ISSN: 1519-7816
https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco

PARÂMETROS MACROSCÓPICOS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU EM CODÓ (MA), BRASIL

Marília Eduarda Sousa Bezerra[1]
Oswaldo Palma Lopes Sobrinho[2]
Brenda Abigail Freire de Jesus Coelho[3]
Maria Francisca de Oliveira Lopes[4]
Ana Paula de Andrade Costa[5]
Sônia Maria Santos da Silva Rodrigues[6]

BEZERRA , Marília Eduarda Sousa; SOBRINHO, Oswaldo Palma Lopes; COELHO, Brenda Abigail Freire de Jesus; LOPES, Maria Francisca de Oliveira; COSTA, Ana Paula de Andrade; RODRIGUES, Sônia Maria Santos da Silva. Parâmetros macroscópicos para avaliação do estado de conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru em Codó (MA), Brasil. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 28, n. 1, p. 283–297, 2026. DOI: https://doi.org/10.70261/er.v28i1.75233. Disponível em: https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/75233.

Esta obra está licenciada com uma Licença CC BY 4.0 . Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Recebido: 04/03/2026 | **Aceito:** 05/03/2026 | **Publicado**: 17/03/2026

Resumo: A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru desempenha papel essencial no abastecimento e na dinâmica ambiental do estado do Maranhão. Este estudo teve como objetivo analisar, por meio de indicadores macroscópicos, o estado de conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, no perímetro urbano de Codó (MA). Foram analisados onze parâmetros visuais, como cor e odor da água, presença de resíduos sólidos, vegetação ciliar, uso da água, proximidade de construções, entre outros. A pontuação total obtida foi de 13 pontos, o que corresponde à Classe E, indicando um estado de conservação péssimo. Os dados apontam para um cenário de poluição hídrica evidente, degradação da vegetação protetora das margens, ocupação irregular e ausência de infraestrutura de saneamento adequado. A partir dos resultados, é possível identificar a necessidade urgente de medidas corretivas como reflorestamento ciliar, controle da ocupação urbana em áreas de preservação e implantação de políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos. O estudo reforça a importância de avaliações ambientais simples e acessíveis como ferramentas iniciais para diagnóstico e planejamento

[1]Discente do Ensino Médio e Técnico em Química do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: francianebezerra2021@gmail.com
[2]Professor de Biologia da Coordenação de Matemática e Ciências da Natureza do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: dr.oswaldopalma@yahoo.com
[3]Professora de Ciências e Biologia Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: brenda-abigail64@hotmail.com
[4]Professora de Química da Coordenação de Matemática e Ciências da Natureza do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: franciscaolive01@gmail.com
[5]Professora de Química da Coordenação de Matemática e Ciências da Natureza do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: analuap11@hotmail.com
[6]Gestora Pedagógica do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Codó, Maranhão, Brasil, E-mail: gpcodo@iema.edu.ma.gov.br

de ações voltadas à recuperação e conservação de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Degradação Ambiental. Ecossistemas aquáticos. Parâmetros visuais.

MACROSCOPIC PARAMETERS FOR ASSESSING THE CONSERVATION STATUS OF THE ITAPECURU RIVER BASIN IN CODÓ (MA), BRAZIL

Abstract: The Itapecuru River Basin plays a key role in water supply and environmental regulation in the state of Maranhão, Brazil. This study aimed to analyze, through macroscopic indicators, the conservation status of the Itapecuru River Basin, in the urban perimeter of Codó (MA). Eleven visual parameters were evaluated, including water color and odor, presence of solid waste, riparian vegetation condition, human use, and proximity of built structures. The total score reached only 13 points, which corresponds to Class E, indicating a poor environmental condition. The results revealed severe water pollution, degradation of riparian vegetation, irregular urban occupation, and lack of adequate sanitation infrastructure. These findings underscore the urgent need for corrective actions such as riparian reforestation, control of land use in permanent preservation areas, and implementation of public policies focused on sustainable water management. The study highlights the potential of accessible, low-cost macroscopic assessments as initial tools for diagnosing environmental degradation and guiding conservation strategies in hydrographic systems.

Keywords: Environmental Degradation; Aquatic Ecosystems; Visual Parameters.

1. Introdução

A água é um recurso natural essencial à vida e ao funcionamento dos ecossistemas, além de desempenhar papel central no desenvolvimento econômico, social e ambiental de qualquer território, conforme amplamente reconhecido por organismos internacionais (UNESCO, 2023). No Brasil, país detentor de grande parte da água doce superficial do planeta, os rios desempenham funções estratégicas na agricultura, na indústria, no abastecimento urbano e na conservação da biodiversidade, aspectos amplamente abordados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023). Entretanto, esses recursos hídricos vêm sendo pressionados por atividades humanas, como desmatamento, ocupação irregular, poluição doméstica e industrial, acarretando na degradação da qualidade da água e comprometendo os serviços ecossistêmicos que ela proporciona.

No estado do Maranhão, o Rio Itapecuru destaca-se como uma das principais bacias hidrográficas, sendo responsável por abastecer mais de 60% da população da capital, São Luís, além de diversos municípios, incluindo Codó. Sua bacia abrange aproximadamente 45 municípios e apresenta relevante importância para o abastecimento humano, irrigação, pesca, lazer e manutenção da vida aquática (SEMA, 2021). No entanto, assim como muitos corpos hídricos brasileiros, o Itapecuru vem sofrendo com a pressão antrópica, sobretudo nos trechos

urbanos, onde é comum observar desmatamento das margens, descarte de resíduos sólidos, lançamento de esgoto e ausência de políticas efetivas de proteção ambiental.

A bacia do Rio Itapecuru também possui importância histórica e cultural para o estado do Maranhão, servindo de base para o desenvolvimento de diversas comunidades desde o período colonial. Sua formação geológica diversificada, aliada à abundância de nascentes e corpos d'água, consolidou a bacia como um polo natural de abastecimento. Entretanto, a pressão antrópica crescente tem fragilizado sua integridade ecológica, exigindo instrumentos de diagnóstico ambiental consistentes. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, é essencial que rios de Classe 2, como o Itapecuru, mantenham condições que permitam o abastecimento humano após tratamento convencional, além da proteção da fauna e flora aquáticas (Brasil, 2005).

Diante desse cenário, surge a necessidade de se investigar a situação atual de conservação da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru no perímetro urbano de Codó (MA), buscando compreender o grau de preservação de suas margens, a qualidade visual da água e os impactos provocados pelas atividades humanas. Para tanto, é fundamental adotar metodologias acessíveis e educativas, como a análise macroscópica de parâmetros ambientais, que possibilitem a participação ativa da comunidade escolar na produção de conhecimento e na construção de soluções sustentáveis.

O problema central deste estudo consiste em investigar: qual é o estado de conservação da bacia hidrográfica do Rio Itapecuru em Codó (MA), considerando os impactos visíveis causados por ações antrópicas? A hipótese considerada é que, embora a nascente ainda apresente aparência limpa em alguns aspectos visuais, sinais de degradação, como a presença de lixo, vegetação alterada e proximidade de construções, comprometem seu equilíbrio ecológico e indicam vulnerabilidade ambiental crescente.

A realização desta pesquisa se fundamenta na urgência de compreender e monitorar a situação dos recursos hídricos locais, promovendo a valorização da água e da natureza entre os estudantes e a população em geral. Além disso, a investigação busca contribuir com o diagnóstico da qualidade ambiental dos recursos hídricos urbanos, utilizando ferramentas acessíveis e eficazes para avaliação preliminar da degradação em bacias hidrográficas. Essa abordagem dialoga com os princípios da sustentabilidade e da conservação da água, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6 (Água limpa

e saneamento) e o ODS 15 (Vida terrestre), que promovem o uso racional dos recursos naturais e a preservação da biodiversidade.

A estrutura deste artigo compreende, além desta introdução, a apresentação da metodologia utilizada na pesquisa, que descreve o local de estudo, os instrumentos de coleta e o método de análise baseado em parâmetros visuais. Em seguida, na seção de resultados e discussão, são apresentados e interpretados os dados obtidos com base na pontuação final da bacia, sendo apontados os principais fatores de degradação. Por fim, nas considerações finais, são sintetizadas as conclusões do estudo, com sugestões de ações corretivas e estratégias para a recuperação e preservação do Rio Itapecuru.

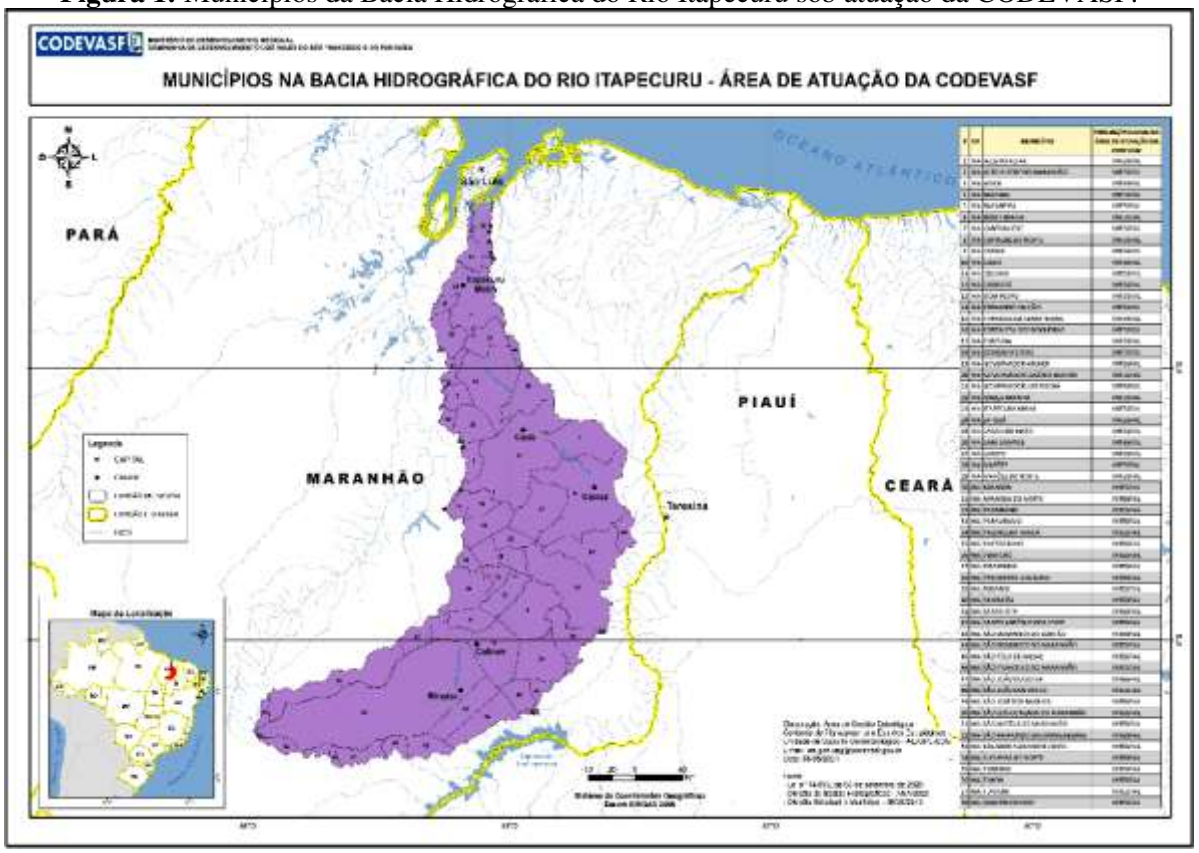
O objetivo geral deste é analisar, por meio de indicadores macroscópicos, o estado de conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, no perímetro urbano de Codó (MA). Os objetivos específicos são aplicar o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) como instrumento avaliativo da bacia; observar e registrar parâmetros visuais como cor, odor, presença de lixo, vegetação ciliar e esgotos; promover a sensibilização da comunidade escolar para a conservação de nascentes e rios; sugerir possíveis ações educativas e ambientais para a preservação do Rio Itapecuru.

2. Metodologia

Este estudo foi realizado no município de Codó, localizado no leste do estado do Maranhão, na microrregião do Médio Mearim, com as coordenadas geográficas (4° 27′ 18″ S, 43° 52′ 44″ O, Latitude: -4.45494, Longitude: -43.8789) (IBGE, 2023). A área de estudo compreende um trecho urbano da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru e a Figura 1 apresenta seus limites geográficos, destacando os municípios maranhenses abrangidos pela área de atuação da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), conforme delineamento oficial de gestão hídrica e territorial.Os manuscritos deverão seguir a seguinte extensão:

Figura 1: Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru sob atuação da CODEVASF.

Figura 1: Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru sob atuação da CODEVASF.



Fonte: CODEVASF, 2020. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br. Acesso em: [11 maio 2025].

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru situa-se integralmente no Estado do Maranhão, na região Nordeste do Brasil, com uma área de 53.156,30 km², com um total de 58 municípios e população de 1.759.871 habitantes. Além disso, está situada na área sob jurisdição da 8ª Superintendência Regional da CODEVASF (CODEVASF, 2020).

O município de Codó, no estado do Maranhão, apresenta um clima predominante classificado como Aw, segundo o sistema de Köppen (Kottek *et al.*, 2006). Esse clima é caracterizado como megatérmico, com períodos úmidos e subúmidos, além de um inverno seco. A precipitação anual média varia entre 1.200 e 2.000 mm, enquanto a temperatura média ao longo do ano é de 27 °C, podendo atingir máximas de até 36 °C (Lima, 1998). Quanto ao solo da área, é classificado como Neossolo Quartzarênico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Santos *et al.*, 2018).

Ao longo do ano, há variações climáticas bem definidas. De maio a agosto, os dias costumam ser quentes, contrastando com noites mais amenas, que eventualmente podem ser frescas. O período mais chuvoso ocorre entre dezembro e junho, marcando uma estação úmida intensa. Já entre setembro e novembro, as temperaturas se elevam significativamente. Nos

meses de fevereiro e março, a presença de elevada nebulosidade contribui para a sensação de frio. Os ventos predominantes sopram na direção nordeste-sudoeste, com uma velocidade média de aproximadamente 20 km/h, influenciando o regime climático local (Correia Filho, 2011).

A pesquisa foi conduzida sob abordagem qualitativa e descritiva, utilizando observação em campo e aplicação do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), conforme os parâmetros definidos por Gomes *et al*. (2005) adaptados, originalmente aplicados para análise de nascentes. No presente estudo, tais critérios foram adaptados para avaliar visualmente um trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. A escolha desse instrumento deve-se à sua aplicabilidade prática e educativa, permitindo identificar diretamente os sinais visíveis de degradação ou conservação ao longo das margens e do leito do rio.

A adoção do IIAN adaptado para bacias se justifica pela sua viabilidade operacional e capacidade de diagnóstico rápido em campo. Tal ferramenta permite avaliações baseadas em critérios visuais acessíveis e representa uma alternativa eficiente para levantamentos iniciais em áreas carentes de recursos técnicos. Foram utilizados celulares para registro fotográfico, anotações em diário de campo e conversas espontâneas com moradores sobre mudanças visíveis no ambiente e percepção da qualidade da água.

Segundo Yin (2018), a metodologia adotada permite uma análise detalhada de casos específicos, enquanto Creswell (2014) destaca sua importância para captar aspectos subjetivos. Becker (1998) reforça o papel da observação participante, proporcionando uma imersão no ambiente estudado. Denzin e Lincoln (2018) ampliam as perspectivas metodológicas, abordando diferentes enfoques da pesquisa qualitativa, e Hammersley (2013) discute a validade e confiabilidade desse tipo de abordagem.

A análise macroscópica compreendeu 11 parâmetros ambientais observáveis (Tabela 1), com atribuição de escores: ruim (1 ponto), médio (2 pontos) e bom (3 pontos), totalizando uma pontuação máxima de 33.

Tabela 1. Parâmetros macroscópicos analisados (Gomes; Melo; Vale, 2005) adaptado.

Tabela 1. Parâmetros macroscópicos analisados (Gomes; Melo; Vale, 2005) adaptado.

Parâmetro Macroscópico	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Não há
Lixos	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto na nascente	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Usos da nascente	Constante	Esporádico	Não há
Acesso	Fácil	Difícil	Sem acesso
Proximidade com residências ou estabelecimentos	A menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	A mais de 100 m

A classificação final baseia-se na soma desses escores, permitindo avaliar o estado de conservação da bacia em Classe A (excelente), B (boa), C (razoável) ou D (ruim) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação da Bacia Hidrográfica quanto aos impactos macroscópicos (Gomes; Melo; Vale, 2005).

Classe	Grau de proteção	Pontuação
A	Ótimo	31-33
B	Bom	28-30
C	Razoável	25-27
D	Ruim	22-24
E	Péssimo	<21

Além da observação direta, foram realizadas entrevistas informais com moradores ribeirinhos e registros fotográficos para complementar as informações ambientais com aspectos históricos e socioculturais. A coleta de dados ocorreu entre os meses de março e abril de 2025.

Após a realização da coleta de dados *in loco* e a identificação dos principais impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, os indicadores macroscópicos observados foram organizados conforme critérios padronizados para facilitar sua avaliação quantitativa. Para cada parâmetro analisado, foi atribuída uma pontuação conforme a condição ambiental observada, e posteriormente somada a fim de obter um valor total. Esse total foi interpretado com base em uma tabela de classificação ambiental, a qual permite determinar o grau de conservação da bacia, sua pontuação final e a respectiva categoria (Classe A, B, C ou D) em que o trecho analisado se enquadra.

Resultados e discussão

A avaliação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, no município de Codó (MA), por meio da análise macroscópica adaptada do IIAN resultou em uma pontuação total de somente 13 pontos, classificando o trecho investigado na Classe E – grau de conservação péssimo (Tabela 3).

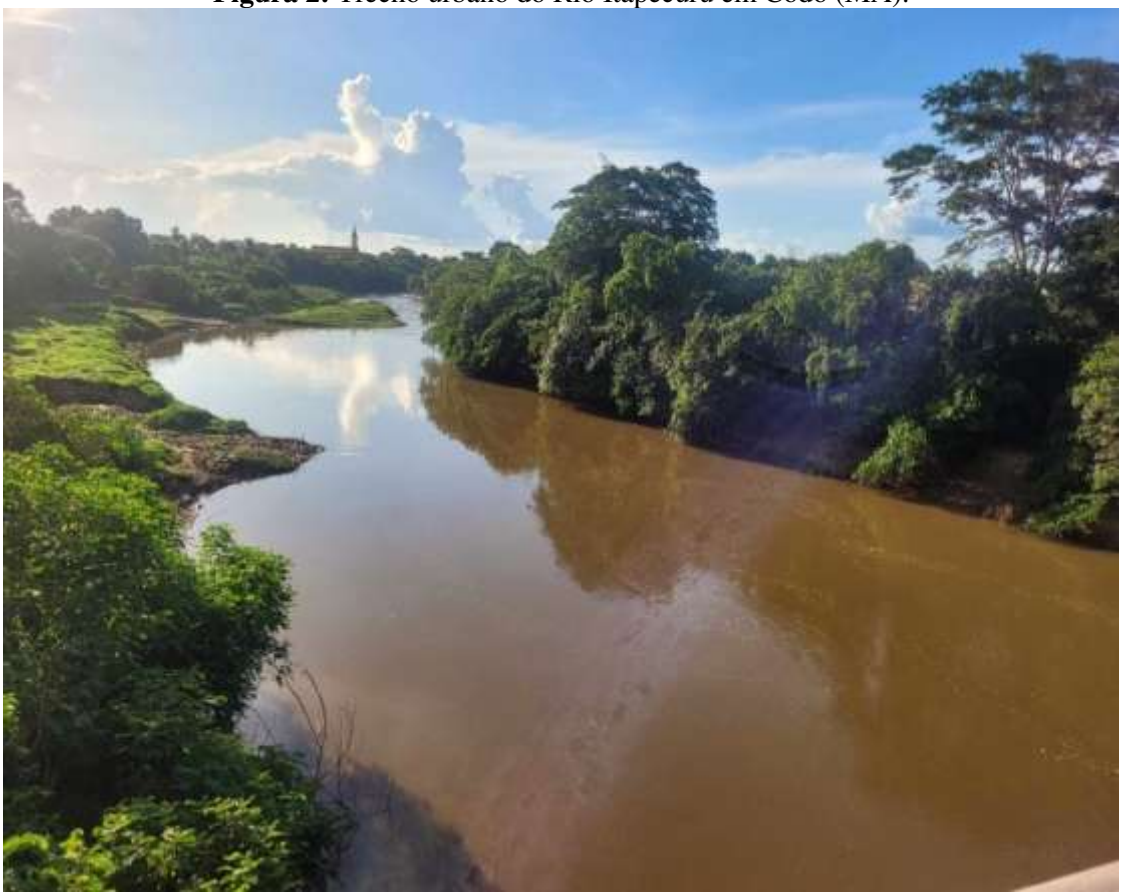
Tabela 3. Quantificação das análises dos parâmetros macroscópicos e classificação do estado de preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru em Codó (MA).

Parâmetro Macroscópico	Bacia do Rio Itapecuru	Atributo	Escore
Cor da água	Escura	Ruim	1
Odor da água	Com odor	Médio	2
Lixos ao redor	Muito	Ruim	1
Materiais flutuantes	Muito	Ruim	1
Espumas	Muito	Ruim	1
Óleos	Muito	Ruim	1
Esgoto	Visível	Ruim	1
Vegetação	Degradada	Ruim	1
Usos	Constante	Ruim	1
Acesso	Fácil	Ruim	1
Proximidade com residências ou estabelecimentos	Entre 50 e 100 m	Médio	2
Escore total			13
Classificação			Classe E
Grau de proteção			Péssimo

A Figura 2 permite observar, ainda que de forma geral, diversos elementos que corroboram os dados coletados por meio da análise macroscópica aplicada neste estudo. É possível identificar a coloração escura da água, sugerindo a presença de sedimentos em suspensão, resíduos orgânicos e possível contaminação por efluentes domésticos ou urbanos. Segundo Cunha *et al.* (2018), esse aspecto visual é indicativo de baixa oxigenação e de alteração na qualidade da água, especialmente em rios urbanos expostos a descargas não tratadas. A falta de transparência e a tonalidade amarronzada também podem estar relacionadas à erosão nas margens e ao carreamento de material particulado durante períodos de chuva.

Figura 2: Trecho urbano do Rio Itapecuru em Codó (MA).

Figura 2: Trecho urbano do Rio Itapecuru em Codó (MA).



Fonte: Autoria Própria.

Essa baixa pontuação revela uma situação alarmante de degradação ambiental. A presença de resíduos sólidos, materiais flutuantes, espumas e manchas de óleo visíveis, associada à coloração escura da água e ao odor desagradável são indicadores clássicos de contaminação por matéria orgânica e ausência de tratamento de esgoto. Conforme Guimarães *et al*. (2024), a presença simultânea desses elementos é comum em áreas urbanas onde não há manejo adequado de águas residuais e descarte de lixo doméstico.

Outro aspecto crítico observado foi a degradação da vegetação ciliar densa e contínua em algumas partes das margens, que compromete diretamente a estabilidade das margens e a integridade ecológica da bacia. Como destacam Rodrigues *et al.* (2024), as matas ciliares funcionam como filtros naturais, impedindo o carreamento de poluentes, regulando a temperatura da água e controlando processos erosivos. Sua ausência acelera o assoreamento do leito, prejudica a fauna aquática e aumenta a carga de sedimentos suspensos. Ainda na Figura 2, áreas com vegetação esparsa ou ausente indicam fragilidade ecológica e vulnerabilidade à erosão e à ocupação irregular.

Embora parte da margem direita (Figura 2) apresente vegetação mais preservada, a

margem oposta revela sinais de alteração antrópica, o que se alinha ao diagnóstico obtido pela pontuação do IIAN, que classificou o local como Classe E – grau de conservação péssimo. Isso indica que o trecho analisado do Rio Itapecuru se encontra sob intenso estresse ambiental, carecendo de ações urgentes de mitigação, recuperação e proteção legal. Portanto, não apenas ilustra um trecho impactado do rio, mas também serve como representação concreta da realidade que afeta boa parte da Bacia Hidrográfica do Itapecuru. A poluição, a fragilidade das margens e o uso desordenado do solo urbano são elementos que ameaçam diretamente a saúde ambiental da bacia e a qualidade de vida das comunidades que dela dependem.

Relatórios estaduais (SEMA, 2021) indicam que o Itapecuru tem perdido volume e qualidade em diversos trechos, sobretudo urbanos. A intensificação da urbanização sem infraestrutura adequada tem gerado assoreamento, perda de espécies aquáticas e aumento da concentração de poluentes. Essa perda da biodiversidade compromete funções ecológicas essenciais, como o controle biológico de vetores e a estabilidade da cadeia alimentar, tornando a bacia mais suscetível a colapsos ecológicos.

A Figura 3 evidencia um aspecto crítico do entorno da Bacia do Rio Itapecuru no perímetro urbano de Codó (MA): a ocupação irregular de áreas ribeirinhas com habitações precárias, construídas com materiais de baixa durabilidade e estruturas vulneráveis. Essas edificações, erguidas próximas ao leito do rio, desrespeitam o limite mínimo de afastamento estabelecido pela legislação ambiental (Lei nº 12.651/2012), que define Áreas de Preservação Permanente (APPs) para a proteção dos corpos hídricos. Essa ocupação desordenada compromete diretamente a estabilidade das margens e contribui para a degradação do ecossistema aquático.

Figura 3: Moradia precária próxima ao leito do Rio Itapecuru, Codó (MA).

Figura 3: Moradia precária próxima ao leito do Rio Itapecuru, Codó (MA).



Fonte: Autoria Própria.

Além dos impactos físicos visíveis, como o aumento do assoreamento e da erosão das margens, a presença de resíduos sólidos ao redor das casas — como mostrado na imagem — reforça o diagnóstico de baixa qualidade ambiental já apontado na análise macroscópica. Segundo Araújo *et al*. (2025), a ocupação de APPs urbanas associada à ausência de infraestrutura de saneamento básico acarreta o lançamento direto de efluentes domésticos no rio, promovendo a contaminação da água e afetando a fauna aquática.

A precariedade das construções, muitas delas sustentadas por estacas irregulares, reflete não apenas a vulnerabilidade ambiental, mas também a fragilidade socioeconômica das populações ribeirinhas. Essa situação configura um exemplo de injustiça ambiental, onde grupos sociais historicamente marginalizados vivem em áreas de risco, contribuindo involuntariamente para a degradação dos recursos naturais dos quais também dependem para sua sobrevivência. Conforme Guimarães *et al*. (2024), a interface entre vulnerabilidade social e degradação ambiental é um dos maiores desafios para a gestão integrada de bacias

hidrográficas em contextos urbanos.

Dessa forma, a Figura 3 não apenas documenta uma ocupação irregular, mas também representa o entrelaçamento de fatores ambientais, sociais e econômicos que agravam o estado da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. A reversão desse cenário exige políticas públicas que combinem ações de regularização fundiária, reassentamento digno, educação ambiental e recuperação ecológica das margens do rio, conforme defendido por Paz *et al*. (2021). A implementação de estratégias integradas, baseadas em dados ambientais e sociais, é essencial para promover a justiça ambiental e a conservação hídrica no território maranhense.

Dessa forma, os resultados obtidos não apenas revelam o estado crítico da bacia analisada, como também reforçam a necessidade urgente de ações integradas e interinstitucionais. A recuperação da vegetação ciliar, o reordenamento da ocupação urbana em áreas de proteção, a implantação de infraestrutura de saneamento e a educação ambiental da população são medidas essenciais. O monitoramento contínuo, aliado à execução de políticas públicas voltadas à gestão dos recursos hídricos, é indispensável para garantir a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru e preservar sua função ecológica e social. A observação visual e a leitura crítica da paisagem proporcionadas por imagens são fundamentais para validar os dados técnicos obtidos e fomentar a sensibilização da sociedade para os problemas ambientais locais.

Considerações finais

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, no perímetro urbano do município de Codó (MA) apresenta um quadro alarmante de degradação ambiental, conforme demonstrado pelos indicadores macroscópicos observados. A pontuação total de 13 pontos, correspondente à Classe E do IIAN, caracteriza a área como de grau de proteção péssimo, com comprometimento significativo de suas funções ecológicas e sociais.

O cenário identificado reflete a ausência de infraestrutura de saneamento, a degradação da vegetação ciliar e a disposição inadequada de resíduos sólidos. Esses fatores, somados ao uso indiscriminado da água e à proximidade de construções, contribuem para o agravamento da situação da bacia, colocando em risco a qualidade da água e a sustentabilidade do ecossistema aquático.

Frente a isso, torna-se urgente a adoção de medidas corretivas e preventivas recomendando a implantação de barreiras vegetais e reflorestamento das margens com espécies

nativas para recompor a mata ciliar; criação de zonas de amortecimento e delimitação de APPs, conforme prevê a legislação ambiental brasileira; implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, com fiscalização efetiva sobre o lançamento de efluentes; campanhas educativas de conscientização ambiental voltadas à população local sobre o uso e conservação da água; e monitoramento periódico dos parâmetros de qualidade da água, integrando análises visuais, físico-químicas e microbiológicas.

Portanto, é fundamental estruturar um plano de ação que envolva tanto a remoção de edificações em APPs quanto o reflorestamento com espécies nativas e a instalação de barreiras verdes. Sugere-se também o estabelecimento de um programa de monitoramento comunitário com apoio de órgãos ambientais e universidades. Futuros estudos podem incorporar análises físico-químicas da água e investigações socioculturais sobre o uso do rio pelas comunidades locais, promovendo uma gestão participativa e territorializada da bacia hidrográfica.

Além de intervenções estruturais, é necessário o envolvimento de órgãos públicos, comunidade e setor produtivo na construção de uma gestão participativa e eficaz dos recursos hídricos. A recuperação da bacia do Rio Itapecuru deve ser encarada como prioridade ambiental e social, contribuindo para garantir o abastecimento futuro e a integridade dos ecossistemas associados.

Referências

ARAÚJO, G. L. de; NASCIMENTO, B. S.; LOPES, A. B. G.; BRITO, Y. D.; PAULA, V. M.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. do V.; SERRANO, R. O. P. Processo de urbanização e relação com o meio ambiente e recursos hídricos: do contexto histórico à ocupação da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, em Rio Branco, Acre. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 4, p. e13870, 2025. https://doi.org/10.54033/cadpedv22n4-026

BECKER, H. S. **Tricks of the Trade:** How to Think About Your Research While Doing It. University of Chicago Press. 1998.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938/81, 9.393/96 e 11.428/06; revoga as Leis nº. 4.771/65 e 7.754/89 e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão:** relatório diagnóstico do município de Codó. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA – CODEVASF. **Mapa dos municípios na Bacia Hidrográfica do Rio**

Itapecuru. 2020. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br. Acesso em: [insira a data de acesso, ex.: 11 maio 2025].

CUNHA, B. P.; CHAVES, M. J.; GOMES, G. H.; DUARTE, J. D. Avaliação da qualidade da água do Rio Calhau, São Luís – MA. In: Congresso Brasileiro de Edafologia, 36., 2017, Belém. **Anais eletrônicos [...]**. Belém: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

CRESWELL, J. W. **Research design**: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. SAGE Publications, Inc; 4º edição. 273 p. 2014.

DENZIN, N. K..; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **The SAGE Handbook of Qualitative Research** (5th ed.). Los Angeles, CA: Sage. 2018.

GUIMARÃES, Y. das N.; FÉLIX, I. B.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; MOURÃO, F. V.; RIBEIRO, H. M. C. Avaliação de impactos ambientais nas nascentes do rio Castanhal no município de Castanhal-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 6, p. 4725-4743, 2024.

HAMMERSLEY, M. **What is Qualitative Research?** Bloomsbury Publishing, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Codó.** 2023. Disponível em: https://pt.db-city.com/Brasil--Maranh%C3%A3o--Cod%C3%B3. Acesso em: 02 mai. 2024.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Journal of Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, p. 259-263, 2006.

LIMA, A. A. C. Solos e aptidão edafoclimática para a cultura do cajueiro no município de Codó, Maranhão. **Comunicado Técnico**, n. 16, p. 1-4, 1998.

PAZ, P. A.; SILVA, G. K. J.; SILVA, B. F. D.; SILVA, N. R. Mapping of water quality in springs in the Piroás Redenção/CE community. **Nature & Conservation**, v. 15, n. 1, p. 67, 2021. 10.6008/CBPC2318-2881.2022.001.0007

RODRIGUES, K. R.; MEZGRAVIS, P.; LANI, J. L.; SILVA, J. D. da. O conflito entre as matas ciliares (APPs), a sustentabilidade ambiental e a produção de alimentos. **Revista Ensino, Educação & Ciências Exatas**, v. 5, n. Edição Especial, 2024.

SANTOS, H.G. DOS.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. DOS.; OLIVEIRA, V.A. DE.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. DE.; ARAUJO FILHO, J.C.DE.; OLIVEIRA, J.B.DE. & CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5. ed. rev. e ampl. Brasília - DF: Embrapa, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA). Progestão. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Maranhão**. São Luís, MA: SEMA, 2021. Disponível em: http://www.sema.ma.gov.br/wp-content/uploads/2023/07/Relat%C3%B3rio-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-dos-Recursos-

H%C3%ADdricos-do-Maranh%C3%A3o-2021.pdf. Acesso em: 11 mai. 2025.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: Parcerias e Cooperação para a Água**. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384644_por. Acesso em: 05 mai. 2025.

YIN, R. K. **Case Study Research and Applications**: Design and Methods (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage, 2018.

CC BY