

Avaliação de impactos ambientais na microbacia do igarapé Moura em Castanhal, Pará, Brasil

Evaluation of environmental impacts in the microbasin igarapé Moura in Castanhal, Pará, Brazil

Leonardo Di Paulo da Silva Chaves¹

Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez²

Eliane de Castro Coutinho³

Francianne Vieira Mourão⁴

Resumo

O presente trabalho consiste em um estudo de caso, de caráter qualitativo, que utilizou técnicas de avaliação de impactos ambientais (AIA), por meio da aplicação da matriz de interação e da produção de mapas temáticos, para verificar os impactos de natureza física, biológica e antrópica, bem como a influência da expansão urbana na microbacia do igarapé Moura, em Castanhal, Pará. Os resultados demonstraram que, no meio físico, houve intensificação dos processos erosivos, modificação paisagística, alteração da drenagem natural, impermeabilização do solo e assoreamento dos cursos d'água. No meio biológico, destacaram-se o afugentamento da fauna silvestre, a redução da quantidade de animais, a perda de habitats naturais, a diminuição da diversidade de espécies vegetais e a alteração na estrutura da vegetação. No meio antrópico, identificaram-se emissões de efluentes domésticos e industriais, geração de resíduos sólidos, alagamentos frequentes, ocupações irregulares, lançamento inadequado de esgoto, desmatamento para uso urbano e atividades agrossilvipastoris. Quanto à influência da expansão urbana e ao uso e ocupação do solo na área do igarapé, constatou-se uma expressiva perda de cobertura vegetal, especialmente das matas ciliares, e a fragmentação de áreas de preservação permanente (APPs). Observou-se também a intensa expansão da malha urbana no período de 2003 a 2023, resultando no aumento das áreas não vegetadas e na ampliação das ocupações irregulares.

Palavras-Chave: Impacto ambiental; recursos hídricos; rio Marapanim; poluição.

¹ Mestrando em Ciências Ambientais/Universidade Federal do Pará. leonardochaves@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9869-7066>.

² Doutora em Geologia e Geoquímica/Professora da Universidade do Estado do Pará. lucyannegutierrez@uepa.br. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4199-1977>.

³ Doutora em Ciências Ambientais/Professora da Universidade do Estado do Pará. elianecoutinho@uepa.br. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3152-7828>.

⁴ Mestra em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais/Professora da Universidade do Estado do Pará. francianne.mourao@uepa.br. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5651-5407>.

Abstract

The present study consists of a case study with a qualitative approach, utilizing environmental impact assessment (EIA) techniques through the application of the interaction matrix and the creation of thematic maps to assess the physical, biological, and anthropic impacts, as well as the influence of urban expansion in the microbasin of the Moura stream, in Castanhal, Pará. The results showed that, in the physical environment, there was an intensification of erosive processes, landscape modification, alteration of natural drainage, soil impermeabilization, and sedimentation of watercourses. In the biological environment, the main impacts included the displacement of wildlife, a reduction in animal populations, the loss of natural habitats, a decrease in plant species diversity, and changes in vegetation structure. In the anthropic environment, domestic and industrial effluent emissions, solid waste generation, frequent flooding, irregular settlements, improper sewage disposal, deforestation for urban use, and agroforestry activities were identified. Regarding the influence of urban expansion and land use in the stream area, a significant loss of vegetation cover, especially riparian forests, and the fragmentation of permanent preservation areas (PPAs) were observed. Additionally, there was a marked expansion of the urban fabric between 2003 and 2023, leading to an increase in non-vegetated areas and the expansion of irregular settlements.

Keywords: Environmental impact; water resources; Marapanim river; pollution.

Introdução

No Brasil contemporâneo, observa-se o aumento da degradação dos recursos naturais em decorrência da ação antrópica, especialmente em bacias hidrográficas localizadas em áreas urbanas. A urbanização desordenada tem inserido ambientes aquáticos nos limites dos centros urbanos, alterando significativamente suas características naturais (Damame; Oliveira; Longo, 2019). Esse cenário destaca a importância de estudos sobre os impactos ambientais em microbacias urbanas, pois tais pesquisas são fundamentais para a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação dos efeitos negativos do crescimento urbano desordenado e à promoção de práticas sustentáveis que preservem os ecossistemas aquáticos.

Em muitas cidades brasileiras, a ausência de políticas ambientais eficazes contribui para a ocupação desordenada de áreas naturais. A ocupação ocorre sem planejamento adequado e infraestrutura, agravando os problemas ambientais em áreas de preservação permanente e recursos hídricos (Nunes, 2015). A falta de gestão territorial acentua os impactos ambientais, colocando em risco a qualidade dos serviços ecossistêmicos essenciais.

O aumento da população urbana sem acesso regular à terra e habitação demonstra a relevância da gestão ambiental em áreas protegidas. A expansão descontrolada compromete os cursos d'água e gera questionamentos sobre a adequação das políticas públicas voltadas para a sustentabilidade urbana (Gouvea; Santos, 2021). Assim, é fundamental avaliar os impactos do uso do solo em bacias hidrográficas urbanas.

Segundo Santos *et al.* (2021), as áreas periféricas urbanas sofrem intensa retirada de vegetação para ocupação humana. Este processo resulta na impermeabilização do solo e na pavimentação desordenada, gerando danos significativos em áreas de preservação permanente. A expansão urbana também intensifica a degradação de recursos hídricos, agravando a vulnerabilidade ambiental dessas regiões.

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938/1981, define a avaliação de impactos ambientais (AIA) como ferramenta essencial para identificar, mitigar e avaliar potenciais impactos socioambientais. A abordagem é aplicável a diferentes contextos, incluindo áreas urbanas, onde os impactos da urbanização desordenada precisam ser monitorados (Brasil, 1981). Outrossim, a AIA serve como base para a elaboração de planos de ação que promovam o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais.

A regulamentação da AIA pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 1986 ampliou a visibilidade das questões relacionadas aos impactos ambientais. A medida incentivou a produção técnica e científica na área, contribuindo para o desenvolvimento de ferramentas de avaliação e mitigação (Brasil, 1986). Nesse contexto, a AIA é fundamental para subsidiar políticas públicas e estratégias de planejamento ambiental urbano.

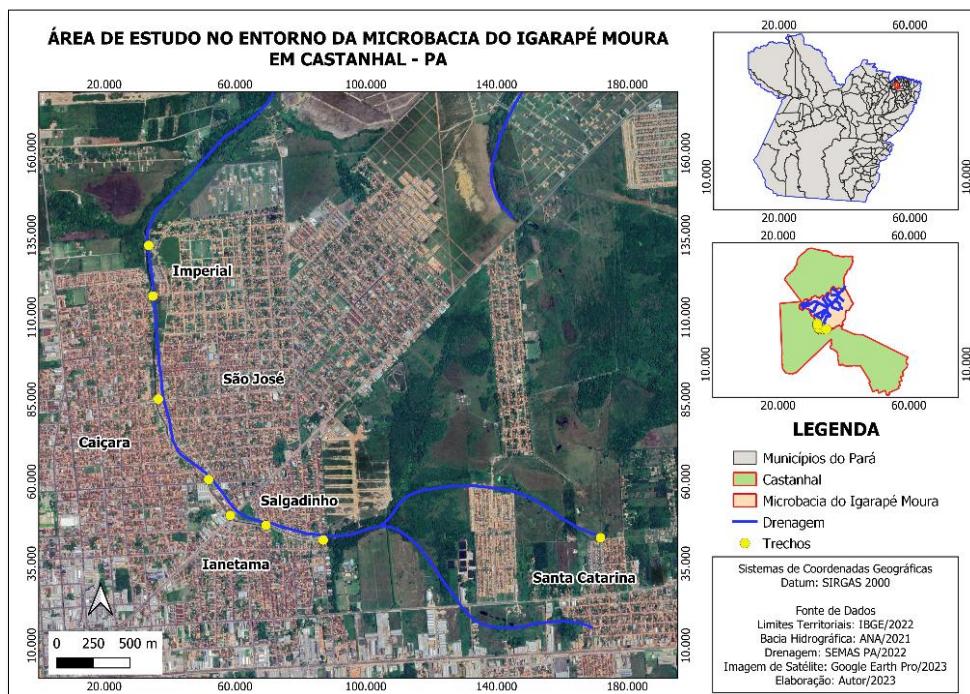
Este estudo tem como objetivo avaliar os impactos ambientais na microbacia do igarapé Moura, situada na área urbana de Castanhal, Pará. A pesquisa utiliza a metodologia de matriz de interação para identificar os impactos ambientais no entorno do corpo hídrico. Além disso, foram elaborados mapas temáticos para visualizar a expansão urbana e a degradação ambiental ao longo dos anos de 2003 a 2023 e, a partir dos resultados, propõem-se medidas mitigadoras para minimizar os problemas identificados, promovendo maior sustentabilidade ambiental na área de estudo.

Caracterização da área de estudo

O município de Castanhal, localizado no estado do Pará, integra a região norte do Brasil e, desde 2011, faz parte da região metropolitana de Belém (RMB). Além de Castanhal, a RMB inclui os municípios de Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará (IPEA, 2016). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Castanhal contava com uma população de aproximadamente 198.000 habitantes em 2023, e sua economia é baseada no comércio, agropecuária e atividades de serviços.

A cidade situa-se a 68 km da capital Belém, sendo circundada pelos municípios de Santa Isabel do Pará, Santo Antônio do Tauá, Vigia, Terra Alta, São Francisco do Pará, São Miguel do Guamá e Inhangapi (IBGE, 2023). O local de estudo corresponde à microbacia do igarapé Moura, que integra a bacia hidrográfica do rio Marapanim. Esse curso d'água atravessa importantes áreas urbanas de Castanhal, como os bairros Santa Catarina, Ianetama, Salgadinho, Caiçara, São José e Imperial, conforme ilustrado na Figura 1.

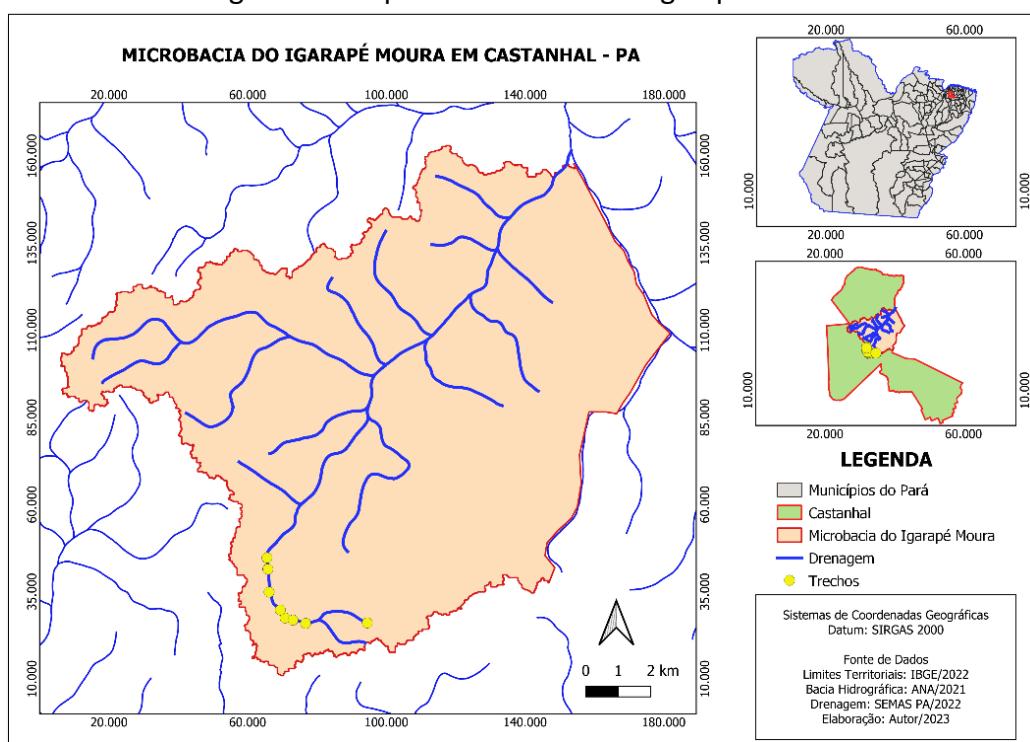
Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A bacia hidrográfica do rio Marapanim situa-se na costa nordeste paraense, abrangendo áreas de drenagem nos municípios de Castanhal, Curuçá, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Santo Antônio do Tauá, Santa Isabel do Pará, São Caetano de Odivelas, São Francisco do Pará, Terra Alta e Vigia de Nazaré (NUMA, 2019). O igarapé Moura, afluente do braço esquerdo do rio Marapanim, possui cerca de 22,4 km² de extensão. O igarapé abrange bairros urbanos de Castanhal, parte da zona rural da agrovila Calúcia e áreas do município de São Francisco do Pará (Figura 2).

Figura 2 – Mapa da microbacia do igarapé Moura.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Metodologia

Foram realizadas visitas *in loco* no entorno da microbacia do igarapé Moura durante os meses de março e outubro de 2023, períodos de maior e menor precipitação, respectivamente. O objetivo foi identificar os impactos ambientais, registrar imagens fotográficas e obter coordenadas geográficas para a elaboração de mapas. A metodologia de análise dos impactos baseou-se na matriz

de interação, estruturada conforme os meios físico, biológico e antrópico, em consonância com a Resolução CONAMA nº 001/1986.

A matriz de interação foi adaptada ao local de estudo, utilizando-se como referências metodologias propostas por Nicoletti e Ferreira (2015), Nascimento (2016), Araújo e Ribeiro (2016) e Silva Júnior (2018). Os impactos identificados foram classificados qualitativamente com base em seis atributos: tipo, magnitude, importância, duração, ordem e abrangência espacial. A análise desses atributos permitiu compreender a complexidade dos impactos ambientais associados à urbanização na área de estudo.

- **Tipo:** a modificação pode ter sido causada por uma determinada ação. **Positivo (+):** impacto benéfico. **Negativo (-):** impacto adverso. **Indefinido (+/-):** o impacto pode ser negativo ou positivo.
- **Magnitude:** é a extensão a partir de uma determinada ação. **Pequena (P):** a alteração do componente ambiental é reversível. **Média (M):** a alteração do componente ambiental e da comunidade é reversível, mas com ações imediatas. **Grande (G):** o impacto é significativo e provoca escassez de recursos naturais, a degradação do meio natural e danos à sociedade, muitas vezes irreversíveis.
- **Importância:** tem relação com a sua interferência no meio. **Não significativa (NS):** a intensidade não é significativa, não implicando em alteração na qualidade de vida. **Moderada (MO):** as dimensões são recuperáveis, adversa ou refletindo na melhoria da qualidade de vida. **Significativa (S):** quando há perda (adversa) ou ganho (benéfica) da qualidade de vida.
- **Duração:** indica a permanência do impacto. **Curta (C):** é breve e há possibilidade de reversão às condições anteriores. **Média (ME):** o tempo é médio após a ação. **Longa (LG):** o tempo de permanência após o impacto é grande.
- **Ordem:** é o resultado de uma ação. **Direto (D):** é o resultado de uma simples ação da causa e efeito. **Indireto (I):** é o resultado de uma ação secundária.

- **Espaço:** local que sofrerá o impacto. **Local (L):** a ação afeta o próprio sítio e suas imediações. **Regional (R):** a ação se faz sentir além das imediações do sítio. **Estratégico (E):** a ação tem relevância no âmbito regional e nacional.

Para analisar as transformações espaciais na microbacia entre 2003 e 2023, foram utilizadas imagens de satélite Landsat e do Google Earth Pro. Os dados coletados permitiram a construção de áreas e polígonos no perímetro da microbacia, com auxílio de um GPS modelo GARMIN 64sc. A análise espacial foi realizada no *software* QGIS, versão 3.26.3, utilizando camadas vetoriais no formato *shapefile* e *raster* em TIF, obtidas a partir de fontes como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e MapBiomas.

Resultados e discussão

Os resultados foram divididos em três subtópicos principais, representando os meios físico, biológico e antrópico, identificado pela matriz de interação (Tabela 1). A discussão está organizada para evidenciar as interações sinérgicas entre os impactos ambientais e as respectivas medidas mitigadoras propostas.

Tabela 1 – Matriz de avaliação de impactos ambientais na microbacia do igarapé Moura.

IMPACTOS AMBIENTAIS	ELEMENTOS NATURAIS E HUMANOS																	
	NATUREZA FÍSICA					NATUREZA BIOLÓGICA					NATUREZA ANTRÓPICA							
	TIPO	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA	DURAÇÃO	ORDEM	ESPAÇO	TIPO	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA	DURAÇÃO	ORDEM	ESPAÇO	TIPO	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA	DURAÇÃO	ORDEM	ESPAÇO
Efluentes domésticos	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Resíduo sólido urbano	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Resíduo sólido industrial	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Impermeabilização do solo	-	G	S	ME	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Modificação paisagística	-	G	S	LG	D	L	-	P	MO	ME	I	L	-	G	MO	ME	D	L

Modificação da drenagem natural	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	MO	LG	D	L
Assoreamento dos cursos d'água	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Contaminação das águas superficiais	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Afugentamento da fauna	-	M	MO	ME	I	L	-	G	S	LG	D	L	-	M	MO	ME	I	L
Redução da fauna	-	M	MO	ME	I	L	-	G	S	LG	D	L	-	M	MO	ME	I	L
Perda de habitats naturais	-	M	MO	ME	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	M	MO	ME	I	L
Redução da flora	-	M	MO	ME	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	M	MO	ME	I	L
Construção de barreiras artificiais	-	G	MO	ME	D	L	-	M	MO	ME	D	L	-	M	NS	ME	I	L
Impactos estéticos e visuais	-	M	MO	ME	D	L	-	P	NS	C	I	L	-	M	MO	ME	D	L
Alagamentos	-	G	S	ME	D	L	-	M	NS	C	I	L	-	G	S	LG	D	L
Ocupações irregulares	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L	-	G	S	LG	D	L
Crescimento desordenado	-	M	MO	ME	I	L	-	M	MO	LG	I	L	-	G	S	LG	D	L
Atividades agrossilvipastorais	-	P	NS	C	I	L	-	P	MO	C	I	L	-	P	NS	C	I	L

Legenda: TIPO: Positivo (+), Negativo (-), Indefinido (+/-); MAGNITUDE: Pequena (P), Média (M), Grande (G); IMPORTÂNCIA: Não Significativa (NS), Moderada (MO), Significativa (S); DURAÇÃO: Curta (C), Média (ME), Longa (LG); ORDEM: Direto (D) e Indireto (I); ESPAÇO: Local (L), Regional (R), Estratégico (E).

IMPACTOS NO MEIO FÍSICO

A análise dos impactos ambientais no meio físico da microbacia do igarapé Moura revelou alterações significativas na qualidade do solo, água e ar. A intensificação dos processos erosivos e o consequente assoreamento do curso d'água foram identificados como problemas graves, resultantes da ausência de cobertura vegetal nas margens e da alta declividade do terreno. Além do mais, a pavimentação excessiva contribuiu para a impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial e elevando o nível do igarapé durante períodos de chuvas intensas, enquanto a canalização inadequada em alguns trechos do igarapé gerou mudanças na velocidade do fluxo, causando erosões fluviais e alagamentos recorrentes.

Os resíduos sólidos também foram verificados como agentes agravantes da degradação ambiental no meio físico. Durante as visitas *in loco*, constatou-se a presença de materiais como

plásticos, metais e vidros acumulados no leito do igarapé. Esses resíduos comprometem a capacidade de suporte do corpo hídrico, intensificando a degradação e dificultando a sua recuperação natural, refletindo diretamente na dinâmica fluvial, alterando processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos (Girão; Corrêa, 2015).

Outro impacto relevante foi a modificação na drenagem natural do igarapé. A urbanização desordenada ao longo das últimas décadas gerou alterações na paisagem, resultando em um aumento significativo no volume de águas pluviais escoadas diretamente para o corpo hídrico. Tal modificação prejudicou o equilíbrio natural do fluxo, acentuando os problemas de enchentes nos bairros situados nas cotas mais baixas, como Imperial e Salgadinho (Figura 3).

Figura 3 – Canalização (a), pavimentação (b), compactação do solo (c), assoreamento do corpo hídrico (d) e alagamentos (e) e (f).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

As alterações climáticas locais também foram percebidas como um fator secundário, mas relevante. A impermeabilização do solo e a diminuição da cobertura vegetal na microbacia contribuíram para o aumento da temperatura local e mudanças na dinâmica do ciclo hidrológico. Esses fatores agravam ainda mais os impactos físicos identificados, comprometendo a sustentabilidade ambiental da região e intensificando a necessidade de medidas de mitigação e adaptação.

IMPACTOS NO MEIO BIOLÓGICO

Os impactos ambientais no meio biológico foram evidenciados, qualitativamente, pela redução da biodiversidade na microbacia do Moura. A retirada da vegetação ciliar foi apontada como a principal causa da perda de habitats e do afugentamento de espécies de fauna silvestre. Espécies de aves e répteis, que antes utilizavam o entorno do igarapé como abrigo e fonte de alimento, foram afetadas pela diminuição da cobertura vegetal e pelo aumento da presença humana.

A flora local também foi severamente impactada. A substituição das matas ciliares por ocupações urbanas resultou na fragmentação de APPs, reduzindo a capacidade do ecossistema de regular o fluxo hídrico e de filtrar sedimentos e contaminantes. O processo, além de aumentar o assoreamento, compromete a resiliência do sistema biológico da microbacia (Brasil, 2012).

A contaminação da água por resíduos sólidos e efluentes domésticos sem tratamento agrava ainda mais a situação. A presença de materiais como plástico e metal no leito do igarapé representa uma ameaça significativa à ictiofauna, comprometendo a sobrevivência de peixes e outros organismos aquáticos. Ademais, a poluição química dos efluentes contribui para a proliferação de doenças, como hepatite e giardíase, tanto em humanos quanto na fauna local (Figura 4).

A ausência de iniciativas de conservação e manejo sustentável das APPs foi destacada como um fator agravante. A falta de fiscalização e de programas de restauração ecológica contribui para a contínua degradação do meio biológico, comprometendo a recuperação dos serviços ecossistêmicos essenciais para a região. Portanto, é crucial a implementação de políticas de conservação e projetos de restauração que promovam a sustentabilidade ambiental e a preservação dos recursos naturais.

Figura 4 – Resíduos sólidos dentro do corpo hídrico (a) e (b), recepção de efluentes (c) e ausência de esgotamento sanitário (d).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

IMPACTOS NO MEIO ANTRÓPICO

O meio antrópico na microbacia do igarapé Moura reflete os impactos das atividades humanas na área. As ocupações irregulares, especialmente dentro das APPs, foram identificadas como uma das principais causas da degradação ambiental. Moradias construídas em áreas de risco ambiental e próximas ao leito do igarapé intensificam os problemas de erosão e alagamentos.

Atividades econômicas e industriais também foram apontadas como fontes de poluição e degradação. Durante as visitas, identificou-se a presença de pequenas indústrias e estabelecimentos comerciais que operam sem licenciamento ambiental adequado. Tais empreendimentos contribuem para a emissão de efluentes industriais diretamente no igarapé, agravando os problemas de qualidade da água e aumentando a pressão sobre os recursos naturais.

A geração de resíduos sólidos urbanos é outro fator preocupante. A falta de infraestrutura para a gestão adequada de resíduos na área de estudo leva ao descarte irregular nas margens e no leito do igarapé. Isso contribui para a degradação do meio ambiente e aumenta o risco de doenças para a população local, destacando a necessidade urgente de políticas de gestão de resíduos mais eficientes e integradas (Figura 5).

Figura 5 – Área de lixão a céu aberto próximo ao igarapé Moura (a) e (b) e moradias irregulares dentro de faixas de APPs (c) e (d).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Por fim, a expansão urbana desordenada e a ausência de planejamento adequado para a ocupação do solo resultaram em um crescimento insustentável na região. Essa dinâmica não apenas compromete a qualidade ambiental do igarapé, mas também agrava os problemas sociais. As populações de baixa renda que habitam as áreas mais degradadas ficam ainda mais vulneráveis,

destacando a urgência de políticas públicas que integrem planejamento urbano e preservação ambiental.

SINERGIA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A sinergia dos impactos ambientais na microbacia do Moura revela uma interdependência entre os fatores físicos, biológicos e antrópicos que intensificam a degradação ambiental. No meio físico, os processos erosivos e o assoreamento dos cursos d'água resultam a perda de cobertura vegetal, especialmente nas áreas de preservação permanente (APPs). Esta dinâmica, além de modificar a paisagem e comprometer a drenagem natural, acelera o transporte de sedimentos para o leito do igarapé, impactando diretamente a qualidade da água.

No meio biológico, a sinergia é evidente na relação entre a perda de habitats e a redução da biodiversidade. A fragmentação das APPs e a ocupação irregular promovem a diminuição das áreas disponíveis para a fauna e a flora locais. O processo, agravado pela inserção de atividades poluidoras, como despejo de efluentes, intensifica o afugentamento da fauna silvestre e compromete a regeneração das espécies vegetais, criando um ciclo de degradação ambiental.

Os impactos no meio antrópico interagem diretamente com os danos nos meios físico e biológico, ampliando os problemas socioambientais. A geração de resíduos sólidos e os alagamentos frequentes decorrem da urbanização desordenada e do uso inadequado do solo. Estas condições, somadas à insuficiência de políticas públicas efetivas, não apenas agravam a qualidade de vida das populações locais, mas também perpetuam a ocupação irregular em áreas sensíveis.

A expansão urbana na microbacia intensifica a sinergia entre os diferentes impactos ambientais, criando uma pressão contínua sobre os recursos naturais. A ausência de planejamento adequado favorece o avanço da infraestrutura sobre áreas de preservação, ampliando a impermeabilização do solo e a incidência de enchentes (Cirilo; Almeida, 2020). Além disso, a especulação imobiliária impulsiona a fragmentação das matas ciliares, contribuindo para a instabilidade ecológica da região.

Logo, a análise da sinergia dos impactos ambientais no igarapé Moura evidencia a complexidade das interações entre os fatores naturais e humanos. O cenário exige uma abordagem integrada, que considere as inter-relações entre os diferentes meios para formular estratégias de

mitigação eficazes. Apenas com a implementação de políticas públicas voltadas para a proteção ambiental e o ordenamento territorial será possível reverter o quadro de degradação e garantir a sustentabilidade da microbacia.

TRANSFORMAÇÕES ESPACIAIS NA ÁREA DA MICROBACIA

A análise das transformações espaciais na microbacia do igarapé Moura, entre 2003 e 2023, revelou um processo acelerado de urbanização. O aumento das áreas ocupadas por residências e empreendimentos comerciais, especialmente em direção à jusante, foi acompanhado por uma significativa perda de cobertura vegetal e pela fragmentação das áreas de preservação permanente. O avanço urbano tem gerado diversos impactos negativos, dificultando a manutenção dos ecossistemas naturais e comprometendo a sustentabilidade ambiental local (Araújo; Ribeiro, 2016).

A expansão da infraestrutura urbana foi evidenciada por imagens de satélite, que mostram o crescimento populacional e o aumento da demanda habitacional como principais vetores desse processo. Programas habitacionais, como o “Minha Casa, Minha Vida”, intensificaram a ocupação de áreas próximas ao igarapé, elevando a pressão sobre os recursos naturais (Prefeitura Municipal de Castanhal, 2017). A ocupação desordenada resultou em alagamentos e na poluição dos recursos hídricos, afetando diretamente a qualidade de vida da população residente na microbacia.

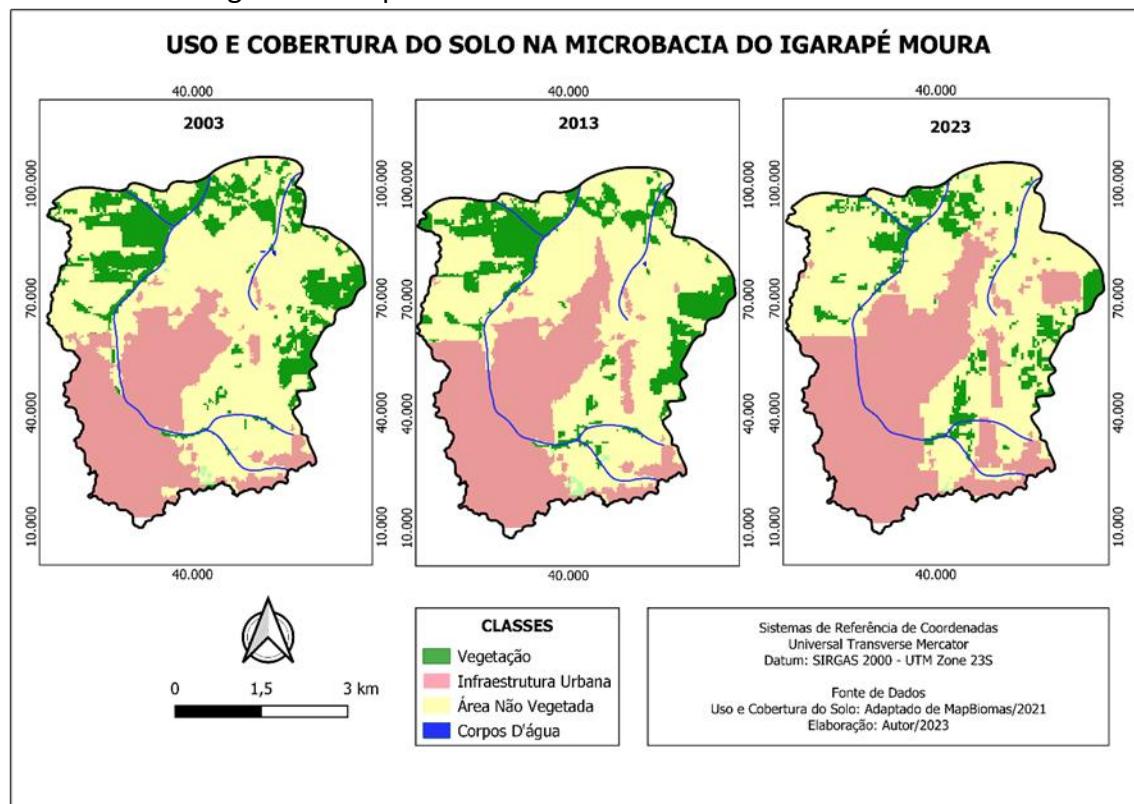
Adicionalmente, a inserção de atividades econômicas e industriais na área de influência do igarapé transformou profundamente a paisagem local. Pequenos empreendimentos, frequentemente instalados sem licenciamento ambiental, ocuparam áreas destinadas à conservação, contribuindo para a degradação ambiental. A especulação imobiliária também desempenhou um papel central nesse cenário, estimulando a ocupação irregular e agravando a fragmentação das áreas naturais, o que intensificou os impactos sobre os recursos hídricos e a biodiversidade.

A ausência de políticas públicas eficazes para a gestão do território e a conservação ambiental tem sido um dos principais fatores agravantes desse processo. A falta de medidas regulatórias para o uso do solo e para a proteção do meio ambiente tem aprofundado os impactos físicos, biológicos e antrópicos na microbacia. Essa sinergia de fatores aponta para a necessidade

urgente de intervenções governamentais e comunitárias voltadas à preservação da área e à mitigação dos danos ambientais.

De modo mais amplo, a urbanização de Castanhal, no Pará, tem seguido um ritmo acelerado nas últimas duas décadas, impulsionada pelo crescimento populacional e pela expansão das atividades comerciais e industriais (SEBRAE, 2022). O processo tem contribuído para a perda de cobertura vegetal e para o desflorestamento, impactando diretamente os ecossistemas locais (Figura 6). A fragmentação das áreas de preservação e o comprometimento dos recursos hídricos refletem os desafios enfrentados pela região.

Figura 6 – Mapa de uso e cobertura do solo na microbacia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Dessa forma, o crescimento urbano desordenado e a especulação imobiliária em Castanhal têm pressionado de forma crescente os recursos naturais. A ocupação irregular de áreas verdes e a

remoção de vegetação nativa intensificam problemas como a perda de biodiversidade e a degradação dos recursos hídricos. A carência de políticas públicas adequadas para a gestão ambiental reforça a urgência de intervenções efetivas que garantam a conservação da área e promovam a sustentabilidade ambiental no município (Gouvea; Santos, 2021).

MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas mitigadoras propostas buscam reduzir os impactos ambientais identificados e restaurar a qualidade ambiental da microbacia. Tais ações incluem:

1. Educação ambiental: implementação de programas educativos voltados para a comunidade, abordando a importância da gestão de resíduos sólidos, do tratamento de efluentes e da conservação dos recursos hídricos.
2. Coleta seletiva: desenvolvimento de um sistema de coleta seletiva nos bairros mais impactados, incentivando o descarte correto de resíduos e reduzindo o impacto no igarapé.
3. Licenciamento ambiental: realização de um levantamento das atividades potencialmente poluidoras, promovendo a regularização ambiental e o tratamento prévio de efluentes.
4. Obras de drenagem: construção e manutenção de sistemas de drenagem de águas pluviais para reduzir os alagamentos e o transporte de sedimentos para o igarapé.
5. Restauração ecológica: recuperação das APPs ao longo do igarapé, com ações de reflorestamento e conservação dos fragmentos florestais existentes.
6. Fiscalização ambiental: fortalecimento das instituições públicas para garantir a aplicação das normas ambientais e o monitoramento das atividades impactantes na microbacia.

Essas medidas, quando implementadas de forma integrada e participativa, podem contribuir significativamente para a recuperação ambiental da microbacia do igarapé Moura e para a melhoria da qualidade de vida da população local.

Considerações finais

Os resultados da avaliação dos impactos ambientais na microbacia do igarapé Moura, com base na matriz de interação, evidenciaram sérios comprometimentos nos meios físico, biológico e antrópico. No meio físico, identificou-se a intensificação de processos erosivos, alterações na

drenagem natural, modificação da paisagem e assoreamento dos cursos d'água. Esses impactos foram classificados como de grande magnitude e importância significativa, dado o grau de degradação do meio natural e a relação adversa com o equilíbrio ambiental.

No meio biológico, observou-se uma diminuição alarmante da biodiversidade, caracterizada pelo afugentamento da fauna, redução de habitats, declínio no número de espécies animais e vegetais e perda significativa de cobertura vegetal. Os impactos também foram classificados como de grande magnitude e importância significativa, refletindo a crescente fragmentação ecológica e a vulnerabilidade dos ecossistemas locais frente às pressões antrópicas.

Quanto ao meio antrópico, verificaram-se problemas críticos, como emissões de efluentes domésticos e industriais, geração de resíduos sólidos, alagamentos, ocupações irregulares no entorno da microbacia e o crescimento urbano desordenado. Estes fatores foram classificados como de grande magnitude e significativa relevância. Contudo, as atividades agrossilvipastoris apresentaram menor impacto, com pequena magnitude e importância não significativa, não provocando alterações expressivas na área de estudo.

A análise das transformações espaciais, fundamentada em mapas temáticos gerados ao longo de 20 anos, revelou uma drástica perda de cobertura vegetal, especialmente das matas ciliares, além da fragmentação de áreas de preservação permanente (APPs). O cenário é resultado do avanço das ocupações irregulares e da instalação de atividades potencialmente poluidoras, observadas em visitas *in loco*. De 2003 a 2023, constatou-se a expansão significativa da malha urbana, o aumento de áreas não vegetadas e a intensificação das pressões sobre os recursos naturais.

Essa degradação ambiental na microbacia evidencia a ineficácia dos instrumentos de gestão urbana, como o Plano Diretor, na proteção das nascentes e do corpo hídrico. Para reverter esse cenário, torna-se imprescindível revisar e aprimorar as políticas públicas ambientais, garantindo ações mais eficazes na preservação e conservação dos recursos hídricos. As iniciativas devem englobar programas de fiscalização, recuperação de áreas degradadas e estímulo à ocupação sustentável, sempre integrando tais medidas às decisões governamentais para alcançar resultados positivos nos âmbitos social, ambiental e econômico.

Portanto, a preservação do recurso hídrico e das áreas de preservação permanente na microbacia do igarapé Moura depende de medidas urgentes e integradas. A discussão deve envolver autoridades competentes, gestores públicos e a população, promovendo a conscientização sobre a importância da função social dos corpos hídricos. Tais ações devem convergir para a melhoria urbano-ambiental, assegurando o uso sustentável do território e a conservação dos ecossistemas, em conformidade com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Referências

ARAÚJO, C. C. G.; RIBEIRO, R. L. **Avaliação de impactos ambientais no lixão do município de Santa Helena de Goiás, GO.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Rio Verde – GO, 2016.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm Acesso em: 28 de dezembro de 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF> Acesso em: 30 de maio de 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em: 28 de dezembro de 2023.

CIRILO, B. B.; ALMEIDA, O. T. Os limites à atuação do poder público municipal na gestão de recursos hídricos das bacias hidrográficas do rio Marapanim e do rio Itacaiúnas, estado do Pará. **Geografafres Editora**, Espírito Santo, 2020.

DAMAME, D. B.; OLIVEIRA, E. D.; LONGO. R. M. Impactos ambientais pelo uso e ocupação do solo em sub-bacias hidrográficas de Campinas, São Paulo, Brasil. **Acta Brasiliensis**, Patos, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2019.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. Processos nos estudos de geomorfologia fluvial urbana ao final do século XX. **Revista Geo UERJ**, ISSN 1415-7543, n. 26, p. 245-269, Rio de Janeiro, 2015.

GOUVEA, L. P. S.; SANTOS, E. O. Vulnerabilidades e impactos socioambientais da urbanização no rio Cabuçu-Piraquê, zona oeste – RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, Rio de Janeiro, n. 21, jul-dez, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEROGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados – Castanhal (PA).** Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/castanhal.html> Acesso em: 10 de setembro de 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (IPEA). **Governança metropolitana no Brasil – Região Metropolitana de Belém.** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/160128_relatorio_rm_belem.pdf Acesso em: 12 de novembro de 2023.

NASCIMENTO, A. A. **Avaliação dos impactos ambientais ocasionados pelo uso e ocupação do solo das áreas de preservação permanente dos córregos Redenção e Gago, município de Redenção/PA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Pós-graduação em Gestão Hídrica e Ambiental. Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 2016.

NICOLETTI, E. A. M.; FERREIRA, R. L. Geotecnologia aplicada à perícia ambiental. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 4, 2015.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais, abrangência América do Sul.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 112 p.

NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE (NUMA). **Pará constitui o primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica do Estado.** Universidade Federal do Pará, 2019. Disponível em: <https://numa.ufpa.br/index.php/noticias/341-para-institui-o-primeiro-comite-da-bacia-hidrografica-do-estado> Acesso em: 15 de outubro de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHAL (PMC). **Diagnóstico ambiental de Castanhal.** Castanhal – PA, 2017.

SANTOS, K. A. *et al.* Mudanças morfológicas na bacia hidrográfica do córrego Barreiro ao longo do processo de urbanização, Goiânia – GO. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2021, ISSN: 2175-3369.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Cidade empreendedora – Castanhal em números 2022.** Castanhal – PA, 2022.

SILVA JÚNIOR, J. L. **Avaliação de impactos socioambientais do “lixão da Água Limpa”, localizado no município de Igarapé-Açu/PA: uma proposta mitigadora.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural da Amazônia. Capanema, 2018.