



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

VALÉRIA GALDINO SILVA E SILVA

RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ZONA ESTUARINA DO BAIXO
CURSO DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO

SÃO LUÍS - MA

2025

VALÉRIA GALDINO SILVA E SILVA

**RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ZONA ESTUARINA DO BAIXO
CURSO DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO**

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

Orientadora: Prof. Dra. Samara Aranha Eschrique

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Leal de Castro

SÃO LUÍS - MA

2025

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

Galdino Silva e Silva, Valéria.

RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ZONA ESTUARINA DO
BAIXO CURSO DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO / Valéria Galdino
Silva e Silva, Valéria Galdino Silva e Silva. - 2025.

54 p.

Coorientador(a) 1: Antonio Carlos Leal de Castro.

Orientador(a): Samara Aranha Eschrique.

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

1. Sustentabilidade Hídrica. 2. Sistema Italuís. 3.
Salinização. 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
(ods). I. Galdino Silva e Silva, Valéria. II. Aranha
Eschrique, Samara. III. Leal de Castro, Antonio Carlos.
IV. Título.

VALÉRIA GALDINO SILVA E SILVA

**RISCOS SOCIOAMBIENTAIS DA ZONA ESTUARINA DO BAIXO CURSO DO RIO
ITAPECURU, MARANHÃO**

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

Aprovado(a) em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Samara Aranha Eschrique – Orientador(a)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Denilson da Silva Bezerra
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Bruno de Brito Gueiros Souza
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos aqueles que foram fundamentais para iniciar e concluir essa tão desejada etapa da minha vida. A Deus, por guiar meus passos com fé, coragem e sabedoria durante toda essa jornada. À minha mãe, à minha irmã e minha afilhada, por serem minha base, meu porto seguro e por nunca medirem esforços para me apoiar com amor, incentivo e exemplos de perseverança. À minha avó e ao meu pai, *in memoriam*, que me ensinaram, o valor da educação, persistência e dedicação.

À minha orientadora, Professora Samara, agradeço profundamente pelo incentivo constante, generosidade e dedicação incansável ao longo desta caminhada. Sua orientação firme e humana foi fundamental para que este trabalho se concretizasse, mesmo diante dos desafios. Ao PRODEMA – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão –, por proporcionar a minha evolução educacional e contribuir com a transformação da sociedade.

Aos membros da banca examinadora, pela leitura atenta, pelas contribuições valiosas e pela generosidade em compartilhar saberes que enriqueceram este trabalho. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, registro minha mais profunda gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Divisão da bacia do rio Itapecuru: Alto Itapecuru, Médio Itapecuru, Baixo Itapecuru.	10
Figura 2-2. Mapa de localização do Baixo Curso do rio Itapecuru, Maranhão.	11
Figura 4-1. Mapa de localização do alto e médio curso do rio Itapecuru, Maranhão.	16
Figura 4-2. Encontro dos rios Itapecuru (barrento) e Alpercatas (escuro) no município de Colinas.	17
Figura 6-1. Mapa de localização do Baixo Curso do rio Itapecuru, Maranhão.	29
Figura 6-2. Fluxograma dos impactos socioambientais decorrentes da ausência de saneamento básico no rio Itapecuru, Maranhão.	36
Figura 6-3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável aplicáveis ao baixo curso da bacia do rio Itapecuru, Maranhão.	38
Figura 6-4. Matriz SWOT dos fatores ambientais e socioeconômicos do baixo curso do rio Itapecuru.	42
Figura 6-5. Inter-relações entre forças, fraquezas, oportunidades e ameaças no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1. Municípios banhados pelo rio Itapecuru.	11
Tabela 6-1. Principais impactos ambientais identificados no baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão.	34
Tabela 6-2. Relação entre impactos ambientais e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no baixo curso do rio Itapecuru.	38
Tabela 6-3. Avaliação estratégica dos impactos e riscos socioambientais no baixo curso do rio Itapecuru e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	7
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	9
3	OBJETIVOS:	12
3.1	Objetivo Geral	12
3.2	Objetivos Específicos	12
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
4.1	A Bacia do Rio Itapecuru no Contexto das Bacias Brasileiras e Nordestinas	12
4.2	Status Atual do Trecho Superior e Médio do rio Itapecuru	15
4.3	Dinâmica flúvio-estuarina e complexidade socioambiental no baixo curso do rio Itapecuru ...	18
4.4	Intrusão salina no baixo curso do rio Itapecuru	19
4.5	Importância do baixo Curso rio Itapecuru	20
5	REFERÊNCIAS	21
6	ARTIGO: RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO BAIXO CURSO DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO	26
	Introdução	27
	Material e Métodos	28
	Resultados e Discussão	31
	Conclusão.....	45
	Referências.....	46
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
8	ANEXO.....	51

1 INTRODUÇÃO GERAL

O rio Itapecuru possui extensão aproximada de 1.450 km, com nascentes localizadas no Parque Estadual do Mirador, no centro-sul do estado do Maranhão, e foz na Baía do Arraial, a sudeste da Ilha de São Luís, após percorrer a região centro-leste em direção nordeste-norte (Mussara, 2019). Trata-se do segundo maior rio do estado, desempenhando papel estratégico para o desenvolvimento regional, tanto do ponto de vista econômico, quanto socioambiental, além de exercer função essencial na manutenção da biodiversidade e na sustentação dos modos de vida de populações urbanas e rurais ao longo de seu curso (Oliveira *et al.*, 2023).

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru configura-se como integralmente maranhense, com nascentes e foz situadas no território estadual, abrangendo áreas de transição entre os biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga. Essa condição confere elevada heterogeneidade ambiental à bacia, que engloba uma diversidade de ecossistemas, como florestas estacionais semidecíduais, matas ciliares, formações savânicas arbóreas e secundárias (Cerrado e Mata dos Cocais), campos naturais e antrópicos (pastagens), áreas úmidas, zonas ripárias, áreas agrícolas, habitats aquáticos continentais e manguezais costeiros, especialmente no trecho estuarino (CODEVASF, 2025).

O baixo curso do rio Itapecuru estende-se aproximadamente do município de Caxias até sua confluência com a Baía do Arraial, abrangendo cerca de 360 km de extensão (Porto, 2016). Nesse trecho localizam-se importantes centros urbanos, como Caxias, Codó, Coroatá, Itapecuru-Mirim, Rosário, Bacabeira e Santa Rita, que exercem forte influência sobre a dinâmica ambiental do rio (Sá, 2022). Do ponto de vista geomorfológico e hidrológico, o baixo curso se caracteriza por menores declividades, redução da velocidade de escoamento e predominância de um regime típico de rio de planície, favorecendo a deposição de sedimentos e a interação entre processos fluviais e costeiros (Martins, 2019).

A proximidade com o ambiente marinho confere ao trecho inferior do Itapecuru características estuarinas marcantes, resultantes da interação entre águas continentais e marinhas, influenciadas por regimes de maré, salinidade variável e elevada produtividade biológica (Martins *et al.*, 2021). Estuários são reconhecidos como ambientes ecologicamente estratégicos, por funcionarem como áreas de reprodução, crescimento e alimentação de diversas espécies aquáticas, além de sustentarem atividades econômicas tradicionais, como a pesca artesanal (Castro *et al.*, 2019). Entretanto, essa mesma condição torna os estuários altamente sensíveis a pressões antrópicas, especialmente em contextos de intensa ocupação urbana e uso

inadequado do solo.

Historicamente, o baixo curso do rio Itapecuru foi considerado um ambiente de elevada diversidade ambiental, com abundância de recursos hídricos, fauna associada e potencial para navegação e atividades produtivas. Contudo, a intensificação da ocupação humana, aliada à ausência ou fragilidade de instrumentos de gestão territorial e ambiental, tem provocado perdas significativas, como degradação de habitats, supressão de matas ciliares, assoreamento do leito e comprometimento da qualidade da água (Ribeiro *et al.*, 2019).

A concentração de centros urbanos ao longo do baixo curso intensifica os impactos antrópicos sobre o sistema fluvial e estuarino, uma vez que áreas urbanizadas constituem importantes fontes de poluição difusa e pontual, alterando os padrões naturais de fluxo, sedimentação e qualidade ambiental (Leal, 2023). Soma-se a isso a relevância das atividades agropecuárias, como o cultivo de arroz, feijão, milho e mandioca, frequentemente associado à expansão de pastagens, que contribuem para o aumento da carga de sedimentos e nutrientes no sistema hídrico. A pesca artesanal e a aquicultura também desempenham papel econômico relevante, embora os estoques naturais de peixes apresentem sinais de redução, atribuídos a alterações ecológicas e à pressão antrópica crescente (Mussara, 2019).

O rio Itapecuru constitui uma das principais fontes de abastecimento hídrico do estado do Maranhão, atendendo populações urbanas e rurais, incluindo a capital São Luís, por meio do Sistema Italuís (CAEMA, 2018; ANA, 2021). No entanto, à medida que o rio adentra seu baixo curso e estabelece a transição flúvio-estuarina, intensificam-se as pressões antrópicas decorrentes da urbanização, da expansão de atividades produtivas e da ocupação desordenada de áreas ambientalmente sensíveis. Esse contexto favorece a emergência de riscos ambientais expressivos, associados sobretudo ao lançamento de efluentes domésticos, industriais e hospitalares sem tratamento adequado, à supressão da vegetação ripária e à alteração dos processos hidrossedimentares, comprometendo a qualidade da água e os serviços ecossistêmicos prestados pelo sistema fluvial-estuarino (Lima *et al.*, 2021).

Na zona estuarina do baixo curso do rio Itapecuru, esses processos assumem maior complexidade, uma vez que os riscos socioambientais resultam da interação entre dinâmicas naturais, pressões antrópicas cumulativas e condições de vulnerabilidade social. Tais riscos manifestam-se por meio da degradação dos ecossistemas estuarinos, redução da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos, perda de biodiversidade e do comprometimento de atividades econômicas tradicionais, como a pesca artesanal. Paralelamente, impactam diretamente as populações ribeirinhas e urbanas que dependem do rio para abastecimento, subsistência e manutenção de seus modos de vida e identidades socioculturais.

Apesar da reconhecida importância ambiental, econômica e social do baixo curso do rio Itapecuru, especialmente no que se refere à sua zona estuarina, persistem lacunas de conhecimento acerca das dinâmicas integradas entre ambiente físico, pressões antrópicas e vulnerabilidades sociais. A compreensão sistêmica desses processos e dos riscos socioambientais associados se torna, portanto, fundamental para subsidiar estratégias de planejamento territorial, gestão ambiental e conservação, visando à proteção da integridade ecológica do estuário e à promoção da segurança socioambiental das populações que dele dependem.

Diante desse contexto, o presente estudo fundamenta-se em um levantamento bibliográfico sistemático acerca dos riscos e impactos ambientais e socioeconômicos associados à intensificação das atividades antrópicas na zona estuarina do baixo curso da bacia do rio Itapecuru. A abordagem adotada busca integrar dimensões físicas, ecológicas e sociais que caracterizam esse sistema flúvio-estuarino, de modo a subsidiar uma análise abrangente das pressões antrópicas e de suas implicações para a dinâmica ambiental e para as populações que dependem diretamente desse ambiente.

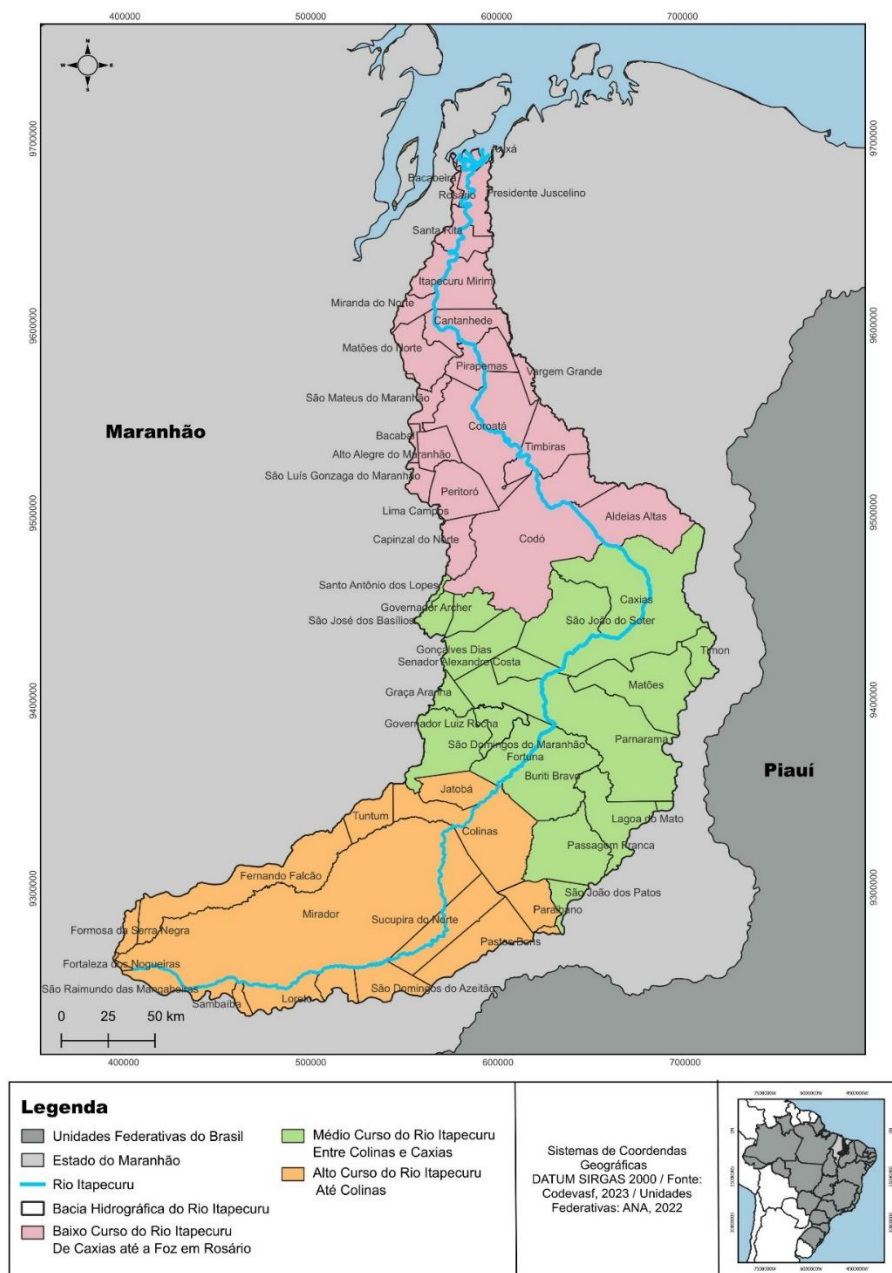
A dissertação está estruturada da seguinte forma: Introdução Geral, Caracterização da Área de Estudo, Fundamentação Teórica, Referências, Artigo: Riscos e Impactos Socioambientais no Baixo Curso do Rio Itapecuru, Maranhão, e Considerações Finais.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O rio Itapecuru configura-se como um dos principais cursos d'água do estado do Maranhão, exercendo papel estratégico no abastecimento hídrico das populações humanas, no suporte às atividades agropecuárias e na manutenção dos ecossistemas ao longo de sua área de influência (Silva; Conceição, 2011). A bacia hidrográfica possui área aproximada de 52.972 km², correspondendo a cerca de 16% do território estadual, e atende aproximadamente três milhões de habitantes. Trata-se de uma bacia integralmente maranhense, com nascentes e foz situadas no estado, abrangendo áreas de transição entre os biomas Amazônico, Cerrado e Caatinga (Porto; Motta; Souza, 2019).

A bacia do Rio Itapecuru se divide em três partes: alto, médio e baixo curso (Figura 2-1).

Figura 2-1. Divisão da bacia do rio Itapecuru: Alto Itapecuru, Médio Itapecuru, Baixo Itapecuru.



No seu trecho inferior, o rio Itapecuru apresenta um desnível de 50 m, atingindo declividade média de aproximadamente 14 cm/km e largura de até 130 metros. A área desse trecho abrange aproximadamente 12.090 km², representando cerca de 22,7% da bacia hidrográfica, dividida em 7 sub-bacias (Baixo Itapecuru; rio Peritoró; Igarapé Ipiranga; Igarapé Jundiá; rio Cachimbo; rio Gamaleira e rio Pirapemas (IMESC, 2019).

O território que compõe o baixo curso do rio Itapecuru (Figura 2-2) abriga mais de 1,7 milhão de habitantes, o que representa aproximadamente 25,1% da população do estado (Sá, 2022; Masullo, 2019; IBGE, 2020). Neste espaço geográfico está inserido 56 municípios, sendo

39 com sedes localizadas na bacia e 11 situados às margens do rio (Tabela 2-1).

Figura 2-2. Mapa de localização do Baixo Curso do rio Itapecuru, Maranhão.

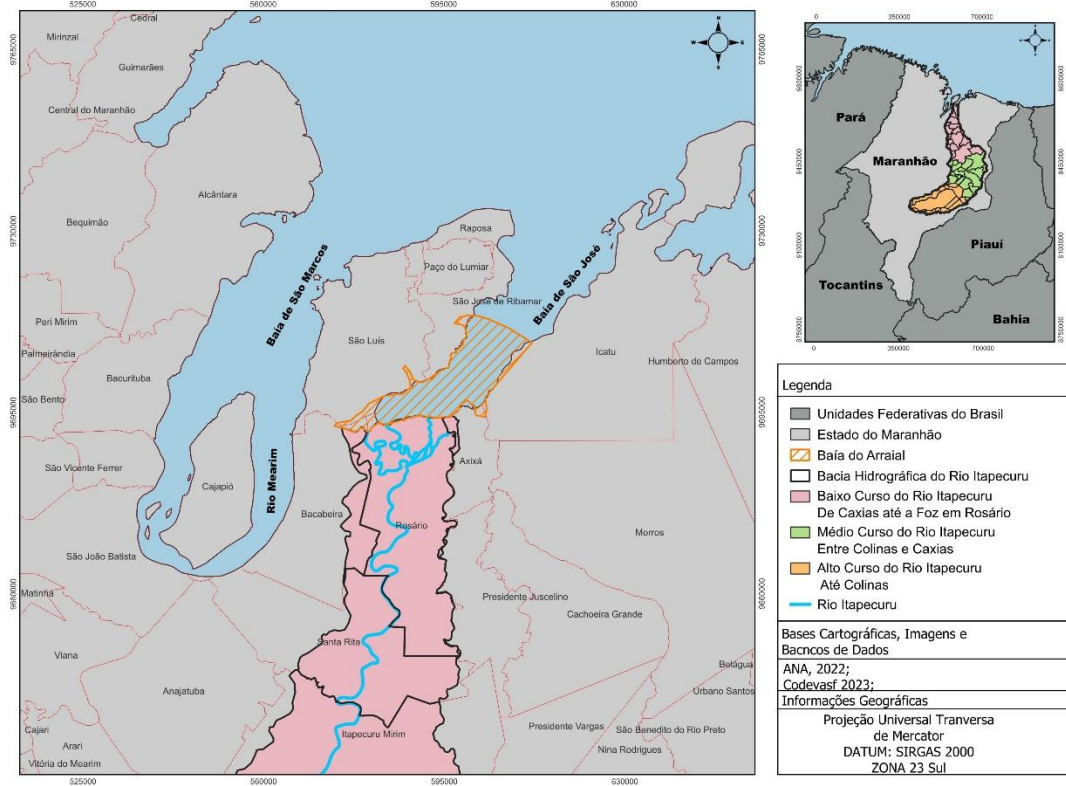


Tabela 2-1. Municípios banhados pelo rio Itapecuru.

MUNICÍPIOS	HABITANTES
Caxias	156.973
Codó	114.275
Itapecuru-mirim	60.440
Coroatá	59.566
Colinas	40.316
Rosário	38.475
Timbiras	26.484
Cantanhede	24.303
Mirador	21.030
Pirapemas	17.714
Bacabeira	16 966

Fonte: IBGE (2020).

3 OBJETIVOS:

3.1 Objetivo Geral

Analisar os riscos e impactos socioambientais associados à zona estuarina do baixo curso do rio Itapecuru, no estado do Maranhão, considerando as interações entre as dinâmicas naturais, as pressões antrópicas e as vulnerabilidades socioambientais.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os aspectos físicos, ambientais e hidrodinâmicos do baixo curso do rio Itapecuru, com ênfase nos processos estuarinos, na dinâmica de marés e na intrusão salina;
- Identificar e analisar os principais impactos ambientais decorrentes da ocupação urbana, das atividades agropecuárias, da supressão da vegetação ciliar e do lançamento de efluentes no baixo curso do rio Itapecuru;
- Avaliar os riscos socioambientais associados à degradação dos ecossistemas estuarinos, considerando seus efeitos sobre a qualidade da água, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos;
- Aplicar a matriz SWOT como instrumento de análise estratégica para identificar fragilidades, potencialidades, ameaças e oportunidades relacionadas à gestão ambiental do baixo curso do rio Itapecuru;
- Propor diretrizes e medidas mitigadoras voltadas à redução dos riscos socioambientais e à promoção de uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos na zona estuarina do rio Itapecuru.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 A Bacia do Rio Itapecuru no Contexto das Bacias Brasileiras e Nordestinas

O Brasil detém uma das maiores disponibilidades hídricas do planeta, distribuída de forma heterogênea entre suas grandes regiões hidrográficas. As bacias hidrográficas brasileiras refletem a diversidade climática, geomorfológica e biogeográfica do território nacional, abrangendo desde sistemas de grande porte, como as bacias Amazônica, do São Francisco e do Paraná, até bacias costeiras de menor extensão, porém elevada relevância socioambiental (ANA, 2020).

Apesar dessa abundância relativa, as bacias hidrográficas brasileiras enfrentam crescentes pressões decorrentes da expansão urbana, da intensificação das atividades

agropecuárias, da industrialização e da deficiência histórica de saneamento básico. Tais pressões têm provocado alterações significativas nos regimes hidrológicos, na qualidade da água e na integridade dos ecossistemas aquáticos, configurando impactos ambientais cumulativos e riscos socioambientais, sobretudo em regiões onde se sobrepõem vulnerabilidades sociais e ambientais (Tundisi; Tundisi, 2016).

Nesse contexto, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) consolidou a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão, reconhecendo a água como bem público e recurso limitado, cujo uso deve ser orientado pelos princípios da gestão integrada e participativa. Todavia, a efetividade dessa política varia regionalmente, em função das assimetrias institucionais, econômicas e ambientais existentes no país.

No Nordeste brasileiro, as bacias hidrográficas apresentam características particulares, fortemente condicionadas pelo clima semiárido predominante em grande parte da região, pela irregularidade pluviométrica e pela elevada evapotranspiração. Esses fatores naturais, aliados a processos históricos de ocupação do território, resultam em maior vulnerabilidade hídrica e socioambiental, quando comparados a outras regiões do país (Marengo *et al.*, 2018).

As bacias nordestinas, como as dos rios Jaguaribe, Parnaíba e São Francisco, evidenciam conflitos recorrentes pelo uso da água, degradação de matas ciliares, salinização de solos, assoreamento e contaminação por efluentes urbanos e agroindustriais. A escassez hídrica estrutural amplia os impactos da poluição, reduzindo a capacidade de diluição e autodepuração dos corpos d'água e intensificando os riscos à saúde humana e à segurança alimentar (Silva; Galvêncio, 2019). Além disso, no Nordeste, os riscos socioambientais associados às bacias hidrográficas são agravados por elevados índices de pobreza, déficit de infraestrutura urbana e rural e dependência direta dos recursos hídricos para subsistência, o que torna as populações mais sensíveis a eventos extremos, como secas prolongadas e cheias súbitas.

O estado do Maranhão ocupa posição singular no contexto hidrográfico brasileiro, por situar-se em uma zona de transição entre os domínios Amazônico, Cerrado e Caatinga. Essa condição confere às bacias maranhenses elevada diversidade ambiental, refletida na coexistência de regimes hidrológicos distintos, ecossistemas variados e expressiva biodiversidade aquática e ripária (Souza, Silva, 2022).

Entre as principais bacias hidrográficas maranhenses destacam-se as dos rios Itapecuru, Mearim, Pindaré, Munim e Turiaçu. Embora apresentem maior disponibilidade hídrica em relação às bacias do semiárido nordestino, essas bacias vêm sofrendo processos acelerados de degradação ambiental, associados à expansão agropecuária, à silvicultura, à mineração, à

urbanização desordenada e à precariedade dos serviços de saneamento básico (Feitosa *et al.*, 2021).

A ausência ou fragilidade de instrumentos de gestão ambiental e territorial, como planos diretores municipais integrados aos planos de bacia, contribui para o agravamento dos impactos ambientais, sobretudo nos trechos médios e baixos dos rios, onde se concentram os principais núcleos urbanos e atividades econômicas.

Inserida nesse cenário, a bacia do rio Itapecuru destaca-se tanto por sua extensão territorial, quanto por sua importância estratégica para o abastecimento hídrico, a produção agropecuária e a manutenção dos ecossistemas maranhenses. Quando comparada a outras bacias nordestinas, o Itapecuru apresenta maior regularidade hídrica e menor dependência de reservatórios artificiais, o que lhe confere maior resiliência natural frente a períodos de estiagem (ANA, 2020). Entretanto, em comparação com outras bacias maranhenses, como o Mearim e o Pindaré, o Itapecuru evidencia maior pressão antrópica em seu baixo curso, especialmente em função da concentração urbana, da ocupação irregular das margens e do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado. Estudos apontam que essa condição tem comprometido progressivamente a qualidade da água e os serviços ecossistêmicos associados ao rio, aproximando sua dinâmica de degradação àquela observada em bacias nordestinas mais críticas (Leal *et al.*, 2023).

Registros de literatura assinalam que, ao longo de praticamente todo o seu curso, o rio Itapecuru vem sofrendo impactos ambientais decorrentes da urbanização desordenada, da expansão agropecuária, da mineração e do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado. No alto e médio curso, destacam-se processos de desmatamento, queimadas, agricultura extensiva e uso indiscriminado de defensivos agrícolas, que alteram a dinâmica hidrossedimentológica e intensificam processos erosivos e de assoreamento (Soares *et al.*, 2017).

No baixo curso, esses impactos tornam-se mais evidentes, em função da concentração de centros urbanos e da menor capacidade de autodepuração do sistema fluvial. A supressão da mata ciliar, a ocupação de áreas de preservação permanente e o lançamento de esgotos *in natura* contribuem para a degradação da qualidade da água, comprometendo seus usos múltiplos, como abastecimento público, pesca, recreação e irrigação.

A zona sob a influência marinha, também apresenta riscos de natureza socioambientais com maior grau de complexidade, em razão da interação entre processos fluviais e costeiros, regimes de maré, intrusão salina e elevada produtividade biológica. Esses ambientes apresentam significativo poder de dispersão de poluentes orgânicos, mas sua resiliência é

limitada frente ao aumento contínuo das cargas contaminantes e à intensificação da ocupação humana, aproximando esse trecho de realidades observadas em outras bacias costeiras brasileiras, onde a degradação ambiental compromete manguezais, estoques pesqueiros e a qualidade sanitária dos ambientes aquáticos (Oliveira *et al.*, 2023).

Na zona inferior do baixo curso em direção a foz, a intensidade das pressões antrópicas amplifica os riscos socioambientais. A ocorrência de processos erosivos em sub-bacias do baixo Itapecuru, associada às mudanças no uso do solo, agrava a instabilidade geomorfológica e intensifica a mobilização de sedimentos, contribuindo para a degradação dos habitats aquáticos (Soares *et al.*, 2024).

Adicionalmente, a extração de recursos minerais, como argila, areia e calcário, altera a morfologia do leito e das margens, intensificando processos de instabilidade geomorfológica e ampliando o risco de contaminação por sedimentos finos e poluentes associados.

A análise comparativa entre bacias brasileiras, nordestinas e maranhenses evidencia que, embora os contextos naturais sejam distintos, os principais vetores de degradação apresentam padrões recorrentes: supressão de vegetação ripária, uso inadequado do solo, poluição hídrica e fragilidades na governança ambiental. No caso do rio Itapecuru, esses fatores manifestam-se de forma cumulativa, gerando riscos socioambientais que afetam diretamente populações ribeirinhas, pescadores artesanais e usuários urbanos da água.

À luz dessa base teórica ampliada, a bacia do rio Itapecuru pode ser compreendida como um sistema hidroambiental, que reúne características de diferentes escalas: apresenta relativa disponibilidade hídrica, típica de bacias de transição amazônica, mas enfrenta impactos e riscos socioambientais semelhantes aos observados em bacias nordestinas sob forte pressão antrópica.

Essa condição reforça a necessidade de estratégias de gestão integradas e territorializadas, que considerem as especificidades ambientais, sociais e institucionais da bacia. Ações emergenciais como a recuperação de áreas degradadas, proteção de nascentes e matas ciliares, fortalecimento do saneamento básico e a efetiva implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, constituem elementos centrais para mitigar os impactos ambientais e reduzir os riscos socioambientais no rio Itapecuru, alinhando a gestão local às diretrizes nacionais de sustentabilidade hídrica.

4.2 Status Atual do Trecho Superior e Médio do rio Itapecuru

O rio Itapecuru tem sua nascente principal localizada no Parque Estadual do Mirador, no município de Mirador, e formado pelas serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, indo desaguar à 1.450 km da sua nascente (Mussara, 2019). O alto curso está situado entre município

de Mirador e Colinas, possuindo 296,35 km de extensão (Figura 4-1). As suas nascentes têm característica física com baixa largura e profundidade, porém, apresentam águas de elevada transparência (Porto; Motta; Souza, 2019).

Este trecho da bacia possui característica geológica predominantemente composta por rochas sedimentares da Bacia de São Luís-Grajaú. Observa-se uma dominância: a de chapadões, chapadas, cuevas, com um relevo forte, ondulado, compondo partes mais elevadas da bacia, que chegam a quase 300 metros de altitude (UEMA, 2016).

As características climáticas do alto Itapecuru têm um predomínio de clima subúmido em transição para o semiárido, no período chuvoso, outubro a maio, e período de estiagem, junho a setembro. A pluviométrica média anual oscila entre 1.000 mm a 1.200 mm, cujo a permeabilidade tem alteração conforme o período de seca ou chuvoso (Pereira; Moraes, 2022).

O rio Itapecuru recebe o afluente rio Alpercatas nas proximidades do município de Colinas. A confluência entre os dois rios resulta em um alargamento do Itapecuru, que atinge cerca de 45 metros de largura e uma profundidade máxima de 2,60 metros (Figura 4-2).

Figura 4-1. Mapa de localização do alto e médio curso do rio Itapecuru, Maranhão.

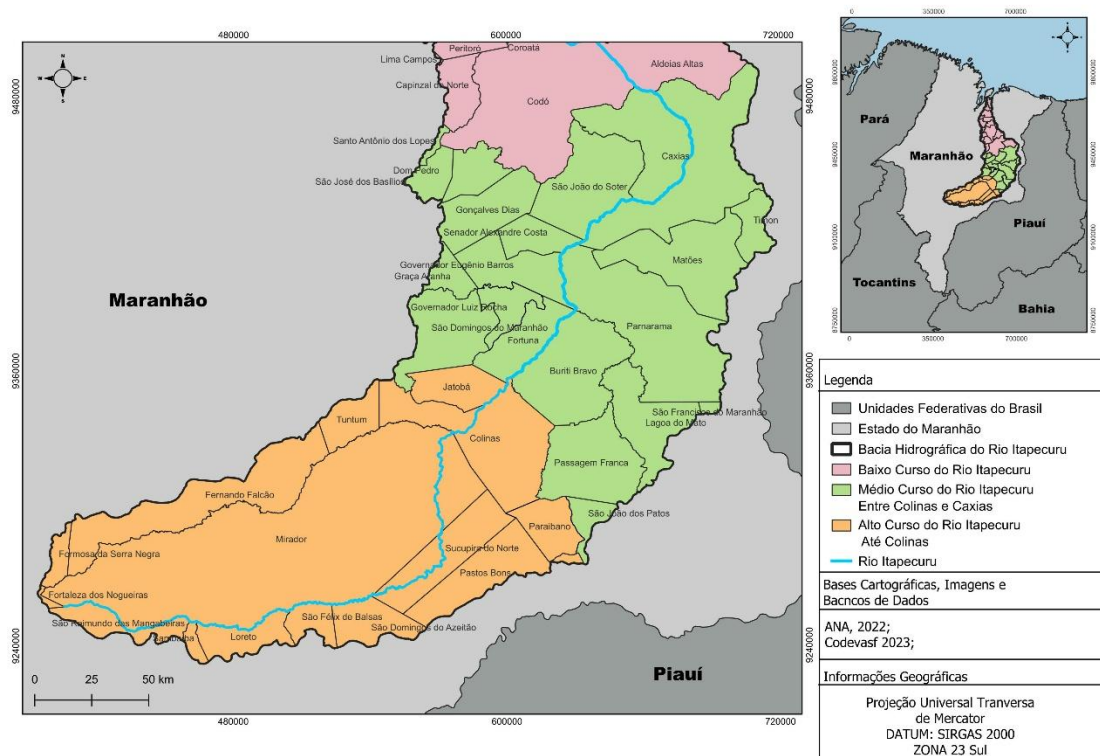


Figura 4-2. Encontro dos rios Itapecuru (barrento) e Alpercatas (escuro) no município de Colinas.



Fonte: Porto, Motta e Souza (2019).

O trecho do médio curso do Itapecuru se inicia no município de Colinas e se estende até Caxias, com uma extensão de 193,44 km. A morfologia mostra um desnível com cerca de 70 metros e declividade média de 30 cm km^{-1} , onde predomina o relevo de chapadas baixas e uma superfície suave ondulado a forte ondulado (Fernandes; Melo; Matos, 2023). Nesse percurso foram identificados quatro grupos geológicos (Balsas, Barreiras, Itapecuru e Mearim), oito formações geológicas e três coberturas sedimentares, com predomínio das rochas da Formação Corda (Souza; Silva, 2022).

O médio curso da bacia do Rio Itapecuru localiza-se na zona de transição dos climas semiáridos nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. A média volumétrica de chuvas durante o ano tem uma variação entre 1.200 e 1.400 mm. Os maiores índices de pluviosidade ocorrem no período de outubro a abril e os de menor pluviosidade no período de junho a setembro. O volume de chuva aumenta de montante para jusante, com maiores índices no noroeste do médio curso da bacia (Souza; Silva, 2022).

A geologia da bacia do Rio Itapecuru é marcada pela presença do Sistema Codó-Grajaú, que inclui formações sedimentares do Cretáceo e Terciário, sendo composto por arenitos médios da Formação Grajaú, folhelhos escuros (localmente betuminosos) e intercalados com lentes de calcário e gipsita/anidrita (CODEVASF, 2025). A presença de arenitos finos e esbranquiçados da Formação Codó completam o quadro geológico (Barbosa, 2014). Os sedimentos Codó-Grajaú, provenientes de testemunhos de poços na Bacia de São Luís, revelam ambientes de leque aluvial, planície deltaica, lobos de suspensão, lacustre e lagunar, compondo

um sistema flúvio-deltaico-lacustre com breves invasões marinhas (Souza, 2022).

A Formação Itapecuru preserva um importante registro fóssil, incluindo restos vegetais (angiospermas), bivalves de água doce, fragmentos de ossos de dinossauros, escamas de peixes e conchostracans (Ferreira *et al.*, 2021).

4.3 Dinâmica flúvio-estuarina e complexidade socioambiental no baixo curso do rio Itapecuru

O baixo curso do Rio Itapecuru é caracterizado por amplas planícies aluviais, com zonas de deposição fluvial. As suas margens são marcadas por meandros e barras de areia, confirmando uma dinâmica fluvial ativa. A água com movimentação contínua molda o leito do rio, contribui para formação de um ambiente propício para a deposição de sedimentos finos, que enriquecem o solo. As planícies de inundação são frequentes durante a estação chuvosa, fertilizando o solo e criando áreas propícias para a agricultura e a diversidade de habitats (Porto; Motta; Souza, 2019).

De acordo com a classificação de Köppen (1948), essa região tem um clima do tipo tropical de savana, com temperaturas oscilando ao longo do ano, entre 25,5°C e 28,6°C, com mínimas de 20°C e máximas de 34°C. A temperatura média anual é de 26,8°C e a amplitude térmica diária varia entre 7 e 8°C (Masullo, 2016).

O regime hidrológico da região do baixo curso é fortemente influenciado pelas chuvas, que acontecem em toda a bacia, justificando o fluxo elevado de água e uma variação ao longo do ano, com picos durante a estação chuvosa, janeiro a junho, e redução durante a estação seca, julho a dezembro (Masullo, 2019).

O índice pluviométrico desta região tem média anual de 2.000 mm, com chuvas concentradas principalmente no período chuvoso, quando a região recebe cerca de 70% da precipitação anual (Alcântara, 2004). Este padrão de precipitação é típico de regiões equatoriais e pode ser sofrer alterações com fenômenos climáticos como *El Niño*, com redução das chuvas no período chuvoso. E associados ao fenômeno *La Niña*, pode causar eventos de maior precipitação, com alteração do padrão de chuva desta região (Feitosa, 1989; Barbosa, 1998).

A vegetação identificada no baixo Itapecuru é predominada por manguezais, áreas de várzea e florestas tropicais, que contribuem para a biodiversidade da região. Os manguezais são fundamentais no processo da preservação, trabalhando como berçários para diversas espécies de peixes e crustáceos, além de proteção de encostas contra a erosão (Sousa, 2017).

Quase 2.000,00 L s⁻¹ de água são captados diariamente, através do sistema de abastecimento ITALUÍS, que chega a abastecer cerca de 1,6 milhões de pessoas na Ilha de São

Luís e municípios adjacentes. A qualidade da água é considerada potável, porém está sobre risco contínuo com aumento das extensas atividades agrícolas e pecuárias ao longo de suas margens (IBGE, 2020).

A foz do Rio Itapecuru, na região estuarina, é uma zona de transição complexa, onde se misturam águas doces fluviais e águas salgadas oceânicas. As correntezas do estuário, tem variações mínimas na intensidade ao longo da coluna d'água, sendo marco característico de muitos estuários de macromaré (Santos, 2017).

A dinâmica das marés no estuário do Rio Itapecuru acomoda a sedimentação e a salinidade. As marés semidiurnas, com amplitudes médias de 4,6 m e em determinados períodos pode chegar de 7,2 metros, durante as marés de sizígia (Feitosa, 1989). A influência da dinâmica das marés é possível observar até a montante do município de Rosário (Sá, 2022).

As macromarés desempenham papel crucial na dinâmica sedimentar do estuário. Nos momentos de marés de sizígia, a energia das correntes de maré é intensa, pode provocar a erosão das margens e a ressuspensão de sedimentos, formação de bancos de areia e redistribuição de partículas finas no estuário (Sitoe, 2019). A dinâmica das marés é importante sistema de manutenção dos habitats estuarinos, abrangendo manguezais e pradarias de gramas marinhas, que dependem de fornecimento constante de sedimentos para sua sobrevivência (Sá, 2022).

A influência mútua entre a hidrodinâmica estuarina e os processos de sedimentação tem importantes implicações ambientais, que necessitam de criação de planejamento sustentável para minimizar riscos futuros (Farias, 2017). A salinidade e a sedimentação podem afetar a estrutura das comunidades biológicas, influenciando a distribuição e a abundância de espécies aquáticas (Ferreira, 2017).

Quando os manguezais sofrem impactos, a costa torna-se mais vulnerável à instabilidade e à erosão, perdendo um importante barreira natural de proteção. Essa degradação compromete áreas que servem como berçários para peixes e crustáceos. Além disso, mudanças na salinidade e na sedimentação afetam o equilíbrio do ecossistema fluvial, gerando consequências negativas para a biodiversidade e reduzindo a produtividade pesqueira (Sá, 2022; Zamprognio, 2020).

4.4 Intrusão salina no baixo curso do rio Itapecuru

Sazonalmente, observa-se um gradiente longitudinal de salinidade na região do baixo curso do Itapecuru, com maior intrusão salina durante a estação seca, alcançando até 25 km rio acima, e uma menor intrusão durante a estação chuvosa, limitada à cerca de 16 km (Sá, 2022). A Baía do Arraial, com 665 km² de extensão e profundidade média de 18 m, é uma continuação do estuário do Rio Itapecuru e é fortemente influenciada pelas macromarés da região, que

apresentam um regime semidiurno (Masullo, 2016).

Durante a estação seca no estuário do Rio Itapecuru, a intrusão salina tem implicações significativas para a dinâmica ambiental da região, podendo afetar a qualidade da água e a disponibilidade de recursos hídricos para consumo humano e irrigação agrícola (Sá, 2022). A variação na salinidade pode influenciar a composição das comunidades biológicas, favorecendo espécies estuarinas e marinhas durante os períodos de alta salinidade, enquanto espécies de água doce predominam durante a estação chuvosa (Silva, 2022; Zacardi, 2015, 2018).

A intrusão salina e as variações na sedimentação afetam a qualidade da água e os recursos hídricos. A salinização dos aquíferos costeiros pode limitar a disponibilidade de água potável, enquanto a sedimentação excessiva pode obstruir canais de navegação e impactar negativamente a pesca artesanal e comercial. As mudanças climáticas e a elevação do nível do mar também podem exacerbar esses impactos, aumentando a frequência e a intensidade das intrusões salinas e das tempestades costeiras (Nicholls *et al.*, 2007).

4.5 Importância do baixo Curso rio Itapecuru

A bacia do baixo curso do rio Itapecuru desempenha papel importante no desenvolvimento econômico dos municípios e das comunidades inseridos em seu curso, a partir da distribuição de água, da pesca, transporte e agricultura (Lima *et al.*, 2019; Silva, 2020). A ascensão das atividades agrícolas na região está diretamente ligada a disponibilidade hídrica desta região, para plantio de culturas como arroz, milho e soja (Santos; Oliveira, 2018).

O baixo curso apresenta elevada biodiversidade, abriga variedade de espécies endêmicas e ecossistemas únicos que dependem diretamente do rio para sua sobrevivência (Nascimento *et al.*, 2016). A conservação da flora ribeirinha é essencial para garantir sobrevivência de espécies de aves, mamíferos e insetos, além de desempenhar um papel fundamental na manutenção da qualidade da água do rio (Martins *et al.*, 2017).

A presença de mata ciliar ao longo do rio é fundamental para a proteção dos solos contra a erosão e evolução dos ciclos hidrológicos. Essa vegetação proporciona a conservação dos ecossistemas aquáticos, habitat para diversas espécies e desempenha um papel essencial na regulação da qualidade da água (Nascimento *et al.*, 2016; Serra, 2024)

A qualidade da água do Rio Itapecuru traz uma preocupação que impacta diretamente a saúde das populações ribeirinhas e dos municípios que o utilizam como fonte de abastecimento humano, principalmente a capital São Luís, através do Sistema Italuís. A gestão hídrica eficiente é essencial para garantir a saúde e o bem-estar das comunidades locais (Pereira, 2021).

As comunidades ribeirinhas constroem simbologias com o rio e integra a suas tradições e modo de vida (Costa, 2019; Mussara, 2023). O Itapecuru criou no seu entorno valor sociocultural vindo de suas ancestralidades que permanecem, promove a transformação e interação das relações entre homem e natureza (Santos *et al.*, 2020).

Com base nesse arcabouço teórico torna-se evidente que a bacia hidrográfica do rio Itapecuru, em especial seu baixo curso e zona estuarina, configura-se como um sistema socioambiental de elevada complexidade, cuja dinâmica resulta da interação entre processos naturais e pressões antrópicas cumulativas. O resgate de informações sobre a bacia e o status atual do uso e ocupação permitiu identificar padrões recorrentes de degradação ambiental, bem como lacunas de conhecimento que dificultam a formulação de estratégias eficazes de gestão integrada. Nesse contexto, o capítulo subsequente, estruturado sob a forma de artigo científico, busca aplicar os referenciais teóricos discutidos à realidade empírica da bacia, de modo a analisar os riscos e impactos socioambientais, avaliar vulnerabilidades e propor medidas mitigadoras.

5 REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 7, n. 11, p. 97–113, 2004.

BARBOSA, H. A. *Análise espaço-temporal do índice de vegetação AVHRR/NOAA e precipitação na região Nordeste do Brasil (1982–1985)*. 1998. 169 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

BARBOSA, R. C. M. *Paleoambiente e proveniência da Formação Cabeças da Bacia do Parnaíba: evidências da glaciação famenniana e implicações na potencialidade do reservatório*. 2014. 124 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1986.

BRASIL. Portal Brasil. Formações rochosas e cachoeiras são marcas do Vale do rio Itapecuru. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/08/formacoes-rochosas-e-cachoeiras-sao-marcas-do-vale-do-rio-itapecuru>. Acesso em: 4 abr. 2025.

CHRUSCIAK, T. H. F. *Diagnóstico ambiental da microbacia do rio Toledo visando a segurança da água de abastecimento público*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. *Diretrizes legais para a implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru – MA*. São Luís: EDUEMA, 2025.

COSTA, A. F.; MARTINS, M. F. Aplicação da ferramenta SWOT na gestão sustentável de parques paleontológicos: estudo no Vale dos Dinossauros, Sousa, PB. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 1, p. 242–263, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-014>.

COSTA, A. M. Cultura e tradições das comunidades ribeirinhas do rio Itapecuru. *Revista de Antropologia Cultural*, v. 14, n. 2, p. 189–204, 2019.

COSTA, A. R.; GUIMARÃES, M. L.; MORAES, C. A. Aplicação da matriz SWOT como instrumento de apoio à análise ambiental: estudo de caso em bacia hidrográfica. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 29–42, 2017.

FARIAS, F. F. *Condições de sedimentação e preenchimento dos estuários Itapicuru e Real, litoral norte do Estado da Bahia, Brasil*. 2017. 124 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

FEITOSA, A. C. *Evolução morfogenética do litoral norte da Ilha do Maranhão*. 1989. 210 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.

FERNANDES, R. J. A. R.; MELO, D. M.; MATOS, A. J. S. *Relatório anual de operação do sistema de alerta hidrológico da bacia do rio Itapecuru*. Teresina: CPRM, 2023.

FERREIRA, A. N. *Efeitos da dragagem sobre a qualidade da água e a estrutura da assembleia fitoplancônica em dois ambientes costeiros tropicais da Baía de Todos os Santos, Brasil*. 2017. 142 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

FERREIRA, N. N. et al. Lithofaciological analysis of the exposed rocks of the Itapecuru Formation, northeastern Parnaíba Basin, Brazil: paleoenvironmental implications. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 107, p. 103114, 2021.

FREITAS, M. A.; TAGLIARINI, M. C. Análise da intrusão salina no estuário do rio Itapecuru (MA). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 4, p. 718–729, 2014.

GARCIA, K. C. *Avaliação de impactos ambientais*. Curitiba: Intersaberes, 2014.

KÖPPEN, W. *Climatologia*. México; Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1948.

KRONEMBERGER, D. *Desenvolvimento local sustentável: uma abordagem prática*. São Paulo: Senac, 2019.

LIMA, G. S. Pesca artesanal no rio Itapecuru: aspectos econômicos e sociais. *Caderno de Ciências Econômicas*, v. 27, n. 1, p. 77–92, 2019.

MARTINS, F. R. et al. A importância da vegetação ciliar na manutenção dos ecossistemas aquáticos. *Journal of Environmental Studies*, v. 15, n. 2, p. 112–128, 2017.

MASULLO, Y. A. G. Evolução do processo de urbanização e alterações ambientais na praia de São Marcos, São Luís, MA. *Revista Espaço e Geografia*, v. 19, n. 2, p. 561–595, 2016.

MASULLO, Y. A. G. et al. Dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, MA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, p. 1054–1068, 2019.

MOTA, S.; RIBEIRO, W. C.; MOURA, A. C. Planejamento ambiental e estratégias de gestão em bacias hidrográficas. *Cadernos Metrópole*, v. 18, n. 36, p. 589–607, 2016.

MUSSARA, R. M. L. M. O Itapecuru e o tempo: rio e natureza territorializada. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, n. 12, p. 22, 2019.

MUSSARA, R. M. L. M. “*Salve o Itapecuru*”: aspectos públicos e políticos da emergência de um território sob as exigências da ambientalização. 2016. 239 f. Tese (Doutorado em Sociologia e Antropologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

MUSSARA, R. M. L. M. *Itapecuru: governança hídrica na Amazônia Oriental*. Curitiba: Appris, 2023.

NASCIMENTO, J. D. *O Índice de Sustentabilidade Ambiental do uso da água (ISA) como ferramenta de contribuição às políticas públicas de desenvolvimento e conservação na bacia do rio Bacanga, São Luís, MA*. 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010.

NASCIMENTO, J. P. et al. Biodiversidade e conservação no baixo curso do rio Itapecuru. *Revista de Ecologia do Brasil*, v. 22, n. 3, p. 45–59, 2016.

NICHOLLS, R. J. et al. Coastal systems and low-lying areas. In: PARRY, M. L. et al. (org.). *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 315–356.

PALUDO, A. V.; PROCOPIUCK, M. *Planejamento governamental: referencial teórico, conceitual e prático*. São Paulo: Atlas, 2011.

PEREIRA, L. S. Saúde pública e qualidade da água no baixo curso do rio Itapecuru. *Revista Brasileira de Saúde e Ambiente*, v. 23, n. 1, p. 59–75, 2021.

PEREIRA, P. B.; MORAIS, R. C. S. Impactos das mudanças de uso e cobertura das terras sobre parâmetros hidrológicos do alto e médio curso do rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. *Revista Ecuador*, v. 11, n. 1, p. 55–71, 2022.

PINTO, P. M. *Políticas públicas de turismo na Pan-Amazônia: processos de gestão local em áreas protegidas na tríplice fronteira do Brasil, Colômbia e Peru*. 2016. 422 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

PORTO, H. L. R. *Bioprospecção e análise nutricional de espécies de ictiofauna encontradas em regiões do rio Itapecuru, Rosário, Maranhão, Brasil*. 2016. 139 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

PORTO, L. L. M. A.; MOTTA, E. J. O.; SOUSA, C. C. (org.). *Plano Nascente Itapecuru: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru*. 1. ed. Brasília: CODEVASF, 2019. 180 p.

SÁ, A. K. D. S. *Intrusão salina e suas implicações sobre a comunidade fitoplanctônica e o estado trófico em um estuário de macromaré (rio Itapecuru, Golfão Maranhense)*. 2022. 161 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, M. P. Uso dos recursos hídricos do rio Itapecuru para abastecimento e irrigação. *Revista de Recursos Hídricos*, v. 30, n. 4, p. 233–249, 2018.

SANTOS, P. V. C. J. *Influência da precipitação e hidrodinâmica na biodiversidade ictiofaunística e entomológica no baixo curso de rio estuarino pré-amazônico*. 2017. 108 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

SANTOS, S. R.; LEITE, A. R. L.; ROCHA, A. H. C.; BARBOSA, G. S. Possibilidades e realidades em comunidades quilombolas do Maranhão: o turismo como resgate da memória e identidade. *Revista de Turismo Contemporâneo*, v. 8, n. 2, p. 316–336, 2020.

SERRA, L. A. *Análise espaço-temporal das áreas de influência do terminal portuário do Itaqui, São Luís, MA: estudo de caso acerca dos sistemas hídricos e das áreas de preservação permanente*. 2024. 89 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

SILVA, D. J.; CONCEIÇÃO, G. M. Rio Itapecuru: caracterização geoambiental e socioambiental, município de Caxias, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*, v. 7, n. 1, 2011.

SILVA, G. S. *Composição da guilda ecológica e da guilda trófica da fauna de peixes amostradas no Golfão Maranhense*. 2022. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia da Pesca) – Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro, 2022.

SILVA, H. R. O transporte fluvial no desenvolvimento econômico das cidades ribeirinhas do Maranhão. *Revista de Logística e Transporte*, v. 18, n. 3, p. 305–322, 2020.

SITOE, N. N. O. *Estudo da dinâmica da pluma de sedimentos oriundos de atividades de dragagens no estuário da Beira*. 2019. 54 f. Monografia (Licenciatura em Oceanografia) – Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Quelimane, 2019.

SOUSA, M. L.; SILVA, J. R. M. Análise da vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água Italuís (MA) à intrusão salina. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 147–154, 2010.

SOUSA, V. S. *Áreas prioritárias para a conservação: um estudo da sociobiodiversidade estuarina do rio Paraíba do Norte*. 2017. 162 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SOUZA, C. A.; SILVA, Q. D. Médio curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão: características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e densidade de drenagem. *Revista Ciência Geográfica*, v. 26, n. 1, p. 51–71, 2022.

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão. *Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão*. São Luís: UEMA, 2016. 165 p.

ZACARDI, D. M. Variação e abundância do ictioplâncton em canais de maré no extremo norte do Brasil. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 1, p. 43–52, 2015.

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio rio Xingu, bacia Amazônica, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 9, n. 4, p. 949–972, 2016.

ZAMPROGNO, G. *Variação espaço-temporal da estrutura e função de comunidades bentônicas em estuários tropicais: implicações para a conservação*. 2020. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

ZIMA, K.; PLEBANKIEWICZ, E.; WIECZOREK, D. A SWOT analysis of the use of BIM technology in the Polish construction industry. *Buildings*, v. 10, n. 1, p. 16, 2020.

6 ARTIGO: RISCOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO BAIXO CURSO DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO¹

Valéria Galdino Silva e Silva¹, Samara Aranha Eschrique², Antonio Carlos Leal de Castro²,

¹Mestranda da Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Maranhão.

²Doutora em Ciências, Professora Titular do Curso de Oceanografia e da Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão.

³Doutor em Engenharia Ambiental, Professor Titular do Curso de Oceanografia e da Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO

A bacia hidrográfica do baixo curso do rio Itapecuru, localizada no estado do Maranhão, constitui um sistema estratégico para o equilíbrio ambiental, segurança hídrica e o desenvolvimento socioeconômico regional, desempenhando papel fundamental no abastecimento da capital São Luís e de municípios adjacentes. Este estudo tem como objetivo analisar os impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes da intensificação das atividades humanas na região, com destaque para o lançamento de efluentes industriais e domésticos, a supressão da vegetação ciliar, o desmatamento e o uso inadequado do solo. A pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica e na aplicação da matriz SWOT, utilizada como instrumento analítico para identificar riscos, vulnerabilidades, potencialidades e oportunidades, relacionando os resultados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os resultados evidenciam impactos significativos, tais como degradação da mata ciliar, poluição hídrica, salinização sazonal e comprometimento do Sistema Italuís, responsável pelo abastecimento da capital. Os registros científicos sobre a bacia apontam para a necessidade de políticas públicas integradas, planejamento ambiental eficiente e estratégias de gestão participativa, voltadas à proteção dos recursos hídricos e à promoção de práticas sustentáveis alinhadas às metas dos ODS. A adoção de tais medidas é essencial para a conservação dos ecossistemas do Itapecuru e para a garantia da qualidade de vida das populações ribeirinhas que dependem diretamente do rio. A relevância do baixo curso do Itapecuru transcende os aspectos ambientais, abrangendo dimensões biológicas, econômicas e sociais, o que reforça a urgência de sua conservação e manejo sustentável, como condição indispensável ao desenvolvimento contínuo e equilibrado das comunidades locais e dos municípios que utilizam suas águas para múltiplos usos.

Palavras-chave: Sustentabilidade hídrica; Sistema Italuís; Salinização; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

¹ O presente manuscrito foi submetido à **Revista Sociedade & Natureza**; as diretrizes para autores estão apresentadas no Anexo 8-1.

ENVIRONMENTAL AND SOCIOECONOMIC RISKS AND IMPACTS IN THE LOWER COURSE OF THE ITAPECURU RIVER, MARANHÃO

ABSTRACT

The lower course of the Itapecuru River watershed, located in the state of Maranhão, constitutes a strategic system for environmental balance, water security, and regional socioeconomic development, playing a fundamental role in supplying the state capital, São Luís, and neighboring municipalities. This study aims to analyze the environmental and socioeconomic impacts resulting from the intensification of human activities in the region, with particular emphasis on the discharge of industrial and domestic effluents, the suppression of riparian vegetation, deforestation, and inappropriate land use. The research is based on a bibliographic review and the application of the SWOT matrix, used as an analytical tool to identify risks, vulnerabilities, strengths, and opportunities, relating the results to the Sustainable Development Goals (SDGs). The results reveal significant impacts, including degradation of riparian forests, water pollution, seasonal salinization, and impairment of the Italuís System, which is responsible for supplying the state capital. Scientific records on the watershed indicate the need for integrated public policies, effective environmental planning, and participatory management strategies aimed at protecting water resources and promoting sustainable practices aligned with the SDG targets. The adoption of such measures is essential for the conservation of the Itapecuru ecosystems and for ensuring the quality of life of riparian populations that directly depend on the river. The relevance of the lower course of the Itapecuru River extends beyond environmental aspects, encompassing biological, economic, and social dimensions, which reinforces the urgency of its conservation and sustainable management as an indispensable condition for the continuous and balanced development of local communities and the municipalities that rely on its waters for multiple uses.

Keywords: Water sustainability; Italuís System; Salinization; Sustainable Development Goals (SDGs).

Introdução

O rio Itapecuru, localizado integralmente no estado do Maranhão, constitui um dos principais sistemas hidrográficos regionais, desempenhando papel estratégico no abastecimento hídrico, na manutenção da biodiversidade e no suporte às atividades socioeconômicas (Silva; Conceição, 2011; Porto, 2016). Seu baixo curso, que se estende até a zona estuarina, apresenta elevada relevância ambiental e social, por abrigar ecossistemas de transição entre ambientes fluviais e marinhos e sustentar populações urbanas e ribeirinhas que dependem diretamente de seus recursos (Martins *et al.*, 2021; Castro *et al.*, 2019).

Estudos recentes assinalam que o aumento das pressões antrópicas nesse trecho da bacia

tem provocado impactos significativos, como degradação da vegetação ciliar, assoreamento, poluição hídrica, intrusão salina e comprometimento da qualidade da água destinada ao abastecimento público, especialmente da capital São Luís (Ribeiro *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2021).

A expansão urbana desordenada, o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado, a ocupação irregular das margens e o avanço das atividades agropecuárias configuram vetores de degradação que fragilizam os ecossistemas e ampliam os riscos socioambientais (Leal, 2023; Mussara, 2019).

Nesse contexto, torna-se imprescindível compreender de forma integrada os efeitos ambientais e socioeconômicos associados ao baixo curso do rio Itapecuru, considerando tanto as dinâmicas naturais quanto as vulnerabilidades sociais das populações que dele dependem (Oliveira *et al.*, 2023; Sá, 2022). Este artigo busca analisar tais riscos e impactos a partir de revisão bibliográfica e da aplicação da matriz SWOT, instrumento que permite identificar fragilidades, potencialidades, ameaças e oportunidades relacionadas à gestão ambiental da bacia (Tundisi; Tundisi, 2016; ANA, 2020).

Ao relacionar os resultados obtidos com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), pretende-se contribuir para a formulação de estratégias de manejo e políticas públicas voltadas à conservação dos ecossistemas, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da sustentabilidade socioambiental (Marengo *et al.*, 2018; Silva; Galvêncio, 2019). Dessa forma, o estudo reafirma a importância do baixo curso do rio Itapecuru como patrimônio natural e socioeconômico, cuja preservação é condição essencial para o desenvolvimento equilibrado das comunidades ribeirinhas e dos municípios que utilizam suas águas para fins de abastecimento e subsistência (Souza; Silva, 2022; Feitosa *et al.*, 2021).

Material e Métodos

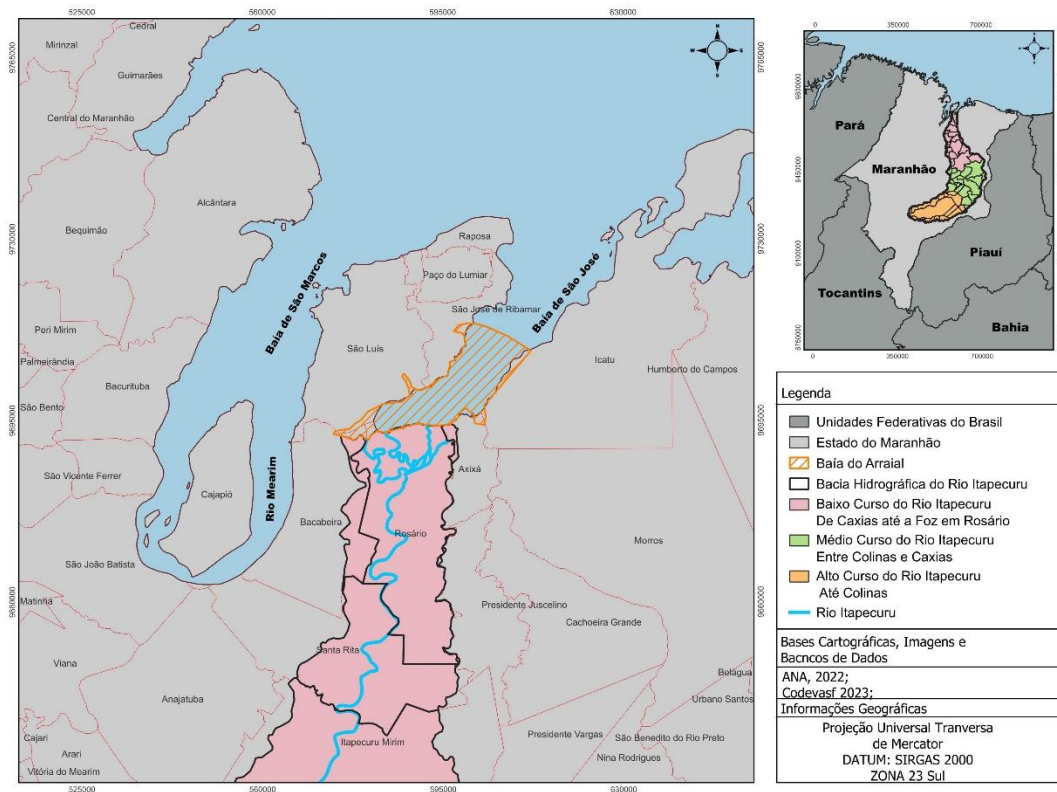
Área de estudo

A área de estudo corresponde ao baixo curso do rio Itapecuru, localizado no estado do Maranhão, abrangendo o trecho compreendido entre o município de Caxias e a foz na Baía do Arraial, no Golfão Maranhense. Esse segmento integra a zona flúvio-estuarina da bacia hidrográfica e encontra-se sob a influência direta de regimes de maré característicos do litoral maranhense.

A delimitação espacial considerou o trecho do rio inserido na área de influência do estuário, conforme indicado na Figura 6-1, incluindo os municípios localizados ao longo do baixo curso. Esse recorte fundamenta-se na relevância estratégica da região para o

abastecimento hídrico regional, especialmente em função do Sistema Italuís, bem como na concentração de usos múltiplos da água e pressões antrópicas associadas.

Figura 6-1. Mapa de localização do Baixo Curso do rio Itapecuru, Maranhão.



Este estudo foi desenvolvido com base em uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo e analítico-interpretativo, orientada pela compreensão integrada dos impactos e riscos socioambientais no baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão. Tal abordagem está diretamente vinculada ao objetivo geral da pesquisa, que consiste em analisar os impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes da intensificação das atividades humanas na região, bem como aos objetivos específicos de identificar os principais vetores de degradação, avaliar os riscos associados e subsidiar estratégias de gestão ambiental sustentável.

Para atender a esses objetivos, adotou-se como procedimento metodológico central a revisão bibliográfica sistemática, complementada pela aplicação da matriz SWOT como instrumento de análise estratégica. Essa combinação metodológica possibilitou articular o levantamento e a sistematização do conhecimento científico existente com uma leitura crítica e integrada das fragilidades, potencialidades, ameaças e oportunidades associadas ao sistema hidroambiental do baixo curso do rio Itapecuru.

A revisão bibliográfica foi conduzida de forma estruturada, abrangendo artigos científicos, dissertações, teses, livros, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados aos temas impactos ambientais, riscos socioambientais, gestão de recursos

hídricos, bacias hidrográficas e sistemas estuarinos. As buscas foram realizadas nas bases SciELO, Scopus e Portal de Periódicos da CAPES, além de fontes oficiais de órgãos governamentais, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O recorte temporal adotado compreendeu o período de 2010 a 2025, assegurando a inclusão de estudos contemporâneos e relevantes para a análise das transformações recentes na bacia do rio Itapecuru.

Os descritores utilizados nas buscas incluíram combinações dos termos: impactos socioambientais, riscos ambientais, rio Itapecuru, biodiversidade, intrusão salina, qualidade da água, saneamento e gestão de bacias hidrográficas. A seleção dos documentos seguiu critérios previamente definidos, considerando: (i) a pertinência temática em relação à área de estudo; (ii) a clareza dos objetivos e dos procedimentos metodológicos; (iii) a identificação explícita de impactos ambientais e riscos associados; (iv) a escala espacial de análise; e (v) a consistência dos resultados apresentados. Ao final do processo de triagem, foram selecionados 193 documentos, os quais fundamentaram a análise desenvolvida neste artigo.

A partir da revisão bibliográfica, procedeu-se à identificação e sistematização dos principais impactos ambientais e riscos socioambientais associados ao baixo curso do rio Itapecuru e à sua zona estuarina. Essa etapa metodológica está diretamente relacionada ao primeiro e ao segundo objetivos específicos do estudo, permitindo caracterizar as alterações físicas, químicas, biológicas e socioeconômicas que afetam a dinâmica ambiental e a qualidade de vida das populações locais. Para garantir rigor conceitual, adotou-se a distinção entre impacto ambiental — entendido como alteração já materializada no ambiente — e risco ambiental — compreendido como a probabilidade de ocorrência ou intensificação de impactos futuros, conforme Sánchez (2020) e a Resolução CONAMA nº 01/1986.

Em seguida, os impactos e riscos identificados foram organizados e interpretados por meio da aplicação da matriz SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats), atendendo ao terceiro objetivo específico da pesquisa. A matriz permitiu estruturar a análise a partir da identificação dos fatores internos ao sistema hidroambiental (forças e fraquezas) e dos fatores externos (oportunidades e ameaças), evidenciando as inter-relações entre degradação ambiental, vulnerabilidades sociais e capacidades institucionais de resposta. A escolha dessa ferramenta metodológica fundamenta-se em sua ampla utilização em estudos ambientais e territoriais, especialmente em contextos caracterizados por conflitos de uso do solo, múltiplos atores e necessidade de planejamento integrado (Matias *et al.*, 2013; Menezes *et al.*, 2022; Fontes Filho, 2023).

Os resultados obtidos a partir da matriz SWOT foram posteriormente analisados à luz do referencial teórico sobre gestão integrada de recursos hídricos, governança ambiental e sustentabilidade, estabelecendo um diálogo direto entre metodologia e discussão dos resultados. Além disso, os achados foram relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles vinculados à água potável e saneamento, à proteção dos ecossistemas aquáticos e à promoção do desenvolvimento sustentável, atendendo ao objetivo de contribuir para a formulação de diretrizes e estratégias de gestão alinhadas às agendas globais de sustentabilidade.

Dessa forma, a metodologia adotada assegura a coerência entre os objetivos propostos, os procedimentos metodológicos empregados e os resultados apresentados, permitindo uma análise integrada e consistente dos impactos e riscos socioambientais no baixo curso do rio Itapecuru. Essa abordagem metodológica oferece subsídios técnicos e conceituais para o planejamento ambiental e para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação dos recursos hídricos e à melhoria da qualidade de vida das populações que dependem diretamente desse sistema hidrográfico.

Resultados e Discussão

Identificação dos Impactos Ambientais no Baixo Curso do Rio Itapecuru

Os resultados obtidos evidenciam que os impactos socioambientais no baixo curso do rio Itapecuru decorrem de um processo histórico de ocupação territorial, marcado pela intensificação das atividades humanas e pela fragilidade dos instrumentos de planejamento e gestão ambiental. Esse padrão é consistente com o que a literatura aponta para bacias hidrográficas brasileiras submetidas à sobreposição de pressões antrópicas, sobretudo em regiões de transição entre ambientes fluviais e costeiros (Tundisi; Tundisi, 2016; Marengo *et al.*, 2018). No caso específico do Itapecuru, estudos históricos e geoambientais indicam que a expansão urbana e produtiva ocorreu de forma pouco articulada às dinâmicas naturais do sistema fluvial-estuarino, resultando em processos cumulativos de degradação ambiental (Alcântara, 2004; Ribeiro *et al.*, 2019).

A análise integrada dos dados revela que a degradação ambiental no baixo Itapecuru não resulta de um único fator isolado, mas da interação cumulativa entre expansão urbana desordenada, supressão da vegetação ciliar, lançamento de efluentes domésticos e industriais, uso inadequado do solo e fragilidades na governança dos recursos hídricos. Essa dinâmica reforça a compreensão da bacia hidrográfica como um sistema socioecológico complexo, no

qual alterações em um de seus componentes repercutem em múltiplas escalas ambientais e sociais (Wolkmer; Pimmel, 2013). No baixo curso do Itapecuru, essa complexidade é evidenciada por estudos que associam mudanças no uso e cobertura da terra ao aumento do potencial erosivo e à alteração dos fluxos hidrossedimentares (Soares *et al.*, 2017a; Soares *et al.*, 2017b; Pereira; Nunes; Araújo, 2021).

Entre os impactos identificados, a degradação da vegetação ciliar destaca-se como um dos vetores estruturantes dos processos de desequilíbrio ambiental. A retirada dessa cobertura vegetal compromete funções ecossistêmicas essenciais, como a proteção das margens, o controle da erosão, a retenção de sedimentos e nutrientes e a manutenção da biodiversidade aquática. No baixo curso do Itapecuru, a supressão da mata ciliar está diretamente associada ao avanço da ocupação urbana e agropecuária, intensificando o assoreamento dos canais fluviais e a degradação dos habitats aquáticos (Feitosa; Almeida, 2002; Silva; Conceição, 2011). Estudos sobre uso e cobertura da terra na bacia confirmam que a redução da vegetação ripária compromete a resiliência ambiental do sistema frente a eventos hidrológicos extremos (Silva *et al.*, 2022).

No baixo curso do rio Itapecuru, esses processos manifestam-se de forma acentuada em função das características geomorfológicas do trecho, marcado por baixa declividade, menor velocidade de escoamento e forte interação com a dinâmica estuarina. Tais condições favorecem a deposição de sedimentos e ampliam os efeitos negativos do aporte de material sólido, oriundo das áreas degradadas a montante, contribuindo para alterações no regime hidrossedimentar e para a perda de habitats aquáticos. Pesquisas geoambientais e hidrológicas indicam que essa dinâmica compromete não apenas a morfologia fluvial, mas também a qualidade da água e os serviços ecossistêmicos associados (Martins *et al.*, 2022; Souza; Silva, 2022).

A poluição hídrica constitui outro impacto relevante, associada principalmente ao lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado. A deficiência histórica de saneamento básico nos municípios inseridos no baixo curso da bacia agrava esse cenário, comprometendo a qualidade da água e ampliando os riscos à saúde pública. Estudos realizados no baixo Itapecuru apontam níveis preocupantes de degradação da qualidade da água, associados tanto a fontes pontuais, quanto difusas de poluição (Leal *et al.*, 2023; Martins *et al.*, 2022). Esses resultados corroboram análises que identificam a poluição hídrica como um dos principais fatores de comprometimento dos rios urbanos e periurbanos brasileiros, especialmente em contextos de crescimento urbano desordenado (ANA, 2020).

A ocorrência de intrusão salina no trecho estuarino, particularmente durante os períodos de estiagem, configura-se como um impacto de elevada relevância estratégica. A redução das vazões fluviais, associada à dinâmica de macromarés característica do litoral maranhense, favorece o avanço da cunha salina rio acima, comprometendo a captação de água para abastecimento público. No caso do Itapecuru, esse fenômeno representa uma ameaça direta ao Sistema ITALUÍS, responsável pelo suprimento hídrico da Região Metropolitana de São Luís, evidenciando a interdependência entre processos naturais e decisões de gestão territorial (Sousa; Silva, 2010; Sá, 2022).

Do ponto de vista teórico, a distinção entre impacto e risco ambiental se mostrou fundamental para a interpretação dos resultados. Enquanto os impactos correspondem às alterações já materializadas no ambiente, os riscos socioambientais referem-se à probabilidade de ocorrência ou intensificação desses impactos, considerando a exposição das populações e a capacidade de resposta institucional (Sánchez, 2020). No baixo curso do rio Itapecuru, a persistência dos impactos identificados amplia os riscos futuros, sobretudo diante das mudanças climáticas, que tendem a intensificar eventos extremos e agravar a escassez hídrica sazonal (Marengo *et al.*, 2018).

A aplicação da matriz SWOT permitiu sintetizar essas dinâmicas ao evidenciar que as fraquezas e ameaças associadas ao sistema hidroambiental do baixo Itapecuru superam, atualmente, as forças e oportunidades existentes. Destacam-se como fragilidades a deficiência de saneamento, a ocupação irregular das margens, a insuficiência de fiscalização ambiental e a fragmentação das políticas públicas setoriais. Por outro lado, emergem oportunidades relacionadas à implementação de uma gestão integrada da bacia hidrográfica, conforme preconizado em instrumentos institucionais como o Plano Nascente Itapecuru (CODEVASF, 2019), além do fortalecimento da participação social e da articulação das ações de conservação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Nesse sentido, os resultados reforçam a necessidade de superar abordagens setoriais e reativas, avançando para estratégias de planejamento territorial que reconheçam o rio Itapecuru como eixo estruturador do desenvolvimento regional. A recuperação de áreas degradadas, a proteção das matas ciliares, o controle das fontes de poluição e a adaptação dos sistemas de abastecimento às dinâmicas estuarinas configuram-se como medidas prioritárias para mitigar os impactos ambientais e reduzir os riscos socioambientais identificados (Martins; Lourenço; Soares, 2025).

Assim, a análise realizada demonstra que os impactos observados no baixo curso do rio Itapecuru não apenas refletem um processo local de degradação ambiental, mas inserem-se em

um quadro mais amplo de conflitos entre uso dos recursos naturais, desigualdades socioeconômicas e limitações institucionais. A compreensão dessas inter-relações é fundamental para orientar políticas públicas e práticas de gestão capazes de assegurar a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida das populações que dependem diretamente desse sistema hidrográfico.

Os impactos socioambientais identificados no baixo curso do rio Itapecuru apresentam caráter multifacetado e integrado, refletindo alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do sistema fluvial. Essas mudanças afetam de maneira direta a biodiversidade aquática e terrestre, a economia local, a saúde pública, o bem-estar das comunidades ribeirinhas e, de forma estratégica, os sistemas de abastecimento hídrico que dependem desse manancial. A síntese desses impactos encontra-se sistematizada na Tabela 6-1, que organiza as principais categorias, causas e efeitos associados ao processo de degradação ambiental observado no trecho inferior da bacia.

Tabela 6-1. Principais impactos ambientais identificados no baixo curso do rio Itapecuru, Maranhão

CATEGORIA	IMPACTO	DESCRIÇÃO/CAUSA	REFERÊNCIA
BIOLÓGICO	Desmatamento e Degradação da Vegetação Ciliar	Retirada da mata ciliar para expansão agrícola e urbana, resulta na degradação dos ecossistemas aquáticos e na perda de biodiversidade.	Nascimento <i>et al.</i> (2016)
	Salinidade	Presença locais com salinidade período de estiagem. Sistema de abastecimento afetado.	Sousa (2010)
	Erosão e Assoreamento	Remoção da mata ciliar, aumenta a erosão do solo e o assoreamento do rio, perda da qualidade da água e a vida aquática.	Santos e Oliveira (2018), Pereira (2021)
ECONÔMICO	Redução da Pesca	Degradação ambiental afeta negativamente a pesca, uma atividade econômica crucial para as comunidades ribeirinhas.	Lima <i>et al.</i> (2019)
	Declínio das Populações de Peixes	Diminuição nas populações de peixes devido à poluição e perda de habitats, resultando em menores rendimentos para os pescadores.	Nascimento <i>et al.</i> (2016)
	Impactos na Agricultura	Erosão reduz a produtividade agrícola ao degradar a qualidade do solo, e a necessidade crescente de água para irrigação representa um desafio.	Santos e Oliveira (2018), Silva (2020)

CATEGORIA	IMPACTO	DESCRIÇÃO/CAUSA	REFERÊNCIA
SOCIAL	Saúde Pública	Impacto negativo na saúde pública causado por contaminação da água está associada a doenças como diarreia, hepatite, leptospirose.	Pereira (2021)
	Impactos Culturais e Sociais	A degradação do rio e sua biodiversidade ameaça as tradições culturais e os modos de vida das comunidades ribeirinhas. A migração populacional para centros urbanos, impacta da perda das tradições culturais, e costumes gerados pela relação e dependência do rio.	Costa (2019), Silva (2020)

Fonte: Autores (2025).

De modo geral, o baixo curso do rio Itapecuru vem sendo pressionado por um conjunto de fatores estruturais, dentre os quais se destacam o crescimento populacional, as mudanças climáticas e a utilização inadequada dos recursos naturais. Esses elementos atuam de forma sinérgica, promovendo alterações significativas no equilíbrio ecológico do sistema fluvial, com repercussões negativas sobre a dinâmica econômica e o bem-estar social das comunidades ribeirinhas (Mussara, 2016).

Análises de dados pretéritos indicam que o desenvolvimento urbano desordenado e a adoção de práticas agrícolas pouco sustentáveis têm contribuído de maneira decisiva para a deterioração ambiental da bacia do rio Itapecuru (Sousa *et al.*, 2024). Esse processo resulta, entre outros aspectos, no lançamento de efluentes urbanos e industriais sem tratamento adequado, na supressão da vegetação ciliar e no aumento dos processos erosivos e de assoreamento do leito fluvial (Barbosa *et al.*, 2018).

A precariedade dos serviços de saneamento básico constitui um dos principais vetores de degradação ambiental e de ampliação dos riscos socioambientais na bacia. Conforme destacado por Rocha (2021), a ausência ou insuficiência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto nos municípios, localizados a montante e a jusante do baixo curso, compromete diretamente a qualidade da água, os alimentos e os recursos pesqueiros, além de favorecer a proliferação de doenças de veiculação hídrica e a perda da biodiversidade aquática. A relação entre a deficiência de saneamento e os impactos ambientais e sociais associados ao rio Itapecuru está representada de forma esquemática na Figura 6-2.

Figura 6-2. Fluxograma dos impactos socioambientais decorrentes da ausência de saneamento básico no rio Itapecuru, Maranhão.



Fonte: Autores (2025).

Outro aspecto relevante refere-se à fragilidade da gestão pública ambiental no estado do Maranhão, especialmente no que diz respeito à implementação e fiscalização das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo das margens do rio Itapecuru. A insuficiente aplicação dos instrumentos legais de proteção ambiental tem contribuído para a degradação progressiva dessas áreas, comprometendo a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais à sustentabilidade do sistema fluvial (Brasil, 2012; Sánchez, 2020).

Estudos realizados ao longo da bacia evidenciam mudanças ambientais significativas nas margens do rio, como a redução das populações de peixes e a deterioração da qualidade da água, fenômenos observados de forma contínua ao longo de todo o curso do Itapecuru (Silva; Conceição, 2011). A ineficiência dos sistemas de gestão hídrica, associada à falta de controle do uso e ocupação do solo nas áreas ribeirinhas, compromete o equilíbrio ecológico e reduz a produtividade das atividades agrícolas e extrativistas sustentáveis, em decorrência da degradação do solo e dos recursos hídricos (Mussara, 2016).

No trecho inferior da bacia, destacam-se ainda os impactos relacionados à intrusão salina sazonal e à influência das macromarés, características marcantes da dinâmica estuarina do rio Itapecuru (Barros, 2021). Esses fenômenos tendem a se intensificar durante os períodos de estiagem, afetando diretamente a qualidade da água no ponto de captação do Sistema Italuís, responsável pelo abastecimento de parcela significativa da Ilha de São Luís (Oliveira, 2024). A presença temporária ou permanente de salinidade nos recursos hídricos representa riscos à

saúde humana, à fauna, à flora e à manutenção das atividades econômicas dependentes da água doce (CPRM, 2015).

A atuação das macromarés no rio Itapecuru também influencia a variação da vazão, a concentração e o transporte de sedimentos, os processos erosivos nas margens e a dinâmica de nutrientes ao longo do canal fluvial. Durante os períodos de maré alta, observa-se alteração na direção e na velocidade do fluxo do rio, o que potencializa a redistribuição de sedimentos e contaminantes (Feitosa, 2019; Sá, 2022). Nessas condições, a qualidade da água nos pontos de captação pode ser comprometida, exigindo tratamentos adicionais para a remoção de sais e outros poluentes, a fim de garantir sua potabilidade (Sousa, 2010; Freitas; Tagliarini, 2014).

Diante desse cenário, a compreensão integrada e a mitigação dos impactos ambientais identificados no baixo curso do rio Itapecuru tornam-se fundamentais para a preservação dos recursos naturais e para a sustentabilidade das populações que dependem diretamente desse sistema hidrográfico (Porto, 2016). A implementação de políticas públicas eficazes, associada a ações contínuas de conservação, planejamento territorial e fortalecimento da gestão ambiental, mostra-se essencial para reverter ou minimizar os impactos negativos atualmente observados (Santos *et al.*, 2024).

Sustentabilidade no baixo curso da bacia do rio Itapecuru

A garantia da sustentabilidade no baixo curso da bacia do rio Itapecuru está diretamente associada à incorporação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como diretrizes estruturantes do planejamento territorial e da gestão ambiental. Os ODS constituem um marco internacional voltado à promoção do equilíbrio entre desenvolvimento econômico, inclusão social e proteção ambiental, com horizonte temporal até 2030 (UNESCO, 2021).

Nesse contexto, torna-se fundamental compreender os principais impactos ambientais que incidem sobre o baixo curso do rio Itapecuru, suas causas estruturais e a forma como esses impactos se articulam com os ODS na construção de estratégias de desenvolvimento sustentável (Sánchez, 2020). A partir das análises realizadas na área de estudo, foram identificados objetivos prioritários alinhados às demandas locais, os quais dialogam diretamente com a gestão sustentável da água (ODS 6), a conservação dos ecossistemas aquáticos (ODS 14), a proteção dos ecossistemas terrestres (ODS 15), a erradicação da pobreza (ODS 1), a ação contra às mudanças climáticas (ODS 13) e a promoção do trabalho decente e do crescimento econômico (ODS 8). A articulação entre esses objetivos encontra-se representada de forma sintética na Figura 6-3.

Figura 6-3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável aplicáveis ao baixo curso da bacia do rio Itapecuru, Maranhão



Fonte: Autores (2025).

Os impactos ambientais mais recorrentes identificados na região incluem o desmatamento e a degradação da vegetação ciliar, os processos de erosão e assoreamento, a poluição hídrica, a redução da atividade pesqueira, o declínio das populações de peixes e a contaminação da água destinada ao consumo humano. A relação entre esses impactos e os respectivos ODS é apresentada de forma sistematizada na Tabela 6-2, evidenciando como a degradação ambiental compromete simultaneamente dimensões ecológicas, econômicas e sociais do território.

Tabela 6-2. Relação entre impactos ambientais e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no baixo curso do rio Itapecuru.

IMPACTO	ODS RELACIONADA	CONSEQUÊNCIA
Desmatamento e Degradação e Desmatamento Ciliar	ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 15 (Vida Terrestre)	A retirada da vegetação ciliar causa perda de habitats, erosão e degradação do solo.
Poluição das Águas	ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 14 (Vida na Água)	Despejo de Resíduos industriais, agrícolas e domésticos no rio, afetando a qualidade da Água.

IMPACTO	ODS RELACIONADA	CONSEQUÊNCIA
Salinização das águas	ODS 6 (Água Potável), ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima)	Aumento na captação de água, interferência da macromarés, baixa recarga hídrica a jusante do Italuís.
Redução da Pesca	ODS 1 (Erradicação da Pobreza), ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 14 (Vida na Água)	Declínio nas populações de peixes devido a poluição o e perda de habitats.
Impactos na Agricultura	ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 15 (Vida Terrestre)	Erosão do solo e dependência crescente de irrigação comprometem a produtividade agrícola.
Saúde Pública	ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 6 (Água Potável e Saneamento)	Contaminação da Água levando a doenças e problemas de saúde pública.
Impactos Culturais e Sociais	ODS 4 (Educação de qualidade), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes)	Perda de tradições culturais e deslocamento de comunidades devido a degradação ambiental, baixa escolaridade.

Fonte: Autores (2025).

A adoção de práticas de conservação ambiental e a mitigação dos impactos identificados configuram-se como ações indispensáveis para a promoção da sustentabilidade ecológica, econômica e social da região. Conforme destaca a UNESCO (2021), a integração entre políticas públicas ambientais e os ODS potencializa a efetividade das ações voltadas à proteção dos recursos hídricos e à melhoria da qualidade de vida das populações locais.

A Política Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão é sustentada por um conjunto de normas e instrumentos legais que orientam a gestão sustentável das águas, desempenhando papel estratégico na conservação da biodiversidade, no controle da poluição e na ampliação da disponibilidade hídrica (Soares *et al.*, 2016). Essas políticas contribuem de forma significativa para a implementação dos ODS, especialmente aqueles relacionados à água, ao saneamento e à conservação ambiental (Pina, 2016).

O alinhamento das políticas ambientais estaduais aos ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e ODS 14 (Vida na Água) possibilita avanços na melhoria da quantidade e da qualidade da água disponível no baixo curso do Itapecuru, especialmente em contextos de escassez hídrica sazonal (Mussara, 2016). Ademais, a integração entre gestão eficiente dos recursos hídricos e educação ambiental constitui um eixo fundamental para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável. A educação ambiental favorece a participação social na gestão das águas, promovendo práticas mais responsáveis e ampliando os benefícios à saúde e ao bem-estar das comunidades ribeirinhas (Barbosa, 2022).

A análise integrada dos aspectos socioambientais do baixo curso do rio Itapecuru evidencia, portanto, a necessidade de ações articuladas que promovam simultaneamente a conservação ambiental, a inclusão social e o fortalecimento institucional (Feitosa, 2019). A incorporação dos ODS 1, 2, 4, 6, 13, 14 e 15 como referenciais estratégicos das políticas públicas ambientais tende a ampliar a eficiência da gestão territorial e a sustentabilidade de longo prazo da bacia hidrográfica (Almeida, 2020; Tsakanika; Clauzet; May, 2018).

Análise dos riscos ambientais e socioeconômicos no baixo curso do rio Itapecuru

A ocorrência de riscos ambientais no baixo curso do rio Itapecuru está diretamente relacionada à urbanização acelerada, à expansão das atividades agropecuárias, à intensificação das atividades industriais e à aplicação insuficiente das políticas públicas voltadas à gestão dos recursos hídricos e ao controle ambiental (Bursztyn, 2018). Esses fatores atuam de forma integrada, ampliando a vulnerabilidade socioambiental do território.

As análises indicam que a qualidade da água constitui um dos principais elementos de risco, uma vez que o crescimento das atividades industriais e agrícolas, associado à ausência ou precariedade dos sistemas de saneamento básico em diversos municípios, contribui significativamente para o aumento da carga de contaminantes lançados no corpo hídrico (Almeida, 2020). O descarte contínuo de resíduos sólidos e líquidos, incluindo pesticidas e fertilizantes, intensifica os riscos de contaminação das águas, a perda da biodiversidade aquática e a ampliação da vulnerabilidade da saúde da população, que depende diretamente desse recurso natural (Silva, 2016; Mussara, 2023).

Esses riscos afetam tanto os trechos a montante, quanto a jusante da bacia hidrográfica. O sistema de abastecimento urbano da Ilha de São Luís, o Sistema ITALUÍS, encontra-se sob à constante ameaça em função da ineficiência das medidas de controle ambiental e da fragilidade da gestão integrada da bacia do rio Itapecuru (Porto, 2016). A expansão do desmatamento para fins agrícolas e pecuários agrava esse cenário, ao reduzir a cobertura vegetal e comprometer a capacidade do ecossistema de regular o clima local, conservar o solo e manter habitats adequados para a fauna (Dias, 2018; Soares *et al.*, 2016).

Outro fator de risco relevante refere-se ao avanço da salinização das águas do rio Itapecuru, intensificada pela influência das macromarés no trecho estuarino. Esse processo representa uma ameaça direta ao sistema de abastecimento de água, podendo demandar tecnologias mais complexas de tratamento ou, em situações extremas, inviabilizar o fornecimento de água para comunidades ribeirinhas (Sá, 2022).

A escassez hídrica e a degradação ambiental comprometem ainda o equilíbrio socioeconômico da região, cuja base produtiva depende fortemente da agricultura e da pesca.

A redução da disponibilidade de água afeta a produtividade agrícola, eleva os custos de produção e coloca em risco a subsistência de agricultores familiares e pescadores artesanais (Leal, 2023).

Nesse contexto, a implementação de uma política ambiental integrada, materializada no Plano Estadual de Recursos Hídricos e alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, configura-se como estratégia fundamental para assegurar o uso racional e sustentável das águas disponíveis, envolvendo de forma corresponsável o setor produtivo e a população local (CODEVASF, 2025). A adoção de planos de gestão ambiental e de uso sustentável dos recursos deve abranger tanto os trechos a montante, quanto a jusante dos pontos de captação do Sistema ITALUÍS, de modo a evitar o colapso do abastecimento hídrico regional.

Por fim, observa-se que a perda de habitats naturais tem provocado a redução de espécies aquáticas e terrestres, interferindo diretamente no equilíbrio ecológico, na segurança alimentar e na economia extrativista das comunidades ribeirinhas (Dantas Filho *et al.*, 2020). A mitigação desses riscos requer ações integradas de planejamento territorial, fortalecimento institucional e participação social, capazes de promover a resiliência socioambiental do baixo curso do rio Itapecuru.

Avaliação estratégica dos fatores ambientais críticos no baixo curso do rio Itapecuru

A aplicação do método SWOT possibilitou a realização de uma avaliação estratégica integrada dos fatores internos — forças e fraquezas — e dos fatores externos — oportunidades e ameaças — que condicionam a dinâmica socioambiental do baixo curso do rio Itapecuru. Esse método mostrou-se adequado para subsidiar o planejamento territorial e ambiental, ao permitir a sistematização dos elementos que influenciam positiva e negativamente a sustentabilidade da bacia hidrográfica (Figura 6-4).

Figura 6-4. Matriz SWOT dos fatores ambientais e socioeconômicos do baixo curso do rio Itapecuru.

FORÇAS	FRAQUEZAS
• Importância ecológica e abastecimento hídrico: ITALUIS – Sistema estratégico para abastecimento da capital São Luis • Recursos Naturais e Biodiversidade Presença de ecossistemas diversos e relevantes à manutenção ambiental • Uso agrícola sustentável Potencial de práticas agrícolas com menor impacto ambiental • Presença de áreas de preservação permanente (APPs) Proteção natural das margens e manutenção do ciclo hídrico • Potencial para projetos de educação ambiental e ecoturismo Possibilidade de geração de renda e conscientização ambiental	• Falta de fiscalização e monitoramento das margens e nascentes Risco Aumenta a vulnerabilidade dos ecossistemas a degradação • Ocupação irregular e degradação das APPs Impacto Afeta diretamente os ecossistemas e a qualidade da água • Poluição por resíduos domésticos e industriais Impacto Compromete a biodiversidade e saúde da população local • Degradação ambiental Impacto Perda de qualidade ambiental geral da bacia • Falta de políticas públicas eficientes Risco Dificulta a gestão e recuperação da bacia • Intrusão salina Impacto Afeta o abastecimento de água potável
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
• Políticas públicas de proteção hídrica e saneamento (ODS) Iniciativas que podem reverter cenários de risco hídrico e ambiental	• Crescimento urbano desordenado e expansão agrícola Impacto e Risco Pressiona os recursos naturais e reduz a resiliência ambiental

Fonte: Autores (2025).

A avaliação estratégica do baixo curso do rio Itapecuru tem como finalidade principal contribuir para a formulação de soluções voltadas à mitigação dos impactos ambientais, ao controle dos riscos socioambientais e ao fortalecimento dos processos de tomada de decisão orientados pela sustentabilidade (Silva *et al.*, 2014). A Matriz SWOT foi aplicada considerando os fatores internos e externos que incidem sobre a bacia, contemplando influências diretas e indiretas sobre o sistema hidroambiental.

A análise permitiu identificar vulnerabilidades internas significativas, pressões ambientais externas e condicionantes climáticas que afetam de forma direta a dinâmica do baixo Itapecuru. Esses elementos evidenciam a necessidade de aprimoramento da gestão pública ambiental, bem como a adoção de estratégias integradas capazes de reduzir as fragilidades estruturais da bacia (Mussara, 2023; Monteiro; Cabral, 2018).

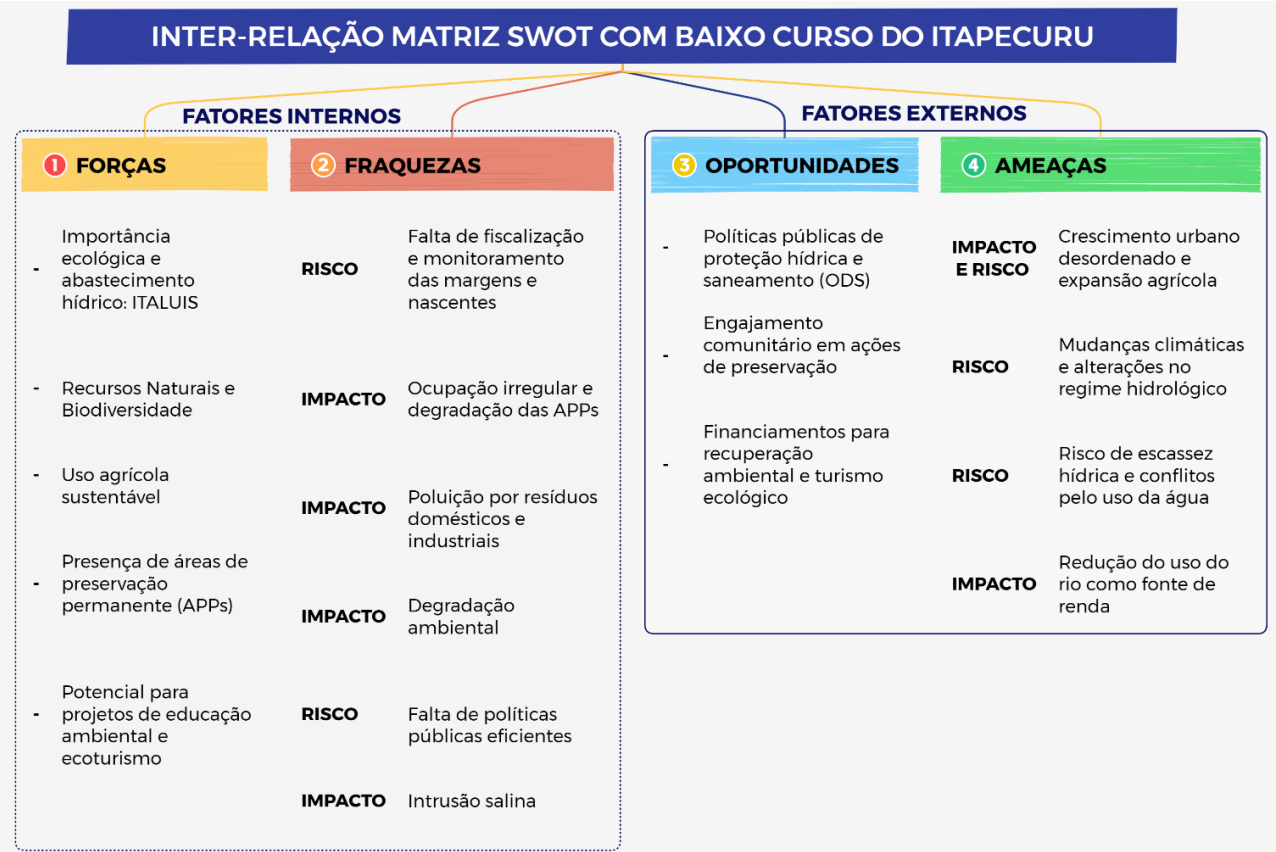
Entre as forças, destacam-se o elevado potencial hídrico e ecológico da bacia, a presença de sistemas estratégicos de abastecimento, como o Sistema Italuís, áreas legalmente protegidas e a expressiva riqueza biológica associada aos ecossistemas fluviais e estuarinos. Em contrapartida, as fraquezas estão relacionadas principalmente à degradação ambiental progressiva, à insuficiência de instrumentos de controle ambiental e ao aumento da

contaminação hídrica decorrente da ausência ou precariedade dos sistemas de tratamento de efluentes (Silva; Conceição, 2018; Barbosa *et al.*, 2018).

As oportunidades identificadas concentram-se na possibilidade de fortalecimento das políticas públicas orientadas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), no engajamento das comunidades locais nos processos de gestão ambiental e no aproveitamento do potencial para o turismo ecológico como alternativa de desenvolvimento sustentável (Menezes *et al.*, 2022; UNESCO, 2021). Por outro lado, as ameaças mais recorrentes incluem o avanço da urbanização desordenada, a intensificação da escassez hídrica e os efeitos das mudanças climáticas, que ampliam a vulnerabilidade socioambiental do baixo curso do rio Itapecuru (Sá, 2022; Mussara, 2023).

Após a identificação dos aspectos positivos (forças e oportunidades) e negativos (fraquezas e ameaças), procedeu-se à análise das inter-relações entre esses elementos, conforme representado na Figura 6-5. Essa abordagem permitiu compreender de forma sistêmica como os fatores internos e externos interagem ao longo da bacia, potencializando riscos ou, alternativamente, criando oportunidades de intervenção estratégica.

Figura 6-5. Inter-relações entre forças, fraquezas, oportunidades e ameaças no baixo curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: Autores (2025).

A análise das inter-relações evidenciou que as fraquezas e ameaças predominam em diversos trechos da bacia, mas também revelou a existência de forças e oportunidades capazes de subsidiar estratégias de gestão ambiental mais eficientes, quando consideradas de forma integrada (Ferreira, 2019). A partir dessas interações, foi possível identificar desafios prioritários e potencialidades estratégicas para a implementação de ações mitigadoras alinhadas às diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Nesse sentido, a avaliação estratégica dos impactos e riscos ambientais associada aos ODS, apresentada na Tabela 6-3, sintetiza os principais fatores críticos que demandam intervenção, relacionando impactos já materializados e riscos potenciais às metas globais de sustentabilidade.

Tabela 6-3. Avaliação estratégica dos impactos e riscos socioambientais no baixo curso do rio Itapecuru e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

IMPACTO/RISCO	CLASSIFICAÇÃO	CONSEQUÊNCIA	ODS RELACIONADOS
Erosão das margens e assoreamento do leito do rio	Impacto	Assoreamento, perda de habitat e qualidade da água	ODS 6, ODS 15
Expansão urbana desordenada em APPs	Impacto	Perda de ecossistemas e aumento de enchentes	ODS 11, ODS 15
Baixa cobertura vegetal e degradação das nascentes	Impacto	Redução da recarga hídrica e alteração no ciclo hidrológico	ODS 6, ODS 13
Falta de saneamento básico e drenagem urbana	Impacto	Contaminação da água e riscos à saúde pública	ODS 3, ODS 6
Falta de gestão pública integrada de recursos hídricos	Risco	Falta de ações coordenadas e prevenção ineficiente	ODS 6, ODS 16
Eventos climáticos extremos	Risco	Enchentes, estiagens prolongadas e colapso hídrico	ODS 13
Mudanças climáticas globais	Risco	Desequilíbrio hidrológico e perda de biodiversidade	ODS 13, ODS 15
Incentivos desordenados a empreendimentos	Risco	Aumento da poluição e uso predatório da água	ODS 6, ODS 12
Ausência de políticas públicas integradas	Risco	Inviabilidade de soluções integradas locais	ODS 16, ODS 13
Crescimento urbano desordenado e migração populacional	Impacto e Risco	Pressão sobre recursos naturais e infraestrutura	ODS 11, ODS 6, ODS 15

Fonte: Autores (2025).

Os resultados da análise estratégica indicam que os impactos e riscos identificados expressam as principais vulnerabilidades socioambientais da bacia do Itapecuru, ao mesmo tempo em que evidenciam oportunidades de melhoria ambiental, a partir da incorporação efetiva dos ODS no planejamento e na gestão territorial. A aplicação de políticas públicas integradas e eficientes de manejo ambiental tende a gerar benefícios diretos para o equilíbrio ecológico, a segurança hídrica e a qualidade de vida das populações inseridas na bacia (SILVA *et al.*, 2022).

Conclusão

Os resultados deste estudo confirmam que os impactos ambientais observados no baixo curso do rio Itapecuru interferem de forma significativa na qualidade da água, na biodiversidade, na dinâmica socioeconômica, na segurança hídrica e na ampliação das desigualdades sociais na região. Esses impactos refletem um processo histórico de uso inadequado dos recursos naturais, associado à fragilidade dos instrumentos de planejamento e gestão ambiental.

A formulação de medidas eficazes de mitigação requer uma abordagem integrada e participativa, envolvendo comunidades locais, instituições governamentais e demais atores sociais. O fortalecimento do diálogo entre esses agentes, aliado à produção e compartilhamento de conhecimento, constitui um elemento central para a gestão sustentável dos recursos naturais, especialmente quando orientada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

A análise da Matriz SWOT revelou aspectos fundamentais para a construção de uma estratégia de gestão territorial no baixo Itapecuru. As forças evidenciam o elevado potencial ecológico, hídrico e turístico da região, enquanto as fraquezas destacam a degradação ambiental e a insuficiência de políticas públicas eficazes. As oportunidades ressaltam a relevância do engajamento comunitário e da articulação institucional, ao passo que as ameaças refletem os riscos associados às mudanças climáticas e às crescentes pressões antrópicas.

A integração dessas dimensões proporciona uma visão abrangente do sistema socioambiental da bacia, favorecendo a construção de estratégias capazes de promover a conservação ambiental e o bem-estar das populações que dependem diretamente do rio Itapecuru. Destaca-se, por fim, a urgência na implementação de políticas de gestão sustentável dos recursos naturais, associadas à adoção de práticas contínuas de conservação e mitigação dos impactos ambientais, como medidas essenciais para assegurar a sustentabilidade ecológica, econômica e social da região.

Referências

- ALMEIDA, F. S. *Impactos ambientais de grandes empreendimentos no Brasil*. Rio de Janeiro: Autografia, 2020.
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. D. N.; PICCININI, C.; SANCHES, A. D. L. *Biodiversidade: a importância da preservação ambiental para a manutenção da riqueza e equilíbrio dos ecossistemas*. Curitiba: Sistema FAEP, 2014.
- BARBOSA, L. N.; FREIRE, L. M.; VIEIRA, T. F.; LANDIM-NETO, F. O. (org.). *Planejamento urbano de bacias hidrográficas*. 1. ed. Mossoró: UERN, 2018. 145 p.
- BARRADAS, M. N. *Rio Itapecuru: uma proposta de preservação*. Caxias: COMEPI, 1996.
- BARRETO, H. N.; PARISE, C. K.; ALMEIDA, E. B. The Cocais forest landscape. In: PESSOA, P. F. (ed.). *The physical geography of Brazil: environment, vegetation and landscape*. Cham: Springer, 2019. p. 151–167.
- BARROS, R. A.; SILVA, M. R. S.; SOUSA, J. R. Processos estuarinos e a intrusão salina no rio Itapecuru: implicações para o abastecimento hídrico de São Luís (MA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 26, n. 3, e14, 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Novo Código Florestal). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012.
- BURSZTYN, M. A. *Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2018.
- CAEMA – Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão. CAEMA promove visita de comunidade ao sistema Italuís. São Luís, 23 mar. 2015. Disponível em: <https://caema.ma.gov.br/index.php/noticias/1332-2015-03-23-13-05-41>. Acesso em: 4 jul. 2024.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. *Diretrizes legais para a implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru – MA*. São Luís: EDUEMA, 2025.
- CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, É. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Caxias*. Brasília: CPRM, 2011.
- COSTA, A. M. Cultura e tradições das comunidades ribeirinhas do rio Itapecuru. *Revista de Antropologia Cultural*, v. 14, n. 2, p. 189–204, 2019.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geodiversidade do Estado do Maranhão: projeto integração*. Brasília: CPRM, 2015.

- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Geodiversidade do Estado do Maranhão: projeto integração*. Brasília: CPRM, 2019.
- DANTAS FILHO, J. V. et al. Cultivo de quelônios promove conservação e o desenvolvimento social e econômico da Amazônia. *Revista Ciência e Saúde Animal*, v. 2, p. 9–31, 2020.
- DIAS, I. C. L. *Indicadores de sustentabilidade de bacia hidrográfica e hidroquímica de poços no estado do Maranhão: subsídios ao gerenciamento e conservação dos recursos hídricos*. 2018. 151 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.
- FEITOSA, A. C. O patrimônio cultural como fator de desenvolvimento territorial no vale do rio Munim, estado do Maranhão, Brasil. In: JACINTO, R. (org.). *Coleção Iberografias*. Lisboa: Âncora Editora, 2019. v. 35, p. 231–246.
- FERREIRA, E. P. et al. Gestão estratégica em frigoríficos: aplicação da análise SWOT na etapa de armazenagem e expedição. *Gestão & Produção*, v. 26, e3147, 2019.
- FONTES FILHO, J. A. *Análise SWOT dos relatórios de avaliação interna: um diagnóstico institucional do IFPB*. 2023. 94 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Gestão e Avaliação da Educação Superior) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023.
- FREITAS, M. A.; TAGLIARINI, M. C. Análise da intrusão salina no estuário do rio Itapecuru (MA). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 4, p. 718–729, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População residente. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- LEAL, M. D. V. et al. Impacto antrópico e qualidade das águas no baixo curso do rio Itapecuru. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 9, n. 2, e2023.15, 2023.
- LIMA, G. S. Pesca artesanal no rio Itapecuru: aspectos econômicos e sociais. *Caderno de Ciências Econômicas*, v. 27, n. 1, p. 77–92, 2019.
- MARTINS, F. R. et al. A importância da vegetação ciliar na manutenção dos ecossistemas aquáticos. *Journal of Environmental Studies*, v. 15, n. 2, p. 112–128, 2017.
- MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (ed.). *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.
- MASULLO, Y. A. G. Evolução do processo de urbanização e alterações ambientais na praia de São Marcos, São Luís, MA. *Revista Espaço e Geografia*, v. 19, n. 2, p. 561–595, 2016.
- MATIAS, G. et al. Aplicação da matriz SWOT em uma empresa do setor de serviços alimentícios. In: *VII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial*. Anais... Campo Mourão: UNESPAR, 2013.

- MENEZES, K. S. V. et al. A matriz SWOT como instrumento de gestão estratégica de uma instituição pública de ensino superior. *Revista S&G*, v. 17, n. 2, p. 196–211, 2022.
- MONTEIRO, P. B. C. L.; CABRAL, J. J. S. P. Análise SWOT da gestão de águas subterrâneas no Piauí. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, v. 15, n. 5, p. 1–12, 2018.
- MUSSARA, R. M. L. M. “Salve o Itapecuru”: aspectos públicos e políticos da emergência de um território sob as exigências da ambientalização. 2016. 239 f. Tese (Doutorado em Sociologia e Antropologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.
- MUSSARA, R. M. L. M. *Itapecuru: governança hídrica na Amazônia Oriental*. Curitiba: Appris, 2023. 289 p.
- NASCIMENTO, J. P. et al. Biodiversidade e conservação no baixo curso do rio Itapecuru. *Revista de Ecologia do Brasil*, v. 22, n. 3, p. 45–59, 2016.
- OLIVEIRA, F. W. M. *Análise do uso e ocupação das margens do açude do Governo em Santa Cruz, PB*. 2024. 52 f. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2024.
- ONU – Organização das Nações Unidas. *The Sustainable Development Goals Report 2024*. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>. Acesso em: 30 maio 2024.
- PAULA, L. R. et al. Análise físico-química da qualidade da água do rio Itapecuru no município de Caxias, MA. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, e551101521973, 2021.
- PEREIRA, L. S. Saúde pública e qualidade da água no baixo curso do rio Itapecuru. *Revista Brasileira de Saúde e Ambiente*, v. 23, n. 1, p. 59–75, 2021.
- PORTO, H. L. R. *Bioprospecção e análise nutricional de espécies de ictiofauna encontradas em regiões do rio Itapecuru, Rosário, Maranhão, Brasil*. 2016. 139 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- RIBEIRO, D. Q. et al. Demandas hídricas consuntivas na unidade de planejamento hídrico do rio Itapecuru, Maranhão. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, v. 21, n. 2, p. 348–363, 2019.
- ROCHA, V.; LONDE, L. R. *Desastres: velhos e novos desafios para a saúde coletiva*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021.
- SÁ, A. K. D. S. *Intrusão salina e suas implicações sobre a comunidade fitoplanctônica e o estado trófico em um estuário de macromaré (rio Itapecuru, Golfão Maranhense)*. 2022. 161 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.
- SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 496 p.
- SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, M. P. Uso dos recursos hídricos do rio Itapecuru para abastecimento e irrigação. *Revista de Recursos Hídricos*, v. 30, n. 4, p. 233–249, 2018.

- SANTOS, A. N. et al. Desafios e progressos: o impacto das políticas ambientais contemporâneas na conservação dos recursos naturais. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 13, n. 2, e799, 2024.
- SILVA, D. J.; CONCEIÇÃO, G. M. Rio Itapecuru: caracterização geoambiental e socioambiental, município de Caxias, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*, v. 7, n. 1, 2011.
- SILVA, G. S. D. et al. Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, p. 245–250, 2014.
- SILVA, H. R. O transporte fluvial no desenvolvimento econômico das cidades ribeirinhas do Maranhão. *Revista de Logística e Transporte*, v. 18, n. 3, p. 305–322, 2020.
- SOARES, L. S. et al. Índice de qualidade de água do baixo curso do rio Itapecuru, estado do Maranhão, Brasil. *Revista Espacios*, v. 37, n. 14, 2016.
- SOUSA, A. F. *Diagnóstico dos impactos socioambientais do riacho do Inhamum em um trecho urbano de Caxias, Maranhão: a piscina do Ponte*. 2024. 66 f. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, 2024.
- SOUSA, M. L.; SILVA, J. R. M. Análise da vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água Italuís (MA) à intrusão salina. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 147–154, 2010.
- TSAKANIKI, A.; CLAUZET, M.; MAY, P. H. Envolvendo os pescadores artesanais no desenvolvimento sustentável urbano e periurbano no Brasil. *Revibec: Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 28, p. 1–20, 2018.
- UNESCO. *UNESCO Science Report: the race against time for smarter development*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2021.
- WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. *Sequência* (Florianópolis), p. 165–198, 2013.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do baixo curso do Rio Itapecuru é multifacetada, abrange aspectos biológicos, econômicos e sociais. A preservação e o manejo sustentável deste recurso natural são essenciais para o desenvolvimento contínuo e sustentável das comunidades ribeirinhas. Estudos contínuos e políticas públicas eficazes são necessários para garantir que os benefícios do rio sejam mantidos para as futuras gerações.

Este estudo contribui para a compreensão e mitigação dos problemas ambientais que afetam diretamente a biodiversidade, os recursos hídricos e as comunidades locais do baixo curso do Rio Itapecuru. Com isso, espera-se que as informações produzidas neste documento, possa fornecer a base necessária para a formulação de políticas públicas eficazes e ações de manejo que assegurem a conservação dos recursos naturais, disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade e a melhoria do bem-estar da vida das populações locais.

8 ANEXO

Anexo 8-1. Instruções aos autores da revista Sociedade & Natureza.

*sociedade
& natureza*

Instructions for preparing the paper

Authors are entirely responsible for following all the instructions below. Articles that do not comply to the instructions will be rejected during pre-review.

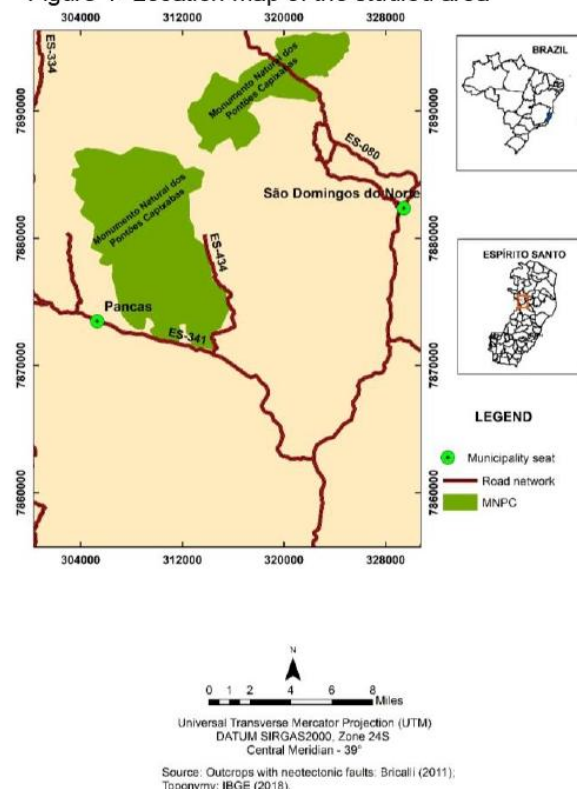
- Articles must be submitted in Word format, 12 MB maximum file size, between 4000 and 6000 words (abstract and references included);
- The text should be written using Helvetica font, size 12, with double spacing. Lines must be numbered continuously; Lines should be numbered continuously;
- ✓ The text must contain the following sections:
 - ✓ **Title;**
 - ✓ **Abstract (between 200 and 300 words);**
 - ✓ **Keywords (between 3 and 5 words);**
 - ✓ **Introduction;**
 - ✓ **Main text;**
 - ✓ **Final Considerations;**
 - ✓ **References.**
- **Title:** the title should be short and informative. As it is important for search engines, we suggest that authors avoid generic titles (e.g.: Analysis of the urban landscape in the municipality of Uberlândia - MG) and opt for titles that can attract the interest of specialists from various areas, making reference to the main search result. Authors should not use abbreviations, unless they are widely known by the public and/or the geographic field (e.g.: DNA, UN, WHO, GIS, LANDSAT, etc...).
- **Abstract:** in this section, the authors should briefly present the article. It should capture the essence of the research, as it is the primary source of information about the work for most readers. The first sentence of the summary/abstract should contextualize, in a few words, the article in a broader field of knowledge. Next, the authors should present more specifically the theme of the article. Next, there should be information about the OBJECTIVES/METHODS and then the results. The last sentence should highlight the main CONCLUSIONS of the study. Do not include citations and abbreviations in this section.
- **Keywords:** Keywords: after the abstract, the authors must present a list with a minimum of three and a maximum of five keywords. These should not repeat words that are already in the title of the article. Compound keywords should not have more than three elements.
- **Introduction:** the Introduction will always be the first section of the article, so number it 1. In it, the authors should contextualize the theme of the article, starting from the most general questions to the specific ones of the research, ending with the presentation of the objectives and hypotheses (if any) . In the Introduction there should be no subsections.
- **Main text:** after the Introduction, the other sections of the text should be numbered sequentially (2, 3, 4...). Subsections should be numbered as 2.1. (after 2.1.1, 2.1.2...), 2.2., etc. In the body of the text, the methods used, the results found and the discussion of the research data should be presented. Several authors use the IMRED structure (Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, the latter two together or separately) for the Body Text. Theoretical articles, however, can use other structures, as long as the first section is always the Introduction. In the development of this section, authors should not use, in any part of the text, outline structure, footers, headers, etc.
- **Final Considerations:** after the main text, the authors must prepare their final considerations. It should be brief and answer the research questions raised in the introduction, corresponding to the objectives and hypotheses, and point out the main research contributions and recommendations for future work. This section is not a repetition of the abstract. Similar to the previous section, the Final Considerations should not be elaborated in the form of topics.

- **References:** in this section, authors should add all references cited in the text. Citations and references are based on the ABNT standard.
- ✓ Avoid references that are difficult to access (CD-ROMS, pendrives, etc...);
- ✓ In the text, citations must follow the pattern: Abreu e Silva (2019) or (ABREU; SILVA, 2019); for different citations of the same author use Silva (2012; 2019) or (SILVA, 2012; 2019); when there are multiple citations of the same author in a single year, use the letters a, b, c...: Silva (2012a) or (SILVA, 2012a); for indirect quotes from several authors, use alphabetical order (ABREU; SILVA, 2019; SILVA, 2012); from three authors, use the pattern Vigevani et al. (2008) or (VIGEVANI et al., 2008).
- ✓ At the end of this document, authors will find examples for formatting references. Authors MUST add the DOI number of those references that have it. To check which references have DOI, access the website <https://apps.crossref.org/SimpleTextQuery>, copy and paste the references in the appropriate space and click on 'Submit'. Wait for the result and copy the DOIs. Also, all links must be active.

Guidelines for Preparing Figures and Tables

- **Figures:**
 - ✓ Every graphical element (drawing, scheme, flowchart, photography, graph, map, organizational chart, plant, picture, portrait, and image, among others) must be named Figure.
 - ✓ Figures must have a minimum resolution of 300 dpi and must not exceed the maximum size of one page. They must be in jpeg, png, bitmap, tiff, or similar format.
 - ✓ Figures must be cited in the text (e.g. Figure 1, Figure 2, etc.) and should be inserted close to their citation. Avoid citing figures such as "Figure 1 demonstrates the results of the vegetation cover analysis for the rainy season". Instead, use "In the rainy season, vegetation cover was greater than in the dry season (Figure 1)".
 - ✓ Multiple images inside the same figure must be identified with capital letters (e.g. A, B, C, etc.). The entire illustration must be saved as a single figure.
 - ✓ The title of the figure must contain all the information that allows its understanding. It must be positioned above it, while the font must be below it, as in the example:

Figure 1- Location map of the studied area



- ✓ If the figure is self-made, please use "Source: the authors (year)".
- ✓ Do not use borders and/or effects in the figure.

- **Tables and Charts:**

- ✓ Tables and charts must be formatted directly in Word, therefore they must not be inserted as images.
- Tables and charts must be cited in the text (Table 1, Chart 2, etc.) and positioned close to the citation. Avoid citations like "Table 1 shows the results of the vegetation cover analysis for the rainy season". Instead, use "In the rainy season, vegetation cover was greater than in the dry season (Table 1)".

The title of the tables and charts must contain all the information that enables their understanding. It must be positioned above, while the source must be below, as in the example:

Table 1 – Slope Classification proposed by Embrapa (1999).

RELIEF CLASS	SLOPE (%)
Plain	0 – 3
Smooth wavy	3 – 8
Wavy	8 – 20
Strong wavy	20 – 45
Mountainous	45 – 75
Steep	> 75

Source: Nogueira et al. (2020).

- ✓ If the table/chart is self-made, please use "Source: the authors.";
- ✓ Avoid tables/charts that exceed one-page size.
- ✓ Do not use spaces, section breaks, paragraphs, etc. to position elements inside tables and charts.

Additional instructions:

- For acronyms, present the full name in the first citation and only the acronym in the following ones. E.g.: according to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE)... The IBGE is responsible for census data on the Brazilian population.
- The number of decimal places should be standardized throughout the text.
- All links of the text (including the References) must be active.
- The articles are published continuously, only in an electronic version on the journal's website.

Examples of references formatting

- ÁVILA, M. B. Direitos sexuais e reprodutivos: desafios para as políticas de saúde. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, p. 465-469, 2003. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2003000800027>
- BRASIL. **Medida Provisória nº 2.230, de 8 de setembro de 2001**. Available: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/Antigas_2001/2230.htm. Access on: 04 sep. 2008.
- FREYRE, G. **Casa grande & senzala: formação da família brasileira sob regime de economia patriarcal**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1943. 2 v.
- FREYRE, G. **Sobrados e mucambos: decadência do patriarcado rural no Brasil**. São Paulo: Ed. Nacional, 1936.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. 2014. Available: <http://www.inpe.br/queimadas>. Access on: 28 mar. 2014.
- MINAYO, M. C. S.; GOMES, S. F. D. R. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 30 ed. Petrópolis: Vozes, 2011. (Coleção Temas Sociais).
- SANTOS, M. A metrópole: modernização, involução e segmentação. In: VALLADARES, L.; PETRECEILLE, E. (Coord.) **Reestruturação urbana: tendências e desafios**. São Paulo: Nobel, 1990. p. 183-191.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a política ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1993.
- SILVA, A. R. da. **O papel das políticas públicas no desenvolvimento sustentável do arranjo produtivo moveleiro de Ubá-MG**. 2008. 144 f. Thesis (Master Degree in Administration) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- SOUZA, E. B. C. **Estado: produção da região do Lago de Itaipu - turismo e crise energética**. Tese (Doutorado em Geografia) – Presidente Prudente: UNESP. 2002.