerabilidade hídrica é agravada pela expansão desordenada das cidades, pelo esgotamento da vegetação ciliar, pela ausência de saneamento básico e pela gestão fragmentada entre diferentes entes públicos. Conforme Silva et al. (2016), o planejamento das bacias deve incluir instrumentos de diagnóstico intersetorial, capazes de orientar ações integradas que aliem conservação ambiental, inclusão social e racionalidade no uso do território.

Por fim, destaca-se a importância da participação social nos processos decisórios relativos à gestão das bacias urbanas. A construção coletiva de políticas públicas, com base no conhecimento técnico e nas experiências locais, fortalece a governança ambiental e garante maior legitimidade às ações de intervenção. Assim, reconhecer a bacia como unidade socioespacial estratégica é fundamental para avançar na construção de cidades mais sustentáveis, resilientes e justas.

1.3. Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.): Abordagem Socioambiental Urbana

A urbanização contemporânea é marcada por processos de transformação acelerada do espaço e, frequentemente, pela degradação das condições ambientais e pela intensificação das desigualdades socioespaciais. Em especial nos centros urbanos da Amazônia, como Belém e Ananindeua, essas transformações se dão de forma desorganizada, com frágil regulação pública e significativa pressão sobre os ecossistemas urbanos. Diante dessa complexidade, é necessário adotar abordagens que integrem dimensões físicas, sociais, econômicas e simbólicas. Uma das contribuições mais importantes nesse sentido é a proposta do Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.), elaborada por Mendonça (2004).

O S.A.U. considera a cidade como um sistema dinâmico, aberto e complexo, no qual coexistem fluxos de matéria, energia e informação oriundos tanto da natureza quanto da sociedade. A proposta rompe com a tradicional separação entre os fatores naturais e os fatores sociais, promovendo uma leitura integrada do espaço urbano, compreendido como resultado das interações entre o substrato natural e os processos sociopolíticos e culturais que o moldam (Mendonça, 2004).

Essa concepção permite compreender que os problemas urbanos não são apenas resultado do crescimento populacional ou da carência de infraestrutura, mas sim de uma complexa rede de relações entre natureza, sociedade e seus atributos culturais, políticos, econômicos e tecnológicos. O modelo S.A.U. propõe que os elementos naturais (como relevo, clima, vegetação e recursos hídricos) são permanentemente modificados pelas ações humanas, organizadas por meio de sistemas produtivos, padrões de consumo, formas de apropriação do espaço e estruturas institucionais.

Esses elementos interagem e se manifestam em outputs (produtos e impactos urbanos), os quais demandam aplicação prática em termos de políticas públicas e instrumentos de planejamento (Mendonça, 2004). Portanto, o modelo não apenas interpreta a cidade como um sistema interativo, mas também fornece subsídios para sua transformação por meio de uma gestão ambiental urbana sistêmica e propositiva.

A Figura 2 apresenta de forma esquemática a estrutura conceitual do Sistema Ambiental Urbano, destacando as interações entre os elementos naturais, sociais, culturais e tecnológicos que compõem o espaço urbano e geram impactos socioambientais. Essa representação permite

visualizar os ciclos de retroalimentação entre os diferentes componentes e reforça a importância de abordagens integradas no planejamento e na gestão ambiental urbana.

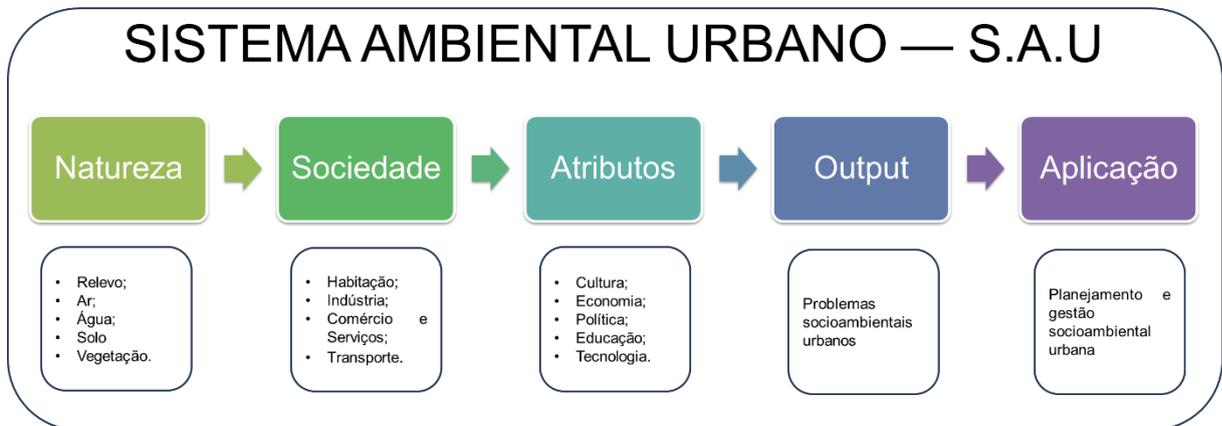


Figura 2: Modelo conceitual do Sistema Ambiental Urbano (SAU), com fluxos entre natureza, sociedade, atributos e gestão. Fonte: Adaptado de Mendonça (2004)

Segundo Mendonça (2004), o S.A.U. é composto por quatro elementos fundamentais que aplicados a bacia do Ariri, configuram os pontos a seguir:

- **Input:** Entrada de fluxos naturais (água da bacia e igarapés, solo, relevo e vegetação remanescente) e sociais (população crescente, ocupação de moradias, infraestrutura urbana e geração de resíduos);
- **Atributos:** Elementos que conferem dinâmica ao sistema urbano, especialmente os aspectos culturais (organização comunitária, práticas de ocupação e saberes locais), políticos (Fragmentação de gestão intermunicipal, ausência de políticas públicas integradas e desigualdade socioespacial) e econômicos (desvalorização territorial e mercado imobiliário excludente) da sociedade;
- **Output:** Resultados e impactos das interações sistêmicas: ambientais (degradação da vegetação, assoreamento de igarapés, alagamentos e contaminação hídrica), sociais (precariedade habitacional, doenças de veiculação hídrica e exclusão social) e institucionais (falta de planos municipais destinados à bacia do Ariri);
- **Aplicações:** Ações de planejamento e gestão: institucionais (gestão integrada intermunicipal da bacia), sociais (organização comunitária, mutirões de limpeza, educação ambiental) e técnicas (monitoramento com uso de geoprocessamento, regularização fundiária e recuperação de áreas verdes).

Essa estrutura permite interpretar o espaço urbano como um conjunto de subsistemas interdependentes, subsistema natureza e subsistema sociedade, cujas interações produzem tanto oportunidades quanto conflitos ambientais. Como observa Alves (2017), a cidade é simultaneamente palco de trocas ecológicas e disputas sociais, sendo o território urbano a materialização de interesses políticos, culturais e econômicos em permanente tensão.

Ao evidenciar os fluxos entre natureza, sociedade e atributos culturais, políticos e econômicos, o modelo contribui para a compreensão da cidade como um sistema dinâmico e interdependente, onde os problemas urbanos são reflexo de múltiplas interações. Esse referencial é particularmente relevante para a análise da bacia hidrográfica do Ariri, dado o entrelaçamento entre os processos naturais e as práticas urbanas que transformam o território.

Autores como Becker (2005) e Maricato (2011) reforçam a importância de compreender o urbano em sua totalidade, sobretudo em contextos de urbanização precária, como o das metrópoles amazônicas. Para Becker (2005), as cidades da Amazônia são marcadas por uma “disputa desigual” entre as lógicas de mercado e as necessidades coletivas de bem-estar, gerando territórios fragmentados e ambientalmente vulneráveis. Já Maricato (2011) aponta que os processos de exclusão territorial, associados à ausência do Estado, se traduzem em formas específicas de precarização do espaço urbano, como a ocupação de áreas ambientalmente frágeis e a invisibilização das populações periféricas.

No contexto da bacia hidrográfica do rio Ariri, o modelo do S.A.U. oferece uma estrutura analítica que permite entender o território como resultado da confluência entre o meio físico, representado pela drenagem natural, topografia, cobertura vegetal, e as ações antrópicas, como a urbanização irregular, a ausência de saneamento e o descarte de resíduos. A intensa pressão sobre o sistema hídrico, evidenciada pelo uso do rio Ariri como canal de escoamento pluvial e de efluentes domésticos, expressa um desequilíbrio no fluxo entre inputs e outputs. A falta de respostas eficazes (aplicações), por parte do poder público, amplia os riscos ambientais e agrava a exclusão socioespacial.

A ausência de infraestrutura de saneamento básico, a supressão das matas ciliares e a fragmentação das políticas públicas de gestão ambiental são sintomas da crise sistêmica que afeta o ambiente urbano da RMB. Como argumenta Jacobi (2003), os problemas ambientais urbanos não decorrem apenas da escassez de recursos naturais, mas da ineficiência dos modelos de gestão que negligenciam as dimensões sociais e culturais da sustentabilidade. A adoção do

S.A.U., nesse sentido, permite superar abordagens reducionistas e propor uma leitura crítica e relacional do território urbano.

Dessa forma, a análise da bacia hidrográfica do rio Ariri sob a ótica do S.A.U. possibilita a compreensão dos impactos da urbanização desordenada como resultado de interações desequilibradas entre natureza e sociedade. A degradação das margens do rio, a concentração populacional em áreas periféricas, a carência de equipamentos urbanos e a fragmentação institucional são expressões visíveis de um sistema urbano que opera sob pressão constante e com capacidade limitada de resposta.

A incorporação do S.A.U. nesta dissertação amplia a capacidade interpretativa da análise socioambiental e oferece subsídios teóricos e metodológicos para a elaboração de propostas integradas de planejamento urbano, recuperação ambiental e gestão participativa do território.

1.4. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O avanço das geotecnologias tem desempenhado um papel fundamental nos estudos ambientais e urbanos, permitindo a coleta, o tratamento e a interpretação de informações espaciais em larga escala. Entre as ferramentas mais relevantes nesse contexto estão o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que viabilizam a análise integrada do espaço geográfico, a partir de dados multiescalares e multitemporais.

O sensoriamento remoto pode ser definido como o conjunto de técnicas que permite a obtenção de informações sobre objetos e fenômenos da superfície terrestre sem contato direto com eles, por meio da captação e interpretação da energia eletromagnética refletida ou emitida (Moraes, 2002). Segundo Florenzano (2007), essa tecnologia tem se mostrado essencial para o mapeamento da cobertura e uso do solo, monitoramento de áreas verdes, delimitação de bacias hidrográficas, entre outras aplicações relevantes para o planejamento ambiental.

Complementarmente, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) consistem em ferramentas computacionais capazes de integrar, analisar e visualizar dados espaciais e não espaciais. Como destacam Criado e Piroli (2012), os SIGs permitem cruzar variáveis geográficas (como setores censitários, redes de drenagem, uso do solo) com dados estatísticos (como população, densidade, infraestrutura), viabilizando análises espaciais detalhadas e tomadas de decisão mais precisas.

Ainda que esta pesquisa não tenha feito uso direto de imagens orbitais na sua análise empírica, a concepção territorial que sustenta o trabalho tem base nas abordagens geotecnológicas. A delimitação da bacia hidrográfica do rio Ariri foi apoiada por informações cartográficas vetoriais e mapas disponíveis em bases públicas, como o IBGE, possibilitando a espacialização dos setores censitários urbanos de 2022 e o cruzamento de variáveis demográficas e infraestruturais com o recorte hidrográfico da bacia.

Essa aplicação do SIG como suporte metodológico é coerente com os estudos de Campos e Campos (2022), que defendem a utilização de sistemas georreferenciados para a caracterização socioambiental de bacias urbanas, permitindo o reconhecimento de padrões de ocupação e suas implicações na sustentabilidade do território.

Assim, o sensoriamento remoto e os SIGs não apenas constituem ferramentas técnicas, mas também instrumentos epistemológicos que auxiliam a leitura integrada do território urbano, como propõem Becker (2005) e Saueressig et al. (2021). A cartografia digital, ao articular forma e conteúdo, espaço e dado estatístico, oferece subsídios fundamentais para a análise socioambiental em escalas urbanas e regionais, sobretudo quando associada a metodologias integradoras, como o modelo MPIER.

No caso da bacia do rio Ariri, a leitura espacial do Censo 2022 por setor censitário, viabilizada pelo uso de SIG, permitiu identificar áreas de maior vulnerabilidade socioambiental, padrões de adensamento populacional, precariedade infraestrutural e desigualdades no acesso a saneamento, abastecimento de água e moradia. Esses dados, quando representados espacialmente, contribuem para a elaboração de diagnósticos territoriais mais completos e para a formulação de propostas de planejamento que articulem justiça social e sustentabilidade urbana.

1.5 A Metodologia MPIER: Fundamentos e Aplicações em Gestão Ambiental

A gestão ambiental contemporânea enfrenta o desafio de compreender e intervir em sistemas socioecológicos marcados pela complexidade, pela interdependência de fatores e pela rápida degradação dos recursos naturais. A fragmentação dos dados, a multiplicidade de agentes e a sobreposição de escalas espaciais e institucionais exigem metodologias capazes de integrar múltiplas dimensões analíticas. Nesse cenário, destaca-se o modelo Força Motriz – Pressão – Impacto – Estado – Resposta (MPIER), elaborado inicialmente pela Organização para a

Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e posteriormente adotado como instrumento oficial de avaliação ambiental pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Conforme Kristensen (2004), o MPIER surgiu como desdobramento do modelo “Pressão – Estado – Resposta” (PER), incorporando categorias que permitissem uma leitura mais sistêmica e causal dos problemas ambientais, especialmente no que se refere à origem social e econômica das pressões antrópicas. O novo modelo foi construído com o propósito de organizar indicadores ambientais de forma coerente, possibilitando o monitoramento das condições ambientais e a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação e à prevenção de danos.

O modelo é composto por cinco categorias analíticas interligadas:

Força Motriz (M): Representa os processos estruturantes da sociedade que impulsionam as mudanças ambientais. São fatores como crescimento populacional, dinâmica econômica, industrialização, urbanização, padrões de consumo, expansão imobiliária, entre outros. No caso da Região Metropolitana de Belém, a metropolização desordenada e a expansão periférica são forças motrizes centrais.

Pressão (P): Envolve as ações diretas derivadas dessas forças, que exercem tensão sobre o meio ambiente. Exemplos incluem a supressão da vegetação, ocupação de áreas de risco, lançamento de efluentes, impermeabilização do solo e contaminação hídrica. Em áreas como a bacia do rio Ariri, a pressão manifesta-se, por exemplo, na ocupação das margens dos igarapés e na ausência de coleta e tratamento de esgoto.

Estado (E): Refere-se à condição ambiental atual de determinado sistema ou território. Pode ser analisado por meio de indicadores de qualidade do ar, da água, do solo, da cobertura vegetal, da infraestrutura urbana, entre outros. No presente estudo, são utilizados indicadores censitários como tipo de domicílio, forma de abastecimento de água, destino do esgoto e adensamento domiciliar.

Impacto (I): Trata das consequências dessas alterações ambientais para a saúde humana, os ecossistemas e a funcionalidade urbana. Os impactos podem incluir aumento da vulnerabilidade social, proliferação de doenças, enchentes, degradação paisagística e perda de biodiversidade.

Resposta (R): Corresponde às ações da sociedade públicas ou privadas, institucionais ou comunitárias, destinadas a reduzir os impactos, restaurar as condições ambientais ou modificar as forças motrizes. Isso inclui políticas públicas, programas de saneamento, legislação ambiental, regularização fundiária, campanhas educativas e organização comunitária.



Figura 3: Etapas do método MPIER aplicadas à realidade da bacia do rio Ariri. Fonte: Elaboração própria.

A Figura 3 apresenta uma síntese visual da metodologia MPIER aplicada à realidade da pesquisa, com destaque para os principais elementos observados na bacia hidrográfica do rio Ariri. Cada etapa do modelo foi associada a fatores reais identificados a partir dos dados do Censo 2022, possibilitando uma leitura crítica dos processos socioambientais em curso.

Segundo Niemeijer e De Groot (2008), o modelo MPIER destaca-se por sua capacidade de organizar variáveis heterogêneas de maneira estruturada, permitindo o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade com alto poder explicativo. Os autores ressaltam ainda que o modelo contribui para a construção de narrativas causais que ajudam a interpretar fenômenos ambientais complexos, como os que ocorrem em bacias urbanas.

No contexto brasileiro, diversas pesquisas têm utilizado o MPIER como ferramenta metodológica para o diagnóstico ambiental de áreas urbanas e periurbanas. Rodrigues (2017) aplicou o modelo para analisar a dinâmica da paisagem da microbacia do rio Maguari-Açu, também em Ananindeua, destacando a relação entre ocupação desordenada e a intensificação de riscos ambientais. Oliveira (2017) utilizaram a metodologia para avaliar a qualidade socioambiental da bacia do rio Mocajuba (PA), demonstrando a aplicabilidade do modelo em contextos amazônicos.

Para Branchi e Ferreira (2020), o MPIER é eficaz na identificação de pressões invisibilizadas por diagnósticos convencionais, pois permite articular dados objetivos com interpretações qualitativas sobre o território. Além disso, facilita a priorização de áreas críticas e a definição de respostas estratégicas com base em evidências.

No caso da presente dissertação, o MPIER é utilizado como referencial metodológico para analisar os dados do Censo Demográfico de 2022, por setor censitário, na bacia hidrográfica do rio Ariri. A escolha por essa metodologia decorre da sua capacidade de estruturar os dados censitários dentro de uma lógica ambiental sistêmica, o que permite revelar os efeitos da urbanização sobre a qualidade ambiental e a vida das populações que habitam a região.

A operacionalização do modelo nesta pesquisa envolveu a seleção e categorização de variáveis censitárias para cada componente do MPIER. Por exemplo:

- Força Motriz: dinâmica de adensamento urbano e crescimento populacional por bairro;
- Pressão: ausência de saneamento básico, esgoto in natura, domicílios improvisados, alta densidade domiciliar;
- Estado: condição dos domicílios, tipos de abastecimento de água, cobertura por serviços urbanos;
- Impacto: vulnerabilidade sanitária, risco de contaminação hídrica, qualidade de vida;
- Resposta: identificação de políticas públicas previstas nos planos diretores de Belém e Ananindeua, ações institucionais de macrodrenagem, regularização ou conservação ambiental.

A partir dessa estrutura, é possível construir um diagnóstico integrado que não apenas descreve os dados, mas também interpreta suas inter-relações e aponta caminhos possíveis para a formulação de respostas territoriais. Como reforçam Lima et al. (2017), o uso do MPIER em áreas urbanas da Amazônia é particularmente útil para evidenciar os conflitos socioambientais decorrentes do crescimento desordenado e da ausência de planejamento estratégico.

Em suma, a metodologia MPIER proporciona à presente pesquisa uma base analítica robusta e interdisciplinar, que articula o diagnóstico técnico com a leitura crítica do território. Ao ser aplicada à bacia do rio Ariri, permite compreender a complexidade dos problemas enfrentados, suas causas estruturais e suas consequências ambientais e sociais, contribuindo para a construção de uma agenda de gestão urbana e ambiental mais justa, transparente e

baseada em evidências.

2. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO ARIRI

Este capítulo apresenta o diagnóstico socioambiental da bacia hidrográfica do rio Ariri, situada nos municípios de Belém e Ananindeua, integrantes da Região Metropolitana de Belém (RMB), no estado do Pará. O objetivo central é compreender, a partir da base territorial dos setores censitários do Censo Demográfico de 2022, como se configuram as desigualdades socioespaciais, as vulnerabilidades ambientais e as pressões exercidas pelo processo de urbanização sobre esse território hidrográfico.

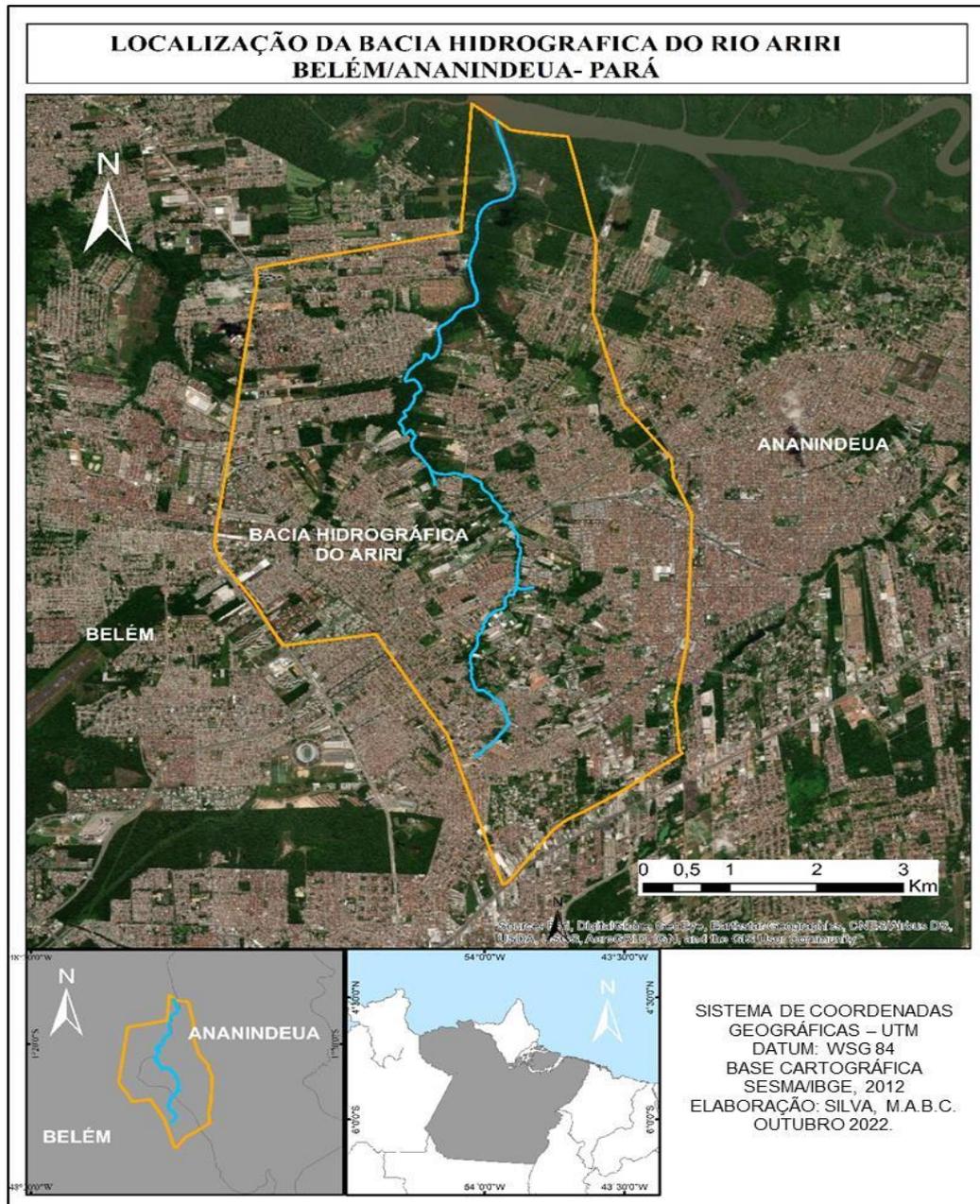
A análise será estruturada por categorias temáticas associadas aos elementos da metodologia MPIER, articuladas ao recorte espacial da bacia. São apresentados inicialmente os aspectos físicos e geográficos da área, seguidos pela caracterização da população residente, da tipologia habitacional e das condições de infraestrutura urbana, como abastecimento de água e esgotamento sanitário. Também serão exploradas as disparidades interbairros e intersetores, com destaque para os indicadores que expressam pressões antrópicas, estado ambiental e respostas institucionais.

2.1. Localização Geográfica e Características Gerais

A bacia hidrográfica do rio Ariri está inserida em um território de significativa complexidade ambiental e urbana. Situada na zona leste da Região Metropolitana de Belém (RMB), ela abrange áreas densamente ocupadas e marcadas por forte crescimento populacional nas últimas décadas. Sua localização estratégica, entre zonas consolidadas e frentes de expansão urbana, reforça sua importância para os estudos de planejamento territorial e gestão ambiental (Trindade Jr. e Santos, 2019; Santos e Jacobi, 2012).

Do ponto de vista político-administrativo, a bacia distribui-se por onze bairros (figura 2): seis no município de Ananindeua: 40 Horas, Atalaia, Cidade Nova, Icuí, Jaderlândia e Levilândia; e cinco em Belém: Cabanagem, Coqueiro, Parque Verde, Tenoné e Una. A delimitação espacial foi realizada com base em dados cartográficos oficiais e possibilitou o georreferenciamento dos setores censitários urbanos pertencentes à bacia, conforme os dados do Censo Demográfico de 2012 (IBGE, 2023)., representado na figura 4 a seguir:

Figura 4: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Ariri nos municípios de Belém e Ananindeua – PA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A bacia apresenta características morfológicas típicas de áreas de planície sedimentar amazônica, com declividades suaves, alta umidade do solo e presença de canais e igarapés de baixa vazão. Tais atributos geomorfológicos, associados ao uso desordenado do solo urbano, tornam a região suscetível a processos recorrentes de alagamento, assoreamento e degradação das margens fluviais (Guerra; Cunha, 2012; Rodrigues, 2017).

O rio Ariri, principal curso d'água da bacia, sofreu diversas transformações ao longo do tempo, assumindo funções de drenagem urbana em diversos trechos. Em muitos bairros, o

leito do rio foi estreitado, retificado ou canalizado, perdendo suas funções ecológicas originais e acumulando resíduos sólidos e esgoto doméstico. Esses processos revelam a forte pressão antrópica sobre o sistema hídrico local e apontam para um modelo de urbanização que ignora a lógica natural da drenagem (Tundisi; Tundisi, 2017; Oliveira, 2017).

A ocupação da bacia se intensificou principalmente a partir das décadas de 1980 e 1990, acompanhando o crescimento urbano acelerado da RMB. Ocorreu uma expansão horizontal dos bairros periféricos, sem o devido acompanhamento por parte das políticas públicas de infraestrutura urbana, o que contribuiu para o adensamento populacional em áreas ambientalmente frágeis (Becker, 2005; Alves, 2017). Esse processo foi marcado por informalidade, ausência de regulação fundiária e baixa cobertura de serviços públicos básicos.

Além da localização física e do uso do solo, é importante considerar os elementos normativos que incidem sobre a bacia. Tanto o Plano Diretor de Belém (Lei nº 8.655/2008) quanto o de Ananindeua (Lei nº 2.237/2006) preveem dispositivos específicos para a proteção de igarapés e nascentes da região, incluindo a criação de Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA) e faixas marginais de proteção ao longo do rio Ariri. No entanto, a efetivação dessas medidas esbarra em limitações técnicas, institucionais e na baixa capacidade de fiscalização do poder público (Maricato, 2011).

A análise da configuração geográfica da bacia também permite compreender os desafios associados à prestação de serviços urbanos. A distância entre os bairros centrais e os setores periféricos, somada à fragmentação dos planos urbanísticos, dificulta a articulação de políticas públicas integradas. Essa desarticulação contribui para a manutenção de desigualdades territoriais persistentes, agravando os problemas de mobilidade, acesso à água, coleta de resíduos e saneamento (IPEA, 2019; Silva et al., 2021).

A seguir, apresenta-se um quadro síntese dos bairros e setores censitários que integram a bacia, com a respectiva distribuição da população total em 2022, conforme os dados do IBGE. A espacialização dos dados por setor censitário permitirá, nas próximas seções, avaliar os padrões de adensamento populacional e os indicadores de infraestrutura urbana de forma mais precisa.

Tabela 1: Bairros e população por município e setor censitário – Censo Demográfico 2022

BAIRRO	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO TOTAL	V00001	V00003	MPDPPO
40 horas	Ananindeua	70.655	23.385	3	3,02
Atalaia	Ananindeua	10.523	3.356	7	3,14
Cabanagem	Belém	18.552	5.958	0	3,11
Cidade Nova	Ananindeua	31.364	10.047	54	3,12
Coqueiro	Belém	49.790	16.634	10	2,99
Icuí	Ananindeua	15.309	4.915	0	3,11
Jaderlândia	Ananindeua	26.450	8.913	0	2,97
Levilândia	Ananindeua	4.510	1.243	6	3,63
Parque Verde	Belém	16.506	5.264	0	3,14
Tenoné	Belém	23.351	7.627	0	3,06
Una	Belém	4.966	1.748	0	2,84
TOTAL	—	271.976	89.090	80	3,05

LEGENDA

V00001 Domicílios Particulares Permanentes Ocupados;

V00003 Domicílios Coletivos Com Morador;

MPDPPO Média de Pessoas por Domicílio Particular Permanentemente Ocupado.

Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria.

Essas informações preliminares sobre localização, configuração física e limites administrativos são fundamentais para contextualizar os dados censitários utilizados nos capítulos seguintes. A leitura integrada da geografia física e urbana da bacia do Ariri permitirá aplicar com consistência a metodologia MPIER, analisando as forças motrizes da urbanização, as pressões sobre os sistemas naturais e as condições ambientais em que vivem as populações locais.

2.2. Análise Multitemporal da Ocupação Urbana e Cobertura Vegetal

A bacia hidrográfica do rio Ariri, localizada em área de fronteira entre os municípios de Belém e Ananindeua, evidencia uma intensa ocupação urbana, resultado de processos históricos de crescimento metropolitano pouco planejado. Nas últimas quatro décadas, a expansão horizontal dos centros urbanos da RMB avançou sobre áreas periféricas e ambientalmente sensíveis, incluindo margens de igarapés e faixas de drenagem natural, muitas vezes sem

considerar os limites físicos e a capacidade de suporte do ambiente (Becker, 2005; Santos; Jacobi, 2012).

O avanço da urbanização sobre o território da bacia ocorreu majoritariamente por meio de loteamentos informais, conjuntos habitacionais com infraestrutura deficiente e ocupações espontâneas, que transformaram profundamente o uso e a cobertura do solo. Conforme Silva et al. (2016), esse tipo de ocupação geralmente precede a ação do Estado, resultando em zonas de vulnerabilidade socioambiental onde os serviços básicos são ausentes ou insuficientes.

Ainda que esta pesquisa não tenha feito uso direto de imagens satelitais para análise multitemporal, os dados do Censo Demográfico de 2022, desagregados por setor censitário, possibilitam inferências relevantes sobre os padrões atuais de ocupação urbana da bacia. Com base nesses dados, foram adaptados dois indicadores amplamente utilizados em estudos urbanos e ambientais: o Índice de Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas (ICVAU) e o Índice de Ocupação Urbana (IOU).

O ICVAU foi originalmente proposto para mensurar a proporção de áreas verdes em contextos urbanos, com base em mapas de uso e cobertura da terra derivados de sensoriamento remoto (Florenzano, 2007). Neste estudo, dada a ausência de dados orbitais, optou-se por uma adaptação metodológica, interpretando o ICVAU a partir da prevalência de domicílios horizontais (casas), verticais (apartamentos) e domicílios improvisados. Essa leitura foi possível graças à variável V00047 do Censo 2022, que classifica os tipos de domicílio por setor.

A presença predominante de casas unifamiliares sugere uma ocupação extensiva, de baixa verticalização, o que pode indicar maior pressão sobre o solo natural remanescente. Por outro lado, a presença de apartamentos tende a concentrar a população em menor área ocupada, o que favorece a preservação de espaços livres e vegetação urbana, conforme defendem Forman (2008) e Brandão et al., (2019).

Tabela 2: Tipologia dos domicílios por bairro: casas, apartamentos, habitações coletivas e improvisadas

BAIRRO	MUNICÍPIO	V00047	V00048	V00049	V00050	V00051	V00052	V00053	V00054	V00055	V00056	V00057	V00058
40 horas	Ananindeua	14.678	3.025	5.608	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Atalaia	Ananindeua	3.033	245	55	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Cabanagem	Belém	5.381	500	36	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Cidade Nova	Ananindeua	8.646	304	1.054	20	0	0	0	0	0	0	0	0
Coqueiro	Belém	13.453	1.035	1.949	19	0	0	0	3	0	0	0	0
Icuí	Ananindeua	4.571	219	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jaderlândia	Ananindeua	6.026	881	1.959	26	0	0	0	0	0	0	0	0
Levilândia	Ananindeua	1.087	139	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parque Verde	Belém	3.136	799	1.374	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Tenoné	Belém	5.734	209	1.668	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Una	Belém	1.430	89	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	—	67.175	7.445	14.053	129	0	0	0	3	5	0	0	0

LEGENDA

V00047	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é casa;
V00048	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é casa de vila ou em condomínio;
V00049	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é apartamento;
V00050	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é habitação em casa de cômodos ou cortiço;
V00051	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é habitação indígena sem paredes ou maloca;
V00052	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Tipo de espécie é estrutura residencial permanente degradada ou inacabada;
V00053	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é tenda ou barraca de lona, plástico ou tecido;
V00054	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é dentro de estabelecimento em funcionamento;
V00055	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é abrigo natural e outras estruturas improvisadas;
V00056	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é estrutura improvisada em logradouro público, exceto tenda ou barraca;
V00057	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é estrutura não residencial permanente degradada ou inacabada;
V00058	Domicílios Particulares Improvisados Ocupados, Tipo de espécie é veículo (carro, caminhão, trailer, barco etc.).

Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria.

O IOU, por sua vez, foi interpretado com base em múltiplas variáveis: número total de domicílios por setor, média de moradores por domicílio, densidade de ocupação e presença de domicílios improvisados ou coletivos. Esse conjunto de informações permitiu identificar setores censitários com alta pressão urbana e possível comprometimento ambiental. Em bairros como Levilândia, Icuí e Cabanagem, os dados indicam não apenas elevada densidade populacional, mas também déficit de serviços públicos essenciais, como abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário, aspectos que serão aprofundados na próxima seção.

De acordo com Maricato (2011), a ocupação informal tende a se estabelecer nas franjas das cidades e ao longo dos cursos d'água, por serem áreas de menor valor fundiário e maior vulnerabilidade ecológica. Isso se aplica diretamente à bacia do Ariri, cuja configuração urbana revela padrões típicos de periferização ambiental, conforme tipologia proposta por Oliveira (2017).

A presença de domicílios improvisados, identificados nos setores mais vulneráveis da bacia, é especialmente preocupante. Esses domicílios incluem moradias em estruturas não residenciais (comércio, galpões) ou em construções precárias, o que reflete situações extremas de carência habitacional. Para Jacobi (2003), esses arranjos habitacionais representam não apenas a precariedade da moradia, mas também a invisibilidade das populações periféricas nos processos decisórios urbanos.

Além disso, a média de moradores por domicílio é um indicador importante para o cálculo do IOU. Em alguns setores da bacia, essa média supera os 3,5 habitantes por residência, sugerindo situações de coabitação forçada, déficit habitacional e possíveis sobrecargas nas redes de infraestrutura urbana (Alves, 2017; IPEA, 2019). Tal adensamento domiciliar tem implicações diretas sobre a geração de resíduos, o uso da água e a produção de esgoto, aumentando a carga sobre os sistemas urbanos e agravando a degradação ambiental.

A leitura combinada dos indicadores ICVAU e IOU, mesmo quando adaptados aos dados censitários, possibilita a identificação de padrões espaciais de pressão urbana e risco ambiental. A aplicação desses índices por setor censitário permite reconhecer áreas críticas dentro da bacia, especialmente as que combinam alta densidade populacional, baixa verticalização, domicílios improvisados e ausência de vegetação e que, portanto, demandam atenção prioritária do ponto de vista do planejamento urbano.

Conforme aponta Branchi e Ferreira (2020), a interpretação espacial de dados censitários é uma estratégia válida para diagnósticos ambientais em contextos urbanos onde não há acesso a imagens de alta resolução. A desagregação dos dados por setor censitário possibilita não apenas a localização precisa dos problemas, mas também a formulação de propostas orientadas à equidade territorial.

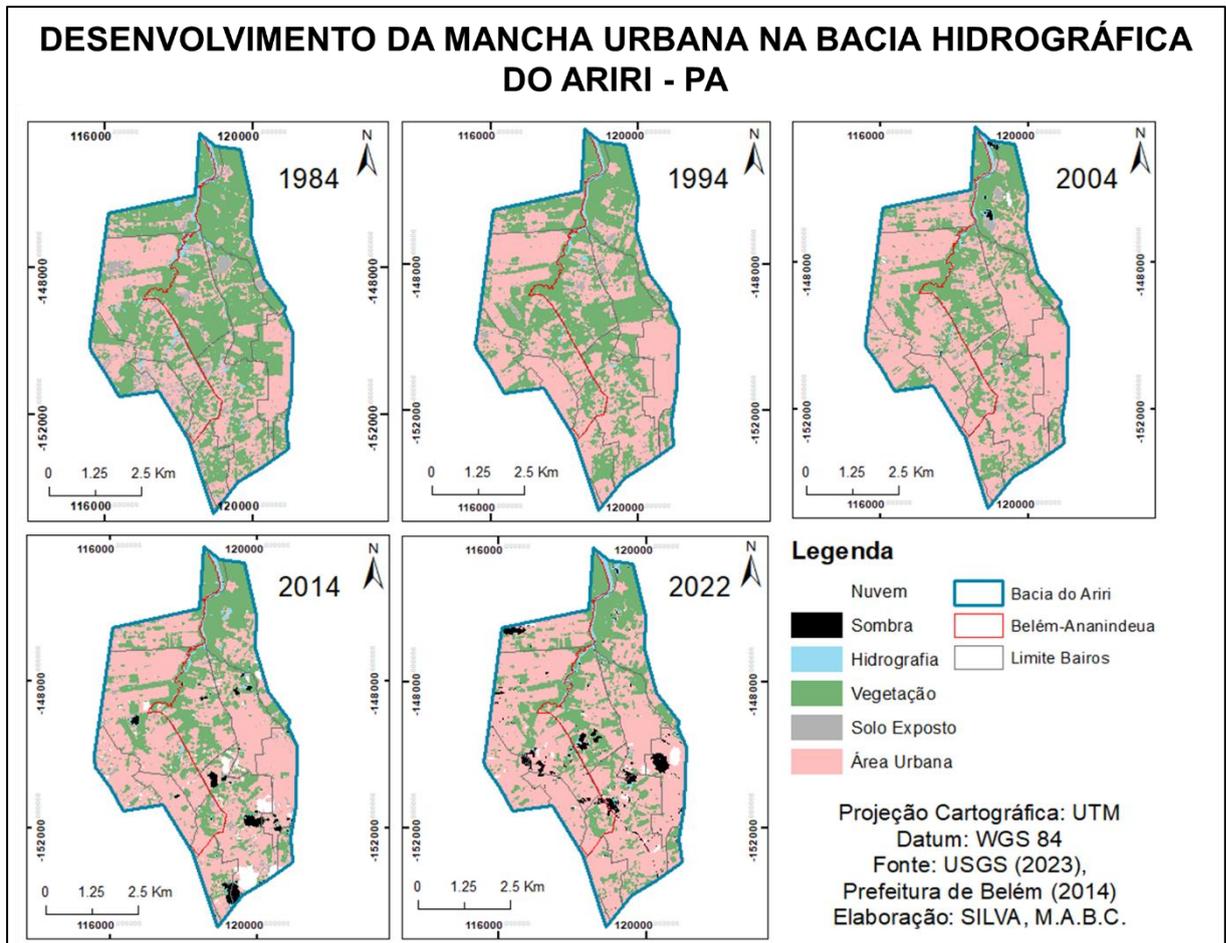


Figura 5: Desenvolvimento da mancha urbana na Bacia Hidrográfica do Ariri (1984–2022).
Fonte: USGS, Prefeitura de Belém. Elaboração: dezembro de 2024.

A evolução da ocupação urbana na bacia do rio Ariri entre os anos de 1984 e 2022 pode ser observada de forma clara por meio da representação cartográfica multitemporal apresentada na Figura 5. Os mapas demonstram a intensificação do processo de urbanização e a substituição de áreas de vegetação por áreas edificadas, com destaque para o crescimento em direção às porções centrais e meridionais da bacia.

A análise dos mapas evidencia que, em 1984, predominavam áreas de vegetação e solo exposto no interior da bacia, com pouca presença de ocupação urbana consolidada. No entanto, a partir da década de 1990, nota-se a expansão acelerada da mancha urbana, especialmente nas

áreas mais próximas dos principais eixos viários e dos limites intermunicipais entre Belém e Ananindeua. Em 2022, a urbanização já ocupa a maior parte da bacia, fragmentando os remanescentes vegetais e pressionando os corpos hídricos. Tal dinâmica confirma os resultados discutidos nesta seção e reforça o papel da urbanização informal como vetor de pressão sobre os recursos naturais da bacia, conforme apontado por Becker (2005) e Mendonça (2004).

Em síntese, os dados do Censo 2022 evidenciam que a bacia do rio Ariri encontra-se em um estágio avançado de urbanização, com importantes diferenças intraurbanas que revelam zonas críticas de vulnerabilidade ambiental e social. A compreensão desses padrões de ocupação é essencial para a análise das pressões e impactos (P e I do modelo MPIER), que serão discutidos nas seções seguintes.

2.3. Indicadores Demográficos e de Infraestrutura Urbana

A infraestrutura urbana básica é um dos principais vetores que definem a qualidade ambiental e as condições de vida em territórios urbanos. Em contextos periféricos como o da bacia do rio Ariri, a precariedade desses serviços expressa, de forma direta, a desigualdade na distribuição de direitos urbanos e ambientais. A análise dos dados do Censo Demográfico de 2022, desagregados por setor censitário, permite identificar as pressões que esses territórios exercem sobre o ambiente e revelar o estado atual da infraestrutura urbana, em conformidade com os eixos “P” (Pressão) e “E” (Estado) da metodologia MPIER.

2.3.1 Abastecimento de Água

O acesso à água potável e segura é um direito humano reconhecido pela ONU desde 2010, sendo essencial para a saúde, a dignidade e a segurança alimentar das populações urbanas. No entanto, no Brasil, e especialmente nas cidades amazônicas, esse direito ainda é profundamente desigual. Na bacia do Ariri, os dados do Censo 2022 revelam uma heterogeneidade significativa nos modos de abastecimento, com predominância da rede geral nos bairros mais consolidados (Cidade Nova, Parque Verde), mas ampla presença de soluções alternativas em bairros como Levilândia, Cabanagem e Icuí.

A adoção de fontes como poços, nascentes, carro-pipa e água da chuva é recorrente em áreas de infraestrutura precária, que não são atendidas pelas concessionárias de saneamento ou onde o custo da conexão à rede é proibitivo para a população. Segundo Jacobi (2003), a ausência

de abastecimento regular e seguro de água está entre os principais marcadores da vulnerabilidade sanitária e territorial nas periferias urbanas brasileiras.

Em alguns setores da bacia, também foi registrada a prática do uso de fontes coletivas, cisternas comunitárias e ligações irregulares, configurando soluções informais de acesso à água que revelam tanto a capacidade de adaptação dos moradores quanto a ausência do Estado. Essas estratégias são frequentemente instáveis, expõem os usuários a riscos sanitários e dificultam o planejamento público, como destaca Silva et al. (2021).

A Tabela 3 a seguir apresenta a distribuição dos domicílios por forma de abastecimento de água, categorizada por setor censitário nos bairros que compõem a bacia hidrográfica do rio Ariri. As categorias incluem rede geral, poço ou nascente, carro-pipa e outras fontes, conforme a classificação do IBGE.

Tabela 3: Forma de abastecimento de água por setor censitário – Censo 2022

BAIRRO	MUNICÍPIO	V00111	V00112	V00113	V00114	V00115	V00116	V00117	V00118
40 horas	Ananindeua	6.036	16.607	275	0	0	0	0	376
Atalaia	Ananindeua	2.872	463	0	0	0	0	0	10
Cabanagem	Belém	4.517	1.384	23	0	0	0	0	7
Cidade Nova	Ananindeua	6.835	3.156	29	0	0	0	0	7
Coqueiro	Belém	7.072	9.257	83	0	0	0	0	9
Icuí	Ananindeua	742	3.172	312	0	0	0	0	672
Jaderlândia	Ananindeua	4.611	4.188	47	0	0	0	0	35
Levilândia	Ananindeua	189	1.026	24	0	0	0	0	0
Parque Verde	Belém	2.340	2.957	12	0	0	0	0	0
Tenoné	Belém	2.493	4.990	84	0	0	0	0	21
Una	Belém	847	836	0	0	0	0	0	52
TOTAL	—	38.554	48.036	889	0	0	0	0	1.189

LEGENDA

V00111	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza rede geral de distribuição;
V00112	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza poço profundo ou artesiano;
V00113	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza poço raso, freático ou cacimba;
V00114	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza fonte, nascente ou mina;
V00115	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza carro-pipa;
V00116	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza água da chuva armazenada;
V00117	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza rios, açudes, córregos, lagos e igarapés;
V00118	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, utiliza outra forma de abastecimento de água.

Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria.

Os dados demonstram que, embora a rede geral seja majoritária nos bairros mais centrais, há uma proporção significativa de domicílios atendidos por soluções alternativas nos setores periféricos, o que indica disparidade no acesso ao serviço e vulnerabilidade hídrica acentuada.

2.3.2 Esgotamento Sanitário

A destinação adequada dos esgotos é um dos maiores desafios das cidades amazônicas, sobretudo nos territórios urbanizados sobre áreas de várzea, igarapés e terrenos de alta saturação hídrica. Na bacia do rio Ariri, os dados revelam que a maioria dos domicílios não possui conexão com rede coletora de esgoto. As soluções mais comuns são fossas rudimentares, sumidouros, valas a céu aberto ou lançamento direto no meio ambiente.

A ausência de rede pública de esgoto implica em impactos ambientais imediatos: contaminação do lençol freático, proliferação de doenças de veiculação hídrica, mortandade da fauna aquática e perda da qualidade ambiental das águas superficiais, que já são utilizadas como canais de drenagem urbana. Como destacam Tundisi e Tundisi (2017), o lançamento de esgoto in natura é um dos principais fatores de colapso da função ecológica de corpos hídricos urbanos.

No caso da bacia do Ariri, há ainda um agravante: muitos dos domicílios que utilizam fossas não dispõem de manutenção ou coleta adequada de lodo, o que leva ao transbordamento dos sistemas e ao escoamento superficial para os igarapés. Esses processos afetam diretamente a qualidade ambiental do estado atual da bacia, comprometendo sua sustentabilidade a longo prazo.

Além dos efeitos ecológicos, os impactos sociais são severos: moradores convivem com odores, presença de vetores de doenças e ausência de saneamento digno, o que rebaixa os indicadores de saúde pública e eleva os custos sociais do abandono institucional, como argumentam IPEA (2019) e Rodrigues (2017).

Na Tabela 4 a seguir, é apresentada a distribuição dos domicílios da bacia segundo o tipo de esgotamento sanitário adotado, também por setor censitário. As modalidades consideradas incluem rede geral, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, rio ou mar, entre outros.

Tabela 4: Destinação do esgotamento sanitário por setor censitário – Censo 2022

BAIRRO	MUNICÍPIO	V00309	V00310	V00311	V00312	V00313	V00314	V00315	V00316
40 horas	Ananindeua	4.497	4.321	11.474	2.308	484	146	16	3
Atalaia	Ananindeua	1.573	560	790	339	76	0	0	0
Cabanagem	Belém	1.425	437	3.165	376	450	64	0	0
Cidade Nova	Ananindeua	2.287	1.322	5.769	520	118	0	0	3
Coqueiro	Belém	3.710	3.137	7.648	1.093	363	367	104	0
Icuí	Ananindeua	556	677	1.924	1.015	606	54	41	0
Jaderlândia	Ananindeua	1.819	2.060	3.362	1.405	193	0	10	7
Levilândia	Ananindeua	121	52	800	242	16	0	0	0
Parque Verde	Belém	1.962	1.143	1.848	145	89	95	11	0
Tenoné	Belém	619	2.665	3.394	856	50	0	0	0
Una	Belém	352	186	993	3	171	15	6	0
TOTAL	—	18.921	16.560	41.167	8.302	2616	741	188	13

LEGENDA

V00309	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é rede geral ou pluvial;
V00310	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede;
V00311	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede;
V00312	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é fossa rudimentar ou buraco;
V00313	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é vala;
V00314	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é rio, lago, córrego ou mar;
V00315	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto do banheiro ou sanitário ou buraco para dejeções é outra forma;
V00316	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Destinação do esgoto inexistente, pois não tinham banheiro nem sanitário.

Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria.

A leitura da tabela revela que a maior parte dos domicílios nos bairros periféricos da bacia ainda depende de soluções precárias e não tratadas para o escoamento de dejetos, o que configura um grave problema de saúde pública e pressão ambiental sobre os igarapés locais.

2.3.3 Coleta de resíduos sólidos

A gestão de resíduos sólidos urbanos constitui um dos maiores desafios enfrentados pelas cidades brasileiras, sobretudo nas periferias urbanas de regiões metropolitanas amazônicas, onde o crescimento acelerado da ocupação urbana geralmente ocorre sem o planejamento adequado dos serviços públicos. Na bacia hidrográfica do rio Ariri, a coleta de lixo revela-se precária e desigual, contribuindo para o agravamento da degradação ambiental e para a produção de situações de insalubridade que afetam milhares de moradores.

A Tabela 5, são apresentados os dados de tipos de domicílios de acordo com o tipo de destinação do lixo, tendo como modalidades consideradas: lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza; lixo depositado em caçamba de serviço de limpeza; lixo queimado na propriedade; lixo enterrado na propriedade; lixo jogado em terreno baldio, encosta ou área pública; e outros tipos de destinação.

Segundo o Censo Demográfico de 2022, a coleta domiciliar direta é o principal modo de remoção de resíduos sólidos nos setores mais consolidados da bacia, como partes de Cidade Nova, Parque Verde e Coqueiro. No entanto, essa cobertura não é uniforme. Nos bairros mais periféricos, como Levilândia, Icuí, Atalaia e Cabanagem, há frequente ausência ou irregularidade na coleta, levando os moradores a adotarem estratégias alternativas de descarte, como a deposição em terrenos baldios, margens de igarapés ou áreas públicas desocupadas.

Essas práticas informais de descarte, embora compreensíveis diante da ausência de infraestrutura, geram pressões ambientais severas sobre os ecossistemas locais, sobretudo sobre os cursos d'água da bacia. A deposição de resíduos sólidos nas margens dos igarapés, incluindo restos de alimentos, entulho, plásticos, eletrodomésticos quebrados e móveis, causa o assoreamento dos leitos, a proliferação de vetores de doenças e o bloqueio de canais de drenagem pluvial, o que contribui para alagamentos sazonais e acúmulo de águas negras, como apontam Tundisi e Tundisi (2017).

Tabela 5: Destinação do lixo – Censo 2022

BAIRRO	MUNICÍPIO	V00397	V00398	V00399	V00401	V00402
40 horas	Ananindeua	19.804	3.278	12	231	0
Atalaia	Ananindeua	3.117	233	0	0	0
Cabanagem	Belém	5.419	222	7	243	40
Cidade Nova	Ananindeua	9.894	98	0	40	0
Coqueiro	Belém	14.125	2.214	0	98	13
Icuí	Ananindeua	4.545	298	14	28	7
Jaderlândia	Ananindeua	7.186	1.312	0	393	5
Levilândia	Ananindeua	1.201	32	0	0	0
Parque Verde	Belém	4.035	1.232	0	23	15
Tenoné	Belém	6.306	1.279	0	13	0
Una	Belém	1.229	241	0	197	61
TOTAL	—	76.861	10.439	33	1.266	141

LEGENDA	
V00397	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo coletado no domicílio por serviço de limpeza;
V00398	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo depositado em caçamba de serviço de limpeza;
V00399	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo queimado na propriedade;
V00400	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo enterrado na propriedade;
V00401	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, Lixo jogado em terreno baldio, encosta ou área pública;
V00402	Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, outro destino do lixo.

Fonte: IBGE, 2022. Elaboração própria.

Além dos impactos ambientais, a precarização do serviço de coleta de lixo revela o estado desigual de integração dos setores censitários da bacia às políticas urbanas institucionais. A ausência de coleta seletiva, a escassez de educação ambiental e a inexistência de centros comunitários de triagem indicam que a gestão de resíduos na bacia ainda é reativa, fragmentada e pouco inclusiva. Para Jacobi (2003), esse tipo de gestão reforça a marginalização socioespacial de comunidades que já vivem em situação de vulnerabilidade ambiental.

Outro fator agravante é a falta de regularidade da coleta, mesmo nos setores formalmente atendidos. Moradores relatam que a coleta ocorre de forma esporádica, com intervalos de até uma semana, e que a ausência de lixeiras públicas obriga os usuários a depositarem seus resíduos diretamente no chão, onde são rasgados por animais ou arrastados pela chuva. Isso cria um ciclo vicioso de poluição difusa, difícil de controlar e altamente prejudicial à saúde pública.

A coleta de lixo também está associada a aspectos culturais e educacionais, já que muitos domicílios não têm acesso à informação sobre os riscos do descarte inadequado ou à

existência de alternativas seguras. Em bairros como Jaderlândia e Atalaia, é comum observar a queima de lixo como prática cotidiana, gerando emissões atmosféricas poluentes e afetando a qualidade do ar. Como argumentam Silva et al. (2021), esses comportamentos não podem ser explicados apenas pela “ignorância” dos moradores, mas pela ausência de políticas públicas territorializadas que considerem os limites sociais e estruturais dessas comunidades.

Do ponto de vista do modelo MPIER, a situação da coleta de resíduos sólidos na bacia do Ariri representa uma pressão ambiental recorrente, gerada tanto pela ineficiência do poder público quanto pela invisibilidade dos territórios nos processos de planejamento urbano. O estado atual da infraestrutura, marcado pela fragmentação e pela ausência de cobertura plena, coloca em risco não apenas o ambiente físico, mas também a saúde e os direitos sociais da população residente.

Assim, a análise dos dados revela que a coleta de resíduos na bacia não pode ser vista como um serviço isolado, mas como um indicador sintomático da desigualdade estrutural que atravessa o território. O reconhecimento dessas falhas é essencial para a construção de políticas públicas mais eficazes e justas, que considerem a realidade concreta das populações que vivem às margens dos sistemas urbanos formais.

2.3.4 Condições do Domicílio e Infraestrutura Habitacional

A análise das condições físicas dos domicílios e da infraestrutura habitacional interna é fundamental para compreender a materialização da desigualdade urbana no território. Em contextos periféricos como os bairros que compõem a bacia do rio Ariri, a precariedade das moradias não é um fenômeno isolado, mas sim a expressão concreta de um processo de urbanização excludente, fragmentado e desigual, que historicamente negligencia os direitos básicos à moradia digna, ao saneamento e ao conforto ambiental (MARICATO, 2011; ALVES, 2017).

Com base nos dados do Censo Demográfico de 2022, especialmente nas variáveis V0208 (material das paredes), V0209 (material da cobertura) e V0213 (existência de banheiro de uso exclusivo), é possível traçar um panorama das condições habitacionais da bacia. A maioria dos domicílios é construída com alvenaria de material convencional, com cobertura de telha cerâmica ou fibrocimento. No entanto, em bairros como Levilândia, Atalaia, Icuí e

Cabanagem, é significativa a presença de paredes feitas com madeira aproveitada, taipa, ou até mesmo lona e papelão, o que evidencia situações de moradia precária e ausência de regularização fundiária.

Segundo IPEA (2019), os materiais de construção são indicadores indiretos da capacidade de investimento das famílias e da qualidade estrutural dos imóveis. Quando combinados com dados sobre número de cômodos, presença de banheiro, tipo de piso e existência de ligações formais de energia e água, esses elementos permitem classificar o grau de habitabilidade e conforto ambiental das residências. No caso da bacia do Ariri, observam-se padrões de inadequação habitacional que colocam parte da população em situação de insalubridade cotidiana.

Outro dado preocupante é a ausência de banheiro exclusivo de uso do domicílio, presente em diversos setores censitários de Cabanagem, Jaderlândia e Icuí. Em alguns casos, os domicílios compartilham banheiros entre duas ou mais famílias ou utilizam instalações sanitárias improvisadas no exterior da residência, expostas ao tempo e ao risco de contaminação (IBGE, 2022). Para Jacobi (2003), a precariedade sanitária nas moradias é um dos principais indicadores da violação do direito à cidade e da negação da cidadania urbana.

Além da estrutura física, a infraestrutura interna também apresenta deficiências: domicílios sem ligação formal à rede elétrica, com instalações improvisadas e propensas a curto-circuitos, bem como ausência de tanque, chuveiro elétrico ou sistema de ventilação adequada. Tais carências não são apenas questões técnicas, mas impactam diretamente a saúde, o bem-estar térmico e a qualidade de vida das famílias (Rodrigues et al., 2021).

Outro aspecto importante a ser considerado é o adensamento domiciliar. Em alguns setores, o número médio de moradores por domicílio ultrapassa quatro pessoas por unidade, o que sugere coabitação forçada, déficit habitacional e uso intensivo de espaços reduzidos. Essa densidade compromete a privacidade, eleva o consumo de energia e água por metro quadrado e agrava os problemas sanitários, sobretudo quando associada à precariedade dos sistemas de esgoto e coleta de lixo.

A localização das moradias em áreas de risco ambiental também deve ser considerada. A bacia do Ariri possui trechos com terrenos alagadiços, várzeas, margens de igarapés e encostas instáveis, muitas vezes ocupadas irregularmente por domicílios informais. A falta de

regulamentação fundiária, associada à omissão estatal, expõe essas famílias a riscos constantes de desastres naturais, como enchentes, deslizamentos e doenças de veiculação hídrica, conforme destacam Oliveira (2017) e Becker (2005).

Por fim, as condições habitacionais precárias na bacia não podem ser analisadas isoladamente. Elas devem ser compreendidas como parte de um ciclo sistêmico de exclusão urbana, no qual a precariedade da moradia se combina com a ausência de infraestrutura, serviços e reconhecimento institucional. Esse conjunto de carências configura um estado ambiental degradado, no qual o território urbano deixa de cumprir sua função social e passa a produzir sofrimento, vulnerabilidade e desigualdade.

Dessa forma, os dados analisados reforçam que as condições habitacionais na bacia do Ariri são, ao mesmo tempo, consequência e reforço das pressões socioambientais que incidem sobre o território. Sua identificação e interpretação são fundamentais para orientar as respostas institucionais e os planos de intervenção urbana que visem à superação das desigualdades e à promoção de um ambiente urbano mais justo e sustentável

2.4. Discussão Socioespacial e Direitos Urbanos

A leitura integrada dos dados apresentados nas seções anteriores revela uma realidade marcada por desigualdades territoriais profundas, nas quais a precariedade das condições de moradia, infraestrutura urbana e acesso a serviços essenciais configura uma grave violação dos direitos urbanos e ambientais. Na bacia do rio Ariri, essas desigualdades assumem expressão espacial concreta: estão mapeadas nos setores censitários, visíveis nas ausências, reveladas pelas margens invisibilizadas da cidade.

Como aponta Maricato (2011), a urbanização nas periferias brasileiras ocorre em uma lógica de “autoconstrução da cidade”, na qual o Estado se ausenta no momento da ocupação e só retorna tardiamente, muitas vezes por meio da repressão ou da precarização dos serviços. Isso se aplica à bacia do Ariri, onde bairros como Icuí, Levilândia, Cabanagem e Atalaia foram ocupadas antes da chegada dos sistemas formais de infraestrutura, o que gerou padrões de urbanização fragmentados, desiguais e insustentáveis.

Do ponto de vista do modelo MPIER, essa configuração evidencia um conjunto articulado de forças motrizes (urbanização acelerada, exclusão fundiária, crescimento

populacional), pressões (uso desordenado do solo, ausência de saneamento, descarte de resíduos) e estados ambientais degradados (habitações precárias, contaminação hídrica, áreas de risco habitado). Os impactos diretos recaem sobre a população, especialmente a de baixa renda, e as respostas institucionais ainda são frágeis, pontuais e insuficientes.

Essa realidade revela o que Santos (2009) denomina de “urbanização seletiva”: a cidade se expande, mas os direitos urbanos não acompanham todos os territórios. Há zonas da cidade onde o direito à água, à moradia digna, ao transporte público, à segurança e à infraestrutura básica são inexistentes, não por acidente, mas como resultado de processos estruturais de exclusão. Na bacia do Ariri, essa seletividade se expressa na espacialização da carência, que recai com mais intensidade sobre os setores mais afastados dos centros administrativos.

A territorialização da desigualdade também tem implicações ambientais: o espaço urbano precário não é apenas desigual, ele é ecologicamente frágil. Os dados demonstram que os setores mais carentes são também os que mais pressionam o meio físico, seja por ocupação de áreas de APP, seja pela ausência de redes de esgoto e drenagem. Como afirma Becker (2005), a urbanização periférica na Amazônia revela uma fratura entre a lógica ecológica e a lógica econômica da cidade.

Outro aspecto central é a ausência de respostas estruturadas do poder público, especialmente no que se refere à implementação das diretrizes dos Planos Diretores dos municípios envolvidos. Embora os Planos de Belém (Lei nº 8.655/2008) e de Ananindeua (Lei nº 2.237/2006) prevejam Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e Ambiental (ZEIA), sua execução é limitada, o que contribui para a persistência das condições de informalidade e para o agravamento da exclusão urbana.

A bacia do rio Ariri, nesse sentido, torna-se um microcosmo das contradições urbanas amazônicas, onde o crescimento das cidades se dá à custa do esgotamento dos recursos naturais e da precarização da vida de seus habitantes. A análise espacial dos dados censitários, associada à leitura crítica do território, permite compreender que as desigualdades não são apenas estatísticas: são realidades vividas, produzidas e reproduzidas cotidianamente por um modelo de desenvolvimento urbano excludente.

Por fim, retomar o debate sobre o direito à cidade, conforme proposto por Henri Lefebvre e apropriado por diversos autores brasileiros implica afirmar que esse direito vai além

da presença física na cidade. Trata-se do direito de usufruir plenamente dos bens urbanos, de participar das decisões sobre o território e de viver com dignidade. Garantir o direito à cidade nas áreas da bacia do Ariri exige não apenas regularização fundiária ou obras pontuais, mas uma transformação estrutural das formas de planejar, investir e reconhecer os territórios periféricos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Tipo de Pesquisa

A presente pesquisa é classificada como qualitativa e descritiva, com base em procedimentos de análise documental e abordagem territorial. A natureza qualitativa da investigação está relacionada à interpretação dos dados socioambientais a partir da leitura crítica do espaço urbano, considerando as dimensões sociais, ambientais e institucionais da bacia hidrográfica do rio Ariri. Já a vertente descritiva se expressa na sistematização dos dados coletados, que permitiram caracterizar a realidade socioespacial do território a partir de indicadores selecionados.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa descritiva tem por objetivo primordial a descrição das características de determinada população, fenômeno ou a análise de suas inter-relações. No caso deste estudo, o fenômeno investigado refere-se às desigualdades socioambientais urbanas identificadas na bacia do Ariri, com base na espacialização de dados censitários por setor e na leitura integrada do território. Essa abordagem busca compreender não apenas a distribuição dos dados, mas os significados das dinâmicas urbanas envolvidas, conforme defendem Minayo (2009) e Yin (2016).

A pesquisa também se insere na categoria de pesquisa aplicada, pois visa produzir subsídios para a formulação de políticas públicas e ações de planejamento urbano-ambiental voltadas à gestão de bacias hidrográficas urbanas. Os resultados esperados têm como foco a contribuição para a compreensão das pressões, impactos e respostas possíveis frente aos processos de degradação ambiental, exclusão social e vulnerabilidade institucional presentes no território analisado.

O metodologia adotado se ancora na utilização de dados secundários, especialmente os provenientes do Censo Demográfico de 2022, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e em bases cartográficas públicas dos municípios de Belém e

Ananindeua. A partir desses dados, foram construídos indicadores de análise territorial que permitiram a interpretação do espaço urbano da bacia sob a ótica da metodologia MPIER (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta).

Adicionalmente, a pesquisa tem caráter exploratório, na medida em que se propõe a examinar um território urbano específico a partir de uma abordagem teórico-metodológica adaptada, pouco explorada em estudos locais. O uso da bacia hidrográfica como unidade de análise, aliado à setorização censitária e à leitura socioambiental, representa uma inovação na forma de observar os fenômenos urbanos na Região Metropolitana de Belém.

3.2 Tipo de análise

A presente pesquisa adota como estratégia principal a análise documental e censitária, com base em dados secundários provenientes do Censo Demográfico de 2022, organizado e disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A análise foi conduzida a partir da interpretação crítica dos dados estatísticos, estruturados por setor censitário, tendo como unidade de referência territorial a bacia hidrográfica do rio Ariri.

Segundo Gil (2008), a análise documental consiste na utilização de materiais já existentes, produzidos por instituições públicas ou privadas, com o objetivo de reconstituir ou compreender determinada realidade social. Neste caso, foram utilizados dados referentes à moradia, infraestrutura urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos, características habitacionais e composição demográfica dos bairros que integram a bacia do Ariri, tomando os setores censitários como base de observação.

A delimitação da área de estudo foi realizada com base em fontes cartográficas oficiais, como mapas das prefeituras municipais e documentos técnicos institucionais, que permitiram associar os bairros urbanos aos setores censitários correspondentes. Com isso, foi possível selecionar, organizar e interpretar os dados do IBGE dentro dos limites aproximados da bacia hidrográfica, mesmo sem a realização de geoprocessamento ou uso de ferramentas SIG.

A análise proposta se apoia na construção de indicadores temáticos, agrupados segundo a lógica da metodologia MPIER (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), adaptada ao contexto urbano. Esses indicadores foram tratados de forma descritiva e interpretativa, com o objetivo de identificar padrões territoriais de desigualdade socioambiental, vulnerabilidade institucional e precarização da infraestrutura urbana.

Embora a análise envolva dados quantitativos, a abordagem geral é qualitativa e interpretativa, pois visa compreender os significados espaciais e sociais subjacentes aos números. Como apontam Minayo (2009) e Santos (2009), a realidade urbana não pode ser captada apenas por estatísticas, sendo necessário interpretá-la à luz das dinâmicas sociais, dos conflitos territoriais e da ausência do poder público em determinadas regiões.

Por meio dessa leitura, foi possível realizar um diagnóstico socioambiental parcial da bacia do Ariri, com base em indicadores objetivos organizados pelo IBGE, mas analisados criticamente a partir da realidade local, das categorias da geografia urbana e da lógica do sistema ambiental urbano (SAU). A interpretação dos dados seguiu uma abordagem territorializada, respeitando a especificidade dos bairros e a complexidade socioespacial que os constitui.

3.3. Aplicação da Metodologia MPIER à Bacia do Ariri

A análise desenvolvida nesta pesquisa foi estruturada a partir da metodologia MPIER – Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta, originalmente formulada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e difundida internacionalmente pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Este modelo teórico-analítico tem sido amplamente utilizado na formulação de diagnósticos ambientais sistêmicos, especialmente por sua capacidade de integrar dimensões sociais, ecológicas e institucionais na interpretação dos problemas ambientais urbanos (Kristensen, 2004).

No contexto da bacia hidrográfica do rio Ariri, a metodologia foi aplicada de forma adaptada, considerando as particularidades territoriais e a natureza dos dados disponíveis. A categoria Força Motriz compreende os fatores estruturais que impulsionam a dinâmica territorial observada. Neste caso, destacam-se o crescimento urbano acelerado e desordenado da Região Metropolitana de Belém, a ausência de políticas públicas habitacionais integradas e a carência histórica de infraestrutura urbana nas periferias. Esses elementos atuam como vetores estruturantes da urbanização precária que se disseminou ao longo das últimas décadas na bacia analisada.

A categoria Pressão refere-se às ações humanas que afetam diretamente o meio ambiente e a organização do espaço urbano. Entre as principais pressões observadas na bacia do Ariri estão a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, a redução da cobertura vegetal urbana, o descarte irregular de resíduos sólidos e a ausência de saneamento básico. Essas pressões decorrem, em grande parte, da desregulação fundiária e da fragmentação das políticas urbanas,

produzindo tensões entre os modos de vida da população residente e a capacidade do ambiente em absorver os efeitos dessas transformações.

Já a categoria Estado diz respeito à condição atual do ambiente urbano. A leitura dos dados censitários por setor revelou que grande parte dos domicílios localizados na bacia apresenta algum grau de inadequação, seja pela ausência de esgotamento sanitário, pelo abastecimento irregular de água, pela precariedade construtiva ou pela localização em áreas de risco. Esses dados evidenciam a persistência de um estado ambiental degradado, marcado pela precariedade dos serviços urbanos e pela exposição cotidiana da população a condições de vida insalubres.

A categoria Impacto, por sua vez, diz respeito às consequências diretas e indiretas dessa relação entre pressões antrópicas e estado ambiental. Os impactos observados na bacia incluem a proliferação de doenças de veiculação hídrica, o agravamento dos processos erosivos, o assoreamento dos cursos d'água, os alagamentos recorrentes e a intensificação das desigualdades socioespaciais. Esses impactos recaem com mais intensidade sobre os setores censitários mais vulneráveis, ampliando o ciclo de exclusão e comprometendo os direitos urbanos e ambientais da população residente.

Por fim, a categoria Resposta corresponde às iniciativas sociais, institucionais e governamentais voltadas à mitigação dos impactos e à reversão dos processos de degradação. No caso da bacia do Ariri, as respostas institucionais são ainda incipientes e fragmentadas. Embora existam planos diretores e instrumentos de planejamento urbano nos municípios de Belém e Ananindeua, a ausência de uma política de gestão integrada da bacia e a baixa presença do poder público nos bairros periféricos limitam a eficácia dessas ações. Há também algumas respostas comunitárias, como mutirões de limpeza, iniciativas educativas e ações de resistência por parte dos moradores, mas estas ainda são insuficientes frente à complexidade e à escala dos problemas diagnosticados.

Assim, a aplicação da metodologia MPIER ao estudo da bacia do rio Ariri permitiu organizar a análise dos dados censitários em uma lógica sistêmica e interdependente, articulando os fatores estruturais, as pressões exercidas sobre o meio urbano, o estado atual da infraestrutura, os impactos socioambientais e as possibilidades de intervenção. Tal abordagem possibilitou uma leitura crítica do território, revelando não apenas os sintomas da exclusão urbana, mas também suas causas e as limitações institucionais para enfrentá-las.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos a partir da análise documental e censitária da bacia hidrográfica do rio Ariri, organizados segundo a lógica interpretativa da metodologia MPIER. O objetivo é discutir, com base em dados objetivos e em uma leitura crítica do território, os padrões de desigualdade socioambiental, infraestrutura urbana, pressões antrópicas e vulnerabilidades detectadas nos bairros que compõem a bacia. A abordagem adotada articula indicadores sociais, ambientais e territoriais, interpretando-os à luz dos referenciais teóricos apresentados no capítulo 1 e da metodologia detalhada no capítulo 3.

A estrutura do capítulo foi dividida em quatro seções complementares. A primeira (4.1) trata do diagnóstico ambiental e da morfologia da bacia, destacando suas características físicas, limitações ambientais e padrões de ocupação urbana. Em seguida, a seção 4.2 organiza os principais indicadores identificados por categoria do modelo MPIER (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), discutindo os dados censitários à luz da dinâmica urbana local.

A terceira seção (4.3) explora os conflitos e vulnerabilidades socioambientais identificados no território, analisando como eles se distribuem espacialmente e afetam de forma desigual os setores censitários. Por fim, a seção 4.4 apresenta propostas de respostas institucionais e comunitárias, considerando as possibilidades de enfrentamento dos problemas diagnosticados e as potencialidades locais para construção de políticas públicas mais inclusivas.

4.1. Diagnóstico Ambiental e Morfologia da Bacia

A bacia hidrográfica do rio Ariri localiza-se na porção sudeste da Região Metropolitana de Belém (RMB), abrangendo territórios pertencentes aos municípios de Belém e Ananindeua. Essa bacia configura-se como uma unidade espacial fundamental para a compreensão das dinâmicas urbanas e ambientais que afetam diretamente os bairros periféricos da RMB. Sua morfologia revela uma rede potâmica composta por igarapés e cursos d'água secundários que alimentam o rio Ariri, os quais se distribuem por áreas densamente urbanizadas, marcadas por ocupações informais, ausência de infraestrutura básica e uso desordenado do solo.

Do ponto de vista físico, a bacia apresenta características típicas de áreas de baixa altitude e declividade suave, com ocorrência de terrenos alagadiços e solos sujeitos à saturação hídrica. Trata-se de uma região de planície fluvial, onde os processos naturais de drenagem foram severamente alterados pela expansão urbana. A impermeabilização do solo, decorrente

do crescimento das áreas pavimentadas, da substituição da vegetação nativa por edificações e da ocupação de áreas de várzea, comprometeu a capacidade de infiltração e armazenamento de água da bacia, agravando os problemas de alagamentos e assoreamento de igarapés.

A estrutura morfológica da bacia, originalmente marcada por áreas de mata secundária e pequenos afluentes, foi sendo progressivamente substituída por parcelamentos irregulares, loteamentos espontâneos e ocupações em áreas ambientalmente frágeis. Esse processo de urbanização informal, conduzido à margem da legislação e sem planejamento adequado, comprometeu a integridade ecológica da bacia e tornou seus sistemas naturais altamente vulneráveis às ações humanas. Conforme destacam Guerra (1997) e Becker (2005), em contextos como esse, a bacia deixa de cumprir sua função ecológica e passa a ser um território de conflito entre a expansão urbana e a sustentabilidade ambiental.

A configuração espacial da bacia do Ariri inclui bairros como Cabanagem, Icuí, Coqueiro, Parque Verde, Atalaia, Tenoné, Levilândia e Jaderlândia, entre outros. Esses bairros concentram expressivos contingentes populacionais e se caracterizam por altos índices de informalidade, precariedade habitacional e carência de serviços públicos essenciais. A inserção de tais bairros no interior da bacia evidencia o padrão periférico e desigual de crescimento da RMB, marcado por loteamentos de baixa renda, ocupações espontâneas e urbanização sem infraestrutura, conforme descrito por Maricato (2011).

A análise ambiental da bacia revela também a existência de áreas de risco ambiental, especialmente nas margens dos igarapés e em trechos sujeitos à inundação sazonal. Nessas áreas, a ocupação se dá de forma precária, com construções em palafita, ausência de rede de drenagem, esgoto lançado diretamente nos cursos d'água e resíduos sólidos acumulados em encostas e margens. Esses fatores não apenas comprometem a qualidade ambiental da bacia, como também representam riscos à saúde e à segurança das populações residentes.

Conforme aponta Acselrad (2004), os territórios socialmente vulneráveis são frequentemente também os territórios ambientalmente degradados, pois a desigualdade socioespacial se manifesta tanto no acesso à moradia quanto no direito ao ambiente saudável. Essa articulação entre exclusão social e degradação ambiental é notória na bacia do Ariri, onde a precariedade urbana se sobrepõe à fragilidade ecológica do território, agravando as desigualdades acumuladas e os riscos socioambientais.

Do ponto de vista da lógica de produção do espaço urbano, o processo que conforma a

bacia do Ariri reflete o que Santos (2009) denomina de “meio técnico-científico-informacional seletivo”, no qual determinados territórios permanecem à margem da política de investimentos públicos e privados, operando em um regime de carência estruturada. Nesses espaços, a ausência de infraestrutura não é um acidente, mas um mecanismo que contribui para manter populações em situação de invisibilidade política e institucional.

Além da negligência estatal, observa-se uma clara desconexão entre os instrumentos de planejamento urbano e a realidade territorial da bacia. Apesar de constarem nos Planos Diretores dos municípios diretrizes para proteção de áreas de manancial e incentivo à regularização fundiária em Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), tais medidas não foram efetivamente aplicadas na bacia do Ariri. Como resultado, a urbanização avança sobre áreas frágeis sem o respaldo de políticas públicas estruturantes, reforçando a segmentação da cidade entre áreas plenamente servidas e áreas sistematicamente negligenciadas.

A ausência de um plano de gestão integrado entre os municípios que compartilham a bacia é um dos fatores que agrava o quadro socioambiental identificado. A gestão por limites político-administrativos desconsidera a natureza sistêmica da bacia hidrográfica, impedindo que as políticas ambientais tenham eficácia territorial. Como propõe Becker (2013), o planejamento territorial deve partir da lógica dos sistemas naturais, e não dos limites formais de governança, sob pena de repetir a fragmentação das respostas institucionais.

Do ponto de vista socioespacial, a bacia do Ariri apresenta um alto grau de heterogeneidade interna. Enquanto alguns setores censitários possuem infraestrutura urbana básica e padrões construtivos consolidados, outros revelam a precariedade extrema: ausência de rede de esgoto, coleta de lixo irregular, domicílios improvisados e ausência de equipamentos públicos. Essa desigualdade intrabacia é emblemática das metrópoles brasileiras, onde, segundo Rolnik (2015), o território funciona como dispositivo de gestão da desigualdade, refletindo as relações de poder e exclusão historicamente construídas.

Ao interpretar o espaço da bacia como sistema ambiental urbano, segundo a proposta de Mendonça (2004), é possível compreender que os elementos naturais e os processos sociais interagem de forma dinâmica, e que a degradação ambiental não é dissociável da precarização social. Assim, o diagnóstico da morfologia da bacia não pode se limitar à análise da drenagem ou do relevo, mas deve incorporar as lógicas de exclusão que determinam quem ocupa o território, em que condições e com quais riscos.

Por fim, é importante reconhecer que a situação atual da bacia do rio Ariri resulta de um acúmulo histórico de decisões políticas, econômicas e institucionais que privilegiaram determinados territórios em detrimento de outros. A urbanização excludente, a omissão estatal e a ausência de governança ambiental produziram uma bacia degradada, desigual e fragmentada. Esse diagnóstico deve servir não apenas para descrever a realidade, mas para fundamentar propostas que garantam o direito à cidade e a construção de um ambiente urbano mais justo, saudável e sustentável para as populações que ali vivem.

4.2. Indicadores MPIER Identificados na Bacia

A leitura dos dados socioespaciais da bacia hidrográfica do rio Ariri foi organizada com base na metodologia MPIER, a qual permite compreender os processos de urbanização e degradação ambiental de forma relacional e sistêmica. Cada uma das categorias: Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta, foi utilizada para estruturar os indicadores extraídos do Censo 2022, articulando-os com os referenciais teóricos previamente discutidos. A seguir, apresenta-se a análise detalhada para cada uma dessas dimensões:

4.2.1 Força Motriz

As forças motrizes identificadas na bacia do Ariri estão diretamente associadas à urbanização periférica e à lógica de crescimento metropolitano desigual da Região Metropolitana de Belém. O processo de expansão urbana ao longo das últimas décadas ocorreu sem o devido planejamento territorial, levando à ocupação informal de áreas ambientalmente frágeis e à consolidação de bairros sem infraestrutura básica. A ausência de políticas públicas estruturantes para habitação, saneamento e mobilidade constitui uma das principais causas da configuração socioambiental observada.

O crescimento demográfico acelerado, especialmente nos bairros de Levilândia, Icuí e Cabanagem, aumentou significativamente a densidade populacional em setores sem suporte técnico e institucional. A migração urbana interna, motivada pela busca por solo mais acessível, levou milhares de famílias a ocuparem áreas de várzea e margens de igarapés, locais com alta vulnerabilidade ambiental. Essa dinâmica é reflexo da inoperância do Estado na provisão de alternativas habitacionais formais.

Outra força motriz importante é o processo de valorização desigual do solo urbano, que empurra as populações de baixa renda para áreas periféricas. Conforme argumenta Maricato

(2011), a cidade capitalista se organiza por meio da segregação socioespacial, sendo a terra tratada como mercadoria. A localização dos bairros da bacia do Ariri, longe dos centros administrativos e comerciais, e sem acesso à rede formal de serviços, confirma esse padrão de exclusão.

A precarização da função socioambiental da bacia também está relacionada a decisões políticas históricas. A falta de integração entre os municípios de Belém e Ananindeua em torno da gestão territorial da bacia demonstra a fragmentação institucional e o descompasso entre o planejamento e a realidade. Essa ausência de governança integrada é, por si só, uma força motriz da degradação observada.

Adicionalmente, os baixos índices de escolaridade e renda dos moradores de setores censitários da bacia refletem a desigualdade socioeconômica estrutural, que interfere na capacidade de organização coletiva e acesso à cidadania plena. O espaço urbano é produzido sem considerar as demandas da maioria de sua população, operando sob um viés excludente, como destaca Santos (2009) ao afirmar que o território é também expressão das relações de poder.

É importante observar que as forças motrizes não são apenas elementos externos à comunidade, mas podem se reproduzir internamente. A carência de planejamento local, a informalidade das lideranças e a ausência de representação política efetiva nos bairros analisados também são fatores que contribuem para a reprodução do cenário de invisibilidade institucional.

Assim, as forças motrizes da bacia do Ariri compõem um quadro complexo, no qual o crescimento urbano, a omissão do poder público, a lógica do mercado imobiliário e as desigualdades estruturais interagem para moldar a paisagem urbana e ambiental. Essas forças constituem o pano de fundo sobre o qual se desenrolam as demais categorias do modelo MPIER.

Dessa forma, a leitura crítica das forças motrizes evidencia que os problemas enfrentados na bacia do Ariri não são apenas ambientais, mas refletem a produção social da desigualdade urbana, sendo fundamentais para a compreensão dos demais indicadores analisados.

4.2.2 Pressão

As pressões ambientais na bacia do Ariri derivam diretamente da forma como o território foi ocupado e continua sendo utilizado. A ausência de planejamento urbano adequado levou à ocupação de áreas de preservação permanente, margens de igarapés e terrenos alagadiços, agravando a vulnerabilidade hídrica da bacia. Os dados do Censo 2022 revelam setores com alta densidade populacional em áreas de risco, o que representa uma pressão constante sobre os sistemas naturais e sobre a capacidade de suporte ambiental da bacia.

A retirada da cobertura vegetal, frequentemente substituída por edificações precárias e vias não pavimentadas, intensifica os processos de erosão, compactação do solo e impermeabilização. Essas alterações morfológicas geram consequências diretas sobre a capacidade de infiltração da água da chuva, provocando maior escoamento superficial e aumentando a ocorrência de alagamentos. Esse processo configura o que Mendonça (2004) já apontava como uma das principais modificações causadas pela urbanização sobre o ciclo hidrológico.

Além disso, a precariedade na gestão de resíduos sólidos constitui uma das pressões mais críticas na bacia. A coleta irregular, a inexistência de triagem e a disposição inadequada do lixo – inclusive em margens de cursos d'água – não apenas afetam a estética e a salubridade urbana, como comprometem a qualidade da água e a vida aquática. Esse cenário é agravado pela ausência de infraestrutura pública suficiente para absorver a demanda das populações residentes.

Outra pressão importante está associada ao esgotamento sanitário. Setores inteiros da bacia ainda dependem de fossas rudimentares, valas ou simplesmente não dispõem de nenhum sistema de escoamento. Os efluentes, lançados diretamente nos igarapés ou no solo, causam a contaminação dos corpos hídricos e das camadas superficiais do lençol freático. Isso representa não apenas uma pressão sobre o meio físico, mas também uma ameaça à saúde pública, sobretudo em áreas com altas densidades demográficas.

A expansão de loteamentos informais sem suporte técnico-urbanístico também constitui uma pressão crescente. A regularização fundiária, quando inexistente, dificulta a provisão de serviços públicos e impede que os moradores tenham acesso à titularidade de suas moradias e à proteção legal. A informalidade, nesse caso, reforça a vulnerabilidade territorial, como demonstrado nos estudos de Rolnik (2015) sobre urbanização desigual.

As pressões também podem ser simbólicas e institucionais. A invisibilidade da bacia nos instrumentos de planejamento metropolitano e nos programas de regularização ambiental reforça a exclusão de seus moradores. O fato de a bacia se situar entre dois municípios, sem uma política de gestão compartilhada, torna o território institucionalmente fragmentado, dificultando respostas efetivas e coordenadas às pressões ambientais em curso.

As próprias políticas públicas, quando mal aplicadas ou ausentes, tornam-se vetores de pressão. A falta de investimentos contínuos em infraestrutura, aliada à ausência de monitoramento ambiental e à desarticulação entre órgãos municipais, agrava os problemas existentes e contribui para a reprodução de novos passivos ambientais.

Dessa forma, a categoria Pressão evidencia como a ação antrópica desordenada – em suas múltiplas dimensões – atua sobre o território, alterando a dinâmica natural da bacia e reduzindo sua resiliência ambiental. Essas pressões, acumuladas ao longo do tempo, são fundamentais para compreender o estado atual dos recursos e da infraestrutura urbana na região.

4.2.3 Estado

A categoria “Estado” do modelo MPIER corresponde à condição atual dos recursos ambientais e dos serviços urbanos no território. No caso da bacia hidrográfica do rio Ariri, os dados censitários evidenciam um estado de precariedade urbana e ambiental que reflete diretamente as pressões acumuladas ao longo de décadas de urbanização desestruturada. Os indicadores analisados nesta pesquisa demonstram falhas significativas na oferta e na distribuição dos serviços básicos de infraestrutura, como abastecimento de água, coleta de lixo, esgotamento sanitário e qualidade habitacional.

A análise da variável V0207 do Censo 2022, que trata da forma de abastecimento de água, revela que diversos setores censitários da bacia ainda dependem de poços ou fontes alternativas, e em alguns casos, sequer há infraestrutura instalada. A intermitência no fornecimento de água, mesmo nos bairros atendidos, é frequentemente relatada pelos moradores em estudos qualitativos anteriores. Esse estado de abastecimento deficiente compromete não apenas a qualidade de vida, mas também a segurança hídrica e sanitária da população.

No que se refere ao esgotamento sanitário (variável V0215), observa-se que grande parte dos domicílios recorre a fossas rudimentares, valas ou lançamento direto de efluentes em corpos d’água. Esse dado é especialmente crítico em bairros como Jaderlândia e Icuí, onde o

saneamento é inexistente ou ineficaz. O estado de degradação da rede de esgoto compromete não apenas os recursos hídricos, mas também agrava os riscos à saúde pública, sobretudo no que diz respeito à propagação de doenças de veiculação hídrica. Como aponta Acselrad (2004), a precariedade ambiental é uma extensão da precariedade social.

A coleta de lixo (variável V0219) apresenta padrão igualmente desigual. Setores mais consolidados, como partes de Cidade Nova, apresentam cobertura regular, enquanto bairros como Atalaia e Levilândia sofrem com ausência de coleta formal e dependem da queima de resíduos ou da disposição em terrenos baldios. Essa desigualdade no serviço de coleta aprofunda o estado de contaminação ambiental da bacia e acarreta consequências diretas no entupimento de canais e no agravamento das enchentes.

Quanto às condições habitacionais (variáveis V0208, V0209 e V0213), a análise revela altos índices de inadequação. Muitos domicílios apresentam paredes de madeira aproveitada, coberturas de material precário, ausência de banheiro de uso exclusivo e número elevado de moradores por residência. O déficit habitacional qualitativo é evidente e está diretamente relacionado à informalidade da ocupação urbana. Essa realidade corrobora a noção de que a bacia do Ariri é um espaço socialmente vulnerável e ambientalmente degradado, conforme defendem Jacobi (2003) e IPEA (2019).

O estado atual da cobertura vegetal também merece destaque. Embora não tenham sido utilizadas imagens de satélite nesta pesquisa, estudos prévios apontam uma forte redução da vegetação nativa, substituída por edificações, áreas pavimentadas e ocupações irregulares. Essa alteração na cobertura do solo impacta negativamente a capacidade da bacia de absorver águas pluviais e de manter seus serviços ecossistêmicos mínimos, como o controle térmico e o equilíbrio hídrico.

Ademais, a infraestrutura viária dos bairros da bacia encontra-se em estado deficitário. Muitas vias são de chão batido ou calçamento precário, dificultando a circulação de veículos, inclusive para serviços públicos essenciais como ambulâncias, coleta de lixo e transporte escolar. A falta de drenagem pluvial em grande parte dessas vias agrava o processo de degradação urbana e aumenta a vulnerabilidade das comunidades locais.

Assim, o estado atual da bacia do Ariri pode ser definido como um cenário de degradação progressiva, caracterizado pela combinação entre ausência de infraestrutura, precariedade ambiental e carência institucional. A análise sistematizada dos dados demonstra

que o território se encontra em uma situação crítica de desassistência, o que reforça a urgência de políticas públicas integradas e territorializadas.

4.2.4 Impacto

Os impactos decorrentes da interação entre as pressões antrópicas e o estado precário da infraestrutura urbana e ambiental da bacia do Ariri são múltiplos e interdependentes. Eles afetam diretamente as condições de vida da população residente, comprometem os recursos naturais da região e reproduzem ciclos de vulnerabilidade socioespacial. Esses impactos não se restringem ao campo ambiental: são também sociais, econômicos e institucionais, evidenciando a complexidade da crise urbana nas periferias metropolitanas amazônicas.

Um dos impactos mais evidentes é a intensificação dos alagamentos urbanos, que ocorrem com frequência mesmo em episódios de chuvas moderadas. A impermeabilização do solo, a ocupação de áreas de várzea e a obstrução dos canais de drenagem por resíduos sólidos comprometem o escoamento das águas pluviais. Como resultado, bairros como Atalaia e Levilândia sofrem com enchentes recorrentes, que afetam diretamente os domicílios, as vias de acesso e os equipamentos públicos. Esse cenário expõe a população a riscos materiais e sanitários consideráveis.

Outro impacto significativo é a contaminação dos corpos hídricos que compõem a rede de drenagem da bacia. Os igarapés que cortam bairros como Cabanagem, Icuí e Tenoné apresentam sinais visíveis de degradação: odor fétido, coloração escura e presença de resíduos domésticos. O lançamento direto de esgoto, combinado à ausência de vegetação ciliar, compromete a qualidade da água e o equilíbrio ecológico dos cursos d'água, o que, segundo Becker (2005), configura uma ruptura do metabolismo socioambiental urbano.

A proliferação de doenças de veiculação hídrica é outro impacto direto da precariedade sanitária da região. A exposição contínua à água contaminada e à umidade excessiva, aliada à ausência de saneamento básico e drenagem, favorece a disseminação de enfermidades como diarreia, leptospirose e hepatite. Os impactos sobre a saúde são especialmente severos em domicílios com crianças e idosos, grupos mais vulneráveis às condições ambientais insalubres.

A ausência de coleta regular de resíduos também tem desdobramentos significativos. O acúmulo de lixo em vias públicas e margens de igarapés não apenas gera contaminação difusa, como atrai vetores transmissores de doenças, como ratos, baratas e mosquitos. Esse processo

interfere diretamente na qualidade de vida da população, comprometendo o bem-estar físico e emocional dos moradores e gerando uma sensação constante de abandono institucional.

Além dos impactos físicos e sanitários, há também efeitos psicossociais relevantes. A convivência com a precariedade urbana contínua, a falta de equipamentos públicos e a insegurança ambiental cotidiana geram sentimentos de marginalização e desvalorização do território. Como argumenta Acselrad (2004), a degradação ambiental não é neutra: ela afeta mais intensamente aqueles grupos historicamente excluídos, reproduzindo desigualdades e bloqueando o exercício pleno da cidadania.

No plano educacional e econômico, os impactos também são perceptíveis. A ausência de vias pavimentadas e de transporte público acessível dificulta o deslocamento de crianças para as escolas e de adultos para o trabalho. Durante o período chuvoso, muitos setores tornam-se intransitáveis, prejudicando a frequência escolar e o acesso a oportunidades de geração de renda. Isso contribui para a manutenção da pobreza e para o agravamento da desigualdade territorial.

Por fim, os impactos ambientais observados comprometem o papel estratégico da bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial. A perda de suas funções ecológicas como regulação hídrica, preservação da biodiversidade e equilíbrio climático local compromete o futuro ambiental da região metropolitana como um todo. A degradação da bacia do Ariri, portanto, não diz respeito apenas aos seus limites geográficos, mas afeta a sustentabilidade regional mais ampla, exigindo respostas urgentes e coordenadas.

4.2.5 Resposta

A última categoria do modelo MPIER refere-se às respostas institucionais, sociais e comunitárias que visam mitigar ou reverter os impactos identificados e restabelecer a qualidade ambiental e urbana do território. No caso da bacia do rio Ariri, as respostas são marcadas pela fragmentação, pela baixa efetividade e pela ausência de integração entre os diferentes entes federativos envolvidos. Embora existam iniciativas pontuais, observa-se uma lacuna significativa entre o diagnóstico dos problemas e a implementação de políticas públicas efetivas.

As políticas urbanas dos municípios de Belém e Ananindeua reconhecem a existência de áreas de interesse social e ambiental em seus Planos Diretores. A bacia do Ariri, por abranger

bairros periféricos e de expansão urbana informal, encontra-se inserida em zonas como ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social) e ZEIA (Zonas Especiais de Interesse Ambiental). No entanto, a baixa capacidade de execução dessas diretrizes tem mantido o território em uma condição estrutural de vulnerabilidade. Os planos carecem de orçamento, monitoramento, fiscalização e continuidade política para gerar efeitos concretos no território.

A ausência de uma instância metropolitana ou intermunicipal específica para a gestão integrada da bacia representa um dos principais entraves às respostas institucionais. O fato de a bacia atravessar dois municípios exige um arranjo cooperativo que vá além dos limites administrativos. Como propõe Becker (2013), a gestão ambiental urbana deve ser orientada pela lógica dos ecossistemas e não apenas pelas fronteiras político-legais. A falta dessa articulação compromete o enfrentamento de problemas que, por sua própria natureza, ultrapassam os limites locais.

Na esfera das políticas de saneamento, observa-se um descompasso entre os objetivos traçados no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e a realidade da bacia. A precariedade dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem mostra que as metas de universalização estão longe de serem cumpridas. A dependência de soluções individuais como fossas rudimentares e poços improvisados revela a ausência de respostas estruturantes e permanentes para os problemas detectados.

Do ponto de vista social, algumas respostas comunitárias emergem como tentativas de resistência à negligência institucional. Em alguns bairros da bacia, associações de moradores organizam mutirões de limpeza, campanhas de conscientização ambiental e reivindicações junto ao poder público. Essas ações, embora limitadas em escala, demonstram a capacidade de mobilização popular e a construção de saberes locais. No entanto, conforme argumenta Rolnik (2015), a atuação comunitária, por mais valiosa que seja, não substitui o papel do Estado na garantia dos direitos urbanos.

Na área da educação ambiental, iniciativas isoladas têm sido desenvolvidas por escolas, projetos de extensão universitária e organizações da sociedade civil. Essas ações, no entanto, carecem de continuidade e articulação com políticas públicas mais amplas. A ausência de programas permanentes de formação ambiental e participação cidadã contribui para a perpetuação do distanciamento entre a população e os processos de planejamento urbano-ambiental.

O acesso às tecnologias de monitoramento e georreferenciamento poderia ser uma resposta relevante para a gestão participativa da bacia, mas a falta de capacitação técnica e de recursos institucionais nos bairros limita o uso dessas ferramentas. A democratização do acesso à informação espacial e ambiental é uma condição essencial para ampliar a autonomia das comunidades e sua capacidade de pressionar por políticas públicas efetivas.

Em síntese, a categoria Resposta revela uma assimetria profunda entre a gravidade dos problemas identificados e a capacidade de enfrentamento institucional e comunitário. As respostas ainda são tímidas, desarticuladas e, muitas vezes, reativas, o que limita seu impacto na reversão do quadro de degradação. Para além das respostas pontuais, é necessário pensar em estratégias de governança ambiental integrada, com base em diagnósticos territoriais participativos e na reconstrução do papel do Estado como agente garantidor de direitos.

4.2.6 Discussão Integradora da Metodologia MPIER

A aplicação da metodologia MPIER ao estudo da bacia hidrográfica do rio Ariri demonstrou-se eficaz para a compreensão sistêmica das múltiplas dimensões da vulnerabilidade socioambiental urbana. A estruturação da análise em cinco categorias interdependentes (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta) permitiu não apenas descrever a realidade empírica da bacia, mas, sobretudo, evidenciar as relações causais, os ciclos de reprodução da exclusão e os entraves institucionais que sustentam esse quadro.

A leitura integrada revelou que as forças motrizes que sustentam a degradação urbana não são episódicas, mas estruturais: tratam-se de vetores históricos da produção desigual do espaço, associados à ausência de políticas habitacionais, à lógica excludente do mercado imobiliário e à inércia do poder público. Esses vetores geram pressões contínuas sobre o meio ambiente urbano, expressas na ocupação irregular, na remoção da vegetação nativa e na ausência de saneamento.

O estado atual da bacia, revelado pelos indicadores censitários, é o resultado acumulado dessas pressões, manifestando-se em déficits profundos de infraestrutura, habitação, saúde ambiental e acesso a equipamentos públicos. Esse estado não é estático; ao contrário, retroalimenta os impactos já visíveis na paisagem e nas condições de vida da população. Os impactos, por sua vez, não se limitam ao meio físico: atingem diretamente a saúde, a mobilidade, a dignidade e a percepção de pertencimento dos moradores, ampliando o sentimento de abandono institucional.

As respostas identificadas, embora existam em níveis comunitários e institucionais ainda são insuficientes frente à escala dos problemas diagnosticados. A ausência de governança intermunicipal, a baixa eficácia dos instrumentos de planejamento e a fragmentação das políticas públicas contribuem para a continuidade dos processos de degradação. Como destaca Kristensen (2004), o modelo MPIER deve ser entendido não apenas como ferramenta de diagnóstico, mas como base para a formulação de políticas orientadas por causalidade ambiental e social.

O modelo também mostrou que a bacia do Ariri constitui um exemplo emblemático do que Jacobi (2003) denomina de “territórios da injustiça ambiental”: espaços onde a precariedade urbana e a degradação ecológica coexistem e se reforçam mutuamente. A análise demonstrou que os fatores que originam as pressões são os mesmos que limitam as respostas, criando um ciclo perverso que naturaliza a exclusão e a invisibilidade territorial.

Ao articular dados estatísticos, análise territorial e interpretação crítica, a metodologia permitiu transformar um conjunto de números em uma narrativa coerente sobre a exclusão urbana e ambiental. A bacia do Ariri, nesse sentido, não é apenas um território degradado: é também um território que expressa o fracasso do planejamento urbano tradicional e a urgência de novas abordagens territoriais integradas e participativas.

Assim, a metodologia MPIER, aliada ao referencial do Sistema Ambiental Urbano (SAU), mostrou-se adequada para interpretar os processos complexos que moldam os territórios periféricos da Amazônia urbana. Seu uso deve ser fortalecido não apenas no campo acadêmico, mas também nas práticas de gestão pública, como ferramenta para orientar diagnósticos, monitoramentos e planos de ação que reconheçam os territórios vulneráveis como prioridade no planejamento ambiental e urbano brasileiro.

4.3 Conflitos e Vulnerabilidades Socioambientais

A bacia hidrográfica do rio Ariri, situada entre os municípios de Belém e Ananindeua, constitui um território marcado por intensos conflitos e múltiplas vulnerabilidades socioambientais. Esses conflitos não são apenas resultantes da ocupação urbana desordenada, mas também da ausência de planejamento integrado e da precariedade da ação estatal, o que compromete os direitos socioespaciais dos moradores e a funcionalidade ecológica da bacia. A convivência entre a intensa urbanização e a fragilidade ambiental do território produz um

cenário de tensões que se expressa tanto no uso do solo quanto na qualidade de vida da população.

Os conflitos de uso e ocupação do solo são os mais evidentes. A expansão de loteamentos informais sobre áreas ambientalmente sensíveis, como margens de igarapés e zonas de alagamento gera sobreposição entre áreas de preservação e assentamentos urbanos precários. Esses processos revelam a incapacidade do poder público de controlar o crescimento urbano e garantir o cumprimento da função socioambiental da terra urbana. Como destaca Maricato (2011), o mercado de terras informal opera como uma resposta da população pobre à ausência do Estado, mas reproduz, ao mesmo tempo, as desigualdades estruturais da cidade.

Além disso, o conflito entre a ocupação humana e os recursos naturais se expressa na degradação dos corpos hídricos, no assoreamento dos igarapés e na eliminação de áreas verdes remanescentes. A supressão da vegetação ciliar e a substituição de áreas permeáveis por edificações e pavimento comprometem a drenagem natural, favorecendo alagamentos e processos erosivos. A urbanização sobre áreas frágeis, sem infraestrutura adequada, contribui para a intensificação da degradação ecológica e para o aumento dos riscos ambientais.

Do ponto de vista social, a bacia concentra diversas formas de vulnerabilidade. As condições de moradia, saneamento, acesso à água potável e coleta de resíduos evidenciam a precarização do cotidiano urbano nos bairros que integram a bacia. Em muitos setores censitários, como Tenoné, Jaderlândia e Levilândia, os moradores vivem em domicílios com materiais inadequados, sem rede de esgoto ou coleta regular de lixo. Essas condições criam um ambiente insalubre e propício à disseminação de doenças, configurando uma situação de vulnerabilidade múltipla e cumulativa.

A análise dos dados também revelou uma clara desigualdade na distribuição dos serviços públicos e equipamentos urbanos. Setores mais centrais da bacia contam com algum grau de atendimento por parte do Estado, enquanto as áreas mais periféricas permanecem desassistidas. Essa lógica de concentração e escassez é reflexo do que Acsegrad (2004) chama de injustiça ambiental: a distribuição desigual dos riscos e das ausências institucionais, que penaliza os territórios e populações menos representadas no processo decisório.

Outro elemento importante a considerar é a vulnerabilidade institucional. A ausência de políticas públicas coordenadas entre os municípios que compartilham a bacia, aliada à

descontinuidade administrativa, impede a construção de estratégias de gestão territorial de longo prazo. A falta de uma autoridade intermunicipal para a bacia dificulta a implementação de medidas integradas de saneamento, drenagem, regularização fundiária e recuperação ambiental. Como aponta Becker (2013), a fragmentação institucional é um dos maiores obstáculos à governança ambiental nas metrópoles brasileiras.

As vulnerabilidades identificadas não se limitam ao plano físico ou institucional. Há também uma vulnerabilidade simbólica, que se expressa na invisibilidade dos bairros da bacia nas políticas metropolitanas e na falta de reconhecimento do território como espaço estratégico para o planejamento urbano-ambiental. Essa invisibilidade reforça a exclusão das comunidades do debate público e limita sua capacidade de reivindicação e participação. Como propõe Santos (2009), o território só se transforma em espaço efetivamente vivido e politizado quando há reconhecimento da sua centralidade na produção social da cidade.

Por fim, os conflitos e vulnerabilidades da bacia do Ariri refletem a falência de uma concepção fragmentada de cidade e apontam para a necessidade de uma abordagem integrada e sistêmica, capaz de articular os componentes físicos, sociais e institucionais do território. O enfrentamento desses desafios exige não apenas ações técnicas pontuais, mas mudanças estruturais na forma como o Estado se relaciona com os territórios periféricos, promovendo o direito à cidade, à moradia digna e ao ambiente saudável para todos os cidadãos.

4.4. Propostas de Respostas Institucionais e Comunitárias

Diante do diagnóstico socioambiental apresentado ao longo deste capítulo, torna-se evidente a necessidade de construção de respostas que não apenas atenuem os impactos identificados, mas que também atuem sobre as causas estruturais da degradação urbana e ambiental da bacia do rio Ariri. A superação das desigualdades territoriais e da vulnerabilidade ambiental requer um conjunto articulado de políticas públicas, ações comunitárias e instrumentos de governança capazes de promover justiça socioambiental e sustentabilidade urbana.

A primeira proposta consiste na criação de um consórcio intermunicipal específico para a gestão da bacia, reunindo representantes dos municípios de Belém e Ananindeua, órgãos estaduais e a sociedade civil. Tal arranjo institucional permitiria coordenar ações integradas de saneamento, regularização fundiária, recuperação ambiental e planejamento territorial. Conforme defendido por Becker (2013), o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade

de gestão deve orientar os instrumentos de governança urbana, superando os limites político-administrativos que fragmentam as respostas estatais.

A segunda proposta é a inserção permanente da bacia do Ariri nos instrumentos de planejamento urbano, como Planos Diretores, Planos de Saneamento Básico e Planos de Mobilidade. A delimitação de zonas prioritárias para investimento em infraestrutura e habitação de interesse social deve ser feita com base nos dados territoriais levantados, privilegiando os setores censitários com maior grau de vulnerabilidade. Para isso, é fundamental a produção de diagnósticos continuados e o fortalecimento das capacidades técnicas das prefeituras.

Outra resposta importante é a ampliação dos programas de regularização fundiária e urbanização integrada, com ênfase nas áreas ocupadas irregularmente, mas já consolidadas. A titulação de propriedades, associada à instalação de redes de água, esgoto, drenagem e iluminação pública, pode romper o ciclo de informalidade e exclusão, favorecendo a cidadania territorial e o reconhecimento dos moradores como sujeitos de direitos.

Na esfera ambiental, é urgente a recuperação das áreas de preservação permanente (APPs) ao longo dos igarapés e encostas. Programas de reflorestamento urbano com espécies nativas, implantação de parques lineares e requalificação paisagística podem restabelecer parcialmente as funções ecológicas da bacia, como a contenção de enchentes, o equilíbrio térmico e a proteção da biodiversidade local. Tais ações devem ser conduzidas em parceria com universidades, ONGs e coletivos locais, promovendo a educação ambiental e o protagonismo comunitário.

As respostas também precisam incluir ações de mitigação dos riscos sanitários, com foco na expansão do sistema de esgotamento sanitário, na regularização da coleta de resíduos sólidos e no controle de zoonoses. O enfrentamento das doenças de veiculação hídrica, agravadas pela precariedade do saneamento básico, requer ações intersetoriais e programas de saúde pública adaptados à realidade dos bairros analisados.

No plano social, destaca-se a necessidade de fomentar a organização comunitária e a participação cidadã. A criação de conselhos locais de meio ambiente e habitação, com representação direta dos moradores da bacia, pode contribuir para o monitoramento das políticas públicas e para a construção de agendas locais de transformação. Como destaca Rolnik (2015), a radicalização democrática e a gestão participativa são caminhos indispensáveis para a reconstrução do papel do Estado nos territórios vulneráveis.

A resposta tecnológica também deve ser considerada, especialmente por meio da capacitação comunitária no uso de ferramentas de monitoramento territorial, como aplicativos de mapeamento colaborativo, georreferenciamento popular e plataformas abertas de dados. Essas tecnologias podem ser utilizadas para identificar áreas críticas, denunciar problemas ambientais e reivindicar intervenções públicas, promovendo uma cultura de cidadania territorial digital.

Por fim, as respostas às vulnerabilidades da bacia do Ariri devem ser pensadas como parte de um projeto político-pedagógico de reconstrução do território. Isso implica reconhecer os saberes locais, valorizar as experiências comunitárias e estabelecer pontes entre o conhecimento técnico e o cotidiano dos moradores. A transformação da bacia não será feita apenas com obras de infraestrutura, mas com a reconfiguração das relações entre Estado, sociedade e território, em direção a uma cidade mais justa, integrada e ambientalmente saudável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo realizar uma análise socioambiental da bacia hidrográfica do rio Ariri, localizada entre os municípios de Belém e Ananindeua, utilizando os dados do Censo Demográfico de 2022 organizados por setor censitário e interpretados à luz da metodologia MPIER (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta). A escolha por esta abordagem se deu pela necessidade de compreender, de forma sistêmica, os processos que estruturam a exclusão urbana e ambiental em um território metropolitano periférico, marcado por ocupações informais, ausência de infraestrutura básica e precariedade institucional.

O uso da metodologia MPIER permitiu decompor a realidade territorial em cinco dimensões analíticas que se inter-relacionam, revelando como dinâmicas estruturais produzem pressões ambientais, degradam o estado dos recursos urbanos, geram impactos cumulativos e, em muitos casos, carecem de respostas efetivas. Essa abordagem revelou que a situação atual da bacia do Ariri é produto de um longo processo de omissão do poder público, de expansão urbana desordenada e de falta de governança ambiental intermunicipal.

Entre os principais achados, destaca-se a presença de múltiplas formas de vulnerabilidade que se sobrepõem nos bairros localizados dentro dos limites da bacia: vulnerabilidade ambiental (devido à ocupação de áreas de risco e à supressão da vegetação),

vulnerabilidade social (marcada pela precariedade habitacional e ausência de serviços públicos) e vulnerabilidade institucional (expressa na desarticulação entre os municípios e na invisibilidade da bacia nos planos de gestão). Essa sobreposição é o que configura a condição de injustiça socioambiental, conforme definida por Acsegrad (2004).

A análise das variáveis do Censo 2022 evidenciou que a maioria dos domicílios da bacia não possui acesso adequado ao esgotamento sanitário, à coleta regular de lixo ou à infraestrutura urbana de qualidade. Além disso, as condições habitacionais são marcadas por materiais de construção precários, alta densidade domiciliar e ausência de saneamento, o que agrava os riscos à saúde e à segurança dos moradores. Esses dados confirmam as análises teóricas de Maricato (2011) e Santos (2009) sobre a dualidade da urbanização brasileira, onde parte da cidade se estrutura dentro da legalidade, enquanto outra é construída na informalidade e no abandono.

Do ponto de vista ambiental, a pesquisa confirmou que os impactos acumulados da urbanização sobre a bacia são severos. A supressão da vegetação ciliar, o assoreamento dos igarapés e os alagamentos frequentes revelam a perda da capacidade da bacia em desempenhar suas funções ecológicas básicas. A degradação ambiental, longe de ser um fenômeno natural, é resultado direto das escolhas políticas, da ineficiência dos instrumentos de regulação urbana e da falta de uma política ambiental integrada entre os entes federativos envolvidos.

Apesar das evidências apresentadas, a pesquisa enfrentou algumas limitações metodológicas. A principal delas foi a impossibilidade de realizar trabalho de campo e entrevistas com os moradores, o que teria enriquecido a compreensão da vivência cotidiana da população frente às condições ambientais e urbanas diagnosticadas. Além disso, a análise baseou-se exclusivamente nos dados do Censo 2022, sem incorporar outros bancos de dados complementares, como os do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), ou informações ambientais mais recentes sobre qualidade da água ou cobertura vegetal.

Outra limitação importante foi a ausência de ferramentas de geoprocessamento para delimitar com precisão a bacia hidrográfica a partir dos dados vetoriais. A delimitação foi feita com base em referências documentais, o que pode ter gerado alguma margem de erro na correspondência entre os limites físicos da bacia e os setores censitários utilizados na análise. Ainda assim, os padrões territoriais identificados são suficientemente consistentes para sustentar as conclusões apresentadas.

Apesar dessas restrições, o trabalho contribui de maneira relevante para o campo do planejamento urbano e ambiental. Ao propor uma leitura territorializada, censitária e crítica da realidade socioambiental da bacia, a dissertação oferece subsídios para a elaboração de políticas públicas mais sensíveis às especificidades locais. A utilização da metodologia MPIER mostrou-se particularmente eficaz ao permitir a articulação entre elementos objetivos (dados estatísticos) e subjetivos (processos históricos e sociais que estruturam o território).

As contribuições também se estendem à discussão metodológica. Ao demonstrar a possibilidade de usar os dados do Censo 2022 como ferramenta para análise ambiental urbana, o trabalho reforça a importância da informação pública como insumo para a construção de diagnósticos participativos e planejamento estratégico. Ademais, a adaptação da metodologia MPIER ao contexto de uma bacia hidrográfica urbana em área metropolitana amplia as possibilidades de uso dessa abordagem em outros estudos e escalas territoriais.

Entre as recomendações para pesquisas futuras, destaca-se a necessidade de incorporar metodologias participativas que incluam a escuta ativa dos moradores, a cartografia social e o mapeamento afetivo. A participação comunitária no processo de diagnóstico fortalece a legitimidade das análises e amplia as possibilidades de ação transformadora. Recomenda-se também a integração de imagens de satélite e dados de sensoriamento remoto para análise multitemporal da cobertura vegetal e da expansão urbana, o que complementaria a abordagem censitária e traria maior robustez aos resultados.

Além disso, futuras pesquisas podem explorar o desenvolvimento de indicadores integrados de justiça socioambiental, que articulem variáveis sociais, ambientais e institucionais para orientar intervenções públicas em territórios vulneráveis. Tais indicadores podem ser ferramentas importantes na priorização de investimentos, no monitoramento de políticas e na avaliação de impactos socioambientais. A construção desses instrumentos, contudo, exige diálogo interdisciplinar e compromisso político com a transformação das condições urbanas.

Em última instância, esta dissertação buscou contribuir com o debate sobre a necessidade de reconstruir a cidade a partir de suas margens, reconhecendo que os territórios historicamente negligenciados devem se tornar centrais na formulação de políticas públicas. A bacia do rio Ariri, como tantas outras nas periferias brasileiras, expressa em seu território o acúmulo das ausências e a força das resistências. Reconhecer, analisar e intervir sobre esses

territórios é tarefa fundamental para a construção de cidades mais justas, resilientes e democráticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, Henri. Movimento pela Justiça Ambiental. *Ética Ecológica: Propostas para uma Reorientação*. Montevideu: **Editorial Nordan-Comunidad**, pp. 29-42, 2004.

ALVES, J. *Quando a rua vira rio: vulnerabilidade socioambiental urbana*. Curitiba: Appris, 2017.

ANANINDEUA. Lei nº 2.237/2006, de 6 de outubro de 2006. **Plano Diretor de Ananindeua**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-ananindeua-pa> . Acesso em: jul. 2025.

BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos avançados**, v. 19, p. 71-86, 2005.

BELÉM. Lei nº 8.655, de 30 de julho de 2008. **Plano Diretor de Belém**. Disponível em: https://www.belem.pa.gov.br/sefin/pdf/lei_8655_2008.pdf . Acesso em: jul. 2025.

BRANCHI, Bruna A.; FERREIRA, Denise Helena Lombardo. A contribuição do Modelo FPEIR nos estudos das bacias hidrográficas brasileiras. **Periódicos Eletrônicos do Fórum da Alta Paulista**, v. 16, n. 4, p. 76-86, 2020.

BRANDÃO, Luana K. de V. et al. Verticalização e ambiente térmico urbano: estudo de parâmetros urbanísticos em fração urbana na cidade de Arapiraca/AL. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 15, p. 863-872, 2019.

BRASIL. **Lei Complementar nº 14, de 8 de junho de 1973**. Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana de Belém, no Estado do Pará. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 11 jun. 1973.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial da União*, Brasília, 8 jan. 2007. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/572597>. Acesso em: jul. 2025.

CAMPOS, Marcelo; CAMPOS, Sergio. Uso de geoprocessamento para caracterização morfométrica da microbacia do Córrego São Martinho–Tupã-SP, Brasil. **Acta Geográfica**, v. 16, n. 40, p. 128-153, 2022.

CRIADO, Rodrigo Cezar; PIROLI, Edson Luís. Geoprocessamento como ferramenta para a análise do uso da terra em bacias hidrográficas. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 6, p. 1010-1021, 2012.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. In: *Imagens de satélite para estudos ambientais*. 2002. p. 97-97.

FORMAN, Richard TT. The urban region: natural systems in our place, our nourishment, our

home range, our future. **Landscape Ecology**, v. 23, n. 3, p. 251-253, 2008.

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

GONÇALVES, Glauciene; PONTE, Juliano. Estudo de estratégias urbanísticas e ambientais para drenagem urbana na bacia do Ariri. In: **Simpósio Nacional De Gestão E Engenharia Urbana – Singeurb**, 2., 2019, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2019.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br> . Acesso em: jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Malha de setores censitários e dados agregados: Censo 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html> . Acesso em: jul. 2025.

IPEA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4381> . Acesso em: jul. 2025.

JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

KRISTENSEN, Peter. The DPSIR framework. In: **Workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach**, 2004, Nairobi. Nairobi: UNEP, 2004. p. 7–10.

LIMA, José Júlio Ferreira; CARDOSO, Ana Cláudia Duarte; HOLANDA, Ana Carolina Gomes. Impasses e desafios na gestão da Região Metropolitana de Belém. **Cadernos Metrópole**, n. 14, p. 103-126, 2005.

LIMA, M. C. **Quando o amanhã vem ontem: a institucionalização da região metropolitana de Manaus e a indução ao processo de metropolização do espaço na Amazônia ocidental**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

LIMA, V. M.; COSTA, S. M. F.; RIBEIRO, H. Uma contribuição da metodologia PEIR para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: Ponta de Pedras, Pará. **Saúde e Sociedade**, v. 26, p. 1071–1086, 2017.

MARICATO, Erminia. Metrôpoles desgovernadas. **Estudos avançados**, v. 25, p. 7-22, 2011.

- MENDONÇA, F. *Sistema socioambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade*. In: MENDONÇA, F. (Org.). *Impactos socioambientais urbanos*. Curitiba: Editora da UFPR, 2004. p. 185–208.
- MINAYO, M. C. de S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2009.
- MORAES, EC de. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. São José dos campos: INPE, p. 1-7, 2002.
- NIEMEIJER, David; DE GROOT, Rudolf S. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. **Ecological indicators**, v. 8, n. 1, p. 14-25, 2008.
- OECD. **Organization for Economic Cooperation and Development**. Core set of indicators for environmental performance reviews. Paris: OECD, 1993. Disponível em: <http://www.oecd.org>
- OLIVEIRA, Indiara da Silva. **Aplicação da metodologia P.E.I.R na análise da qualidade socioambiental da bacia hidrográfica do rio Mocajuba-PA**. 2017. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2017. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9448>
- PARÁ (Estado). **Lei Complementar nº 27, de 30 de julho de 1995**. Dispõe sobre a organização, estrutura e funcionamento da Região Metropolitana de Belém e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Pará*, Belém, PA, 1 ago. 1995.
- Pará (estado). **Lei complementar nº 76, de 27 de dezembro de 2011**. Acrescenta o município de Castanhal à região metropolitana de Belém e dá outras providências. *Diário oficial do estado do Pará*, Belém, PA, 28 dez. 2011.
- PNUMA – **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. *Manual de avaliação ambiental integrada: indicadores ambientais e o modelo DPSIR*. Genebra: PNUMA, 2007.
- ROCHA, A. A.; VIANNA, P. C. G. A bacia hidrográfica como unidade de gestão da água. In: *II Seminário Luso-Brasileiro: Agricultura Familiar e Desertificação*, 2008, João Pessoa. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2008.
- ROCHA, Altamar Amaral. **Sociedade e natureza: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas**. Edições UESB, 2011.
- RODRIGUES, G. **Estudo da dinâmica da paisagem da microbacia do rio Maguari-Açu utilizando a metodologia PEIR**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém.
- RODRIGUES, S. T. **Cenário das outorgas de lançamento concedidas no município de Belém**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças**. Boitempo Editorial, 2017.

SANTOS, Laymert G.; JACOBI, Pedro R. **Planejamento e gestão ambiental: desafios para a governança urbana**. In: JACOBI, Pedro R. (Org.). Governança ambiental urbana: desafios à participação e à sustentabilidade. São Paulo: Annablume, 2012. p. 25–48.

SANTOS, M. *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record, 2009.

SAUERESSIG, Gislaine Gabriele; SELMITTO, Miguel Afonso; KADEL JR, Nelson. Papel das cooperativas de reciclagem no retorno de Resíduos Sólidos Urbanos à indústria. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. 355-366, 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E OBRAS PÚBLICAS. *Estudo de delimitação da região metropolitana de Belém*. Belém: SEDOP, 2018.

SILVA, E.V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; CABO, A. R.; NETO, F. O. L. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável; a gestão integrada de bacias hidrográficas**. In: Cristian Nunes da Silva; Carlos Alexandre leão Bordalo; Edfson Vicente da Silva. (Org.). Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas. Experiências e ações. 1ed. Belém: GAPTA/UFGA, 2016, v. 1, p. 483-508.

TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro; DOS SANTOS, Tiago Veloso (Ed.). O urbano eo metropolitano em Belém:(re) configurações socioespaciais e estratégias de planejamento e gestão. **Consequência**, 2019.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumoto. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 2017.

VIEIRA, Celso Taynan Martins. **Construção de base cartográfica e estatística: subsídio para análise urbanístico-ambiental de drenagem urbana na Região Metropolitana de Belém (RMB)**. Relatório técnico-científico. 2015-2017. Laboratório Cidades da Amazônia. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Pará, Belém (UFPA), 2017.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.