DOI: 10.29327/2620317.9.1-4

AVALIAÇÃO AMBIENTAL E RISCOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PACIÊNCIA: subsídios para recuperação e gestão sustentável para a ilha do maranhão

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND RISKS OF THE PACIÊNCIA RIVER BASIN: support for recovery and sustainable management for the island of maranhão

EVALUACIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO PACIÊNCIA: subsidios para la recuperación y gestión sostenible de la isla de maranhão

Natália Valéria Braga Sousa
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: nvbs.ss.18@gmail.com

Dione Milena Moraes Jesus
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: dione.milena@discente.ufma.br

Suellen Pinheiro Ribeiro
Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: suellen.ribeiro@discente.ufma.br

Eferson Marchezan de Oliveira Braga
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS, Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: eferson.marchezan@gmail.com

Paulo Sérgio Santos Moreira
Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: moreira.paulo@ufma.br

James Werllen de Jesus Azevedo
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Rede BIONORTE)
Instituição de formação: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Endereço Institucional: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, São Luís, MA
E-mail: james.werllen@ufma.br

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP), localizada na Ilha do Maranhão, constitui um importante sistema hídrico urbano, essencial para o equilíbrio ambiental e o bem-estar das comunidades locais. Contudo, a intensificação da urbanização desordenada, o lançamento de efluentes e a ocupação irregular das margens têm provocado severos impactos socioambientais, comprometendo a qualidade da água e a integridade dos ecossistemas. O objetivo deste estudo é identificar e categorizar os principais riscos ambientais da BHRP, relacionando-os aos serviços ecossistêmicos afetados, a fim de subsidiar estratégias de manejo e recuperação sustentável. A metodologia adotada compreendeu a revisão de literatura, o levantamento de campo e a elaboração de uma Análise Preliminar de Riscos (APR), complementada pela investigação da perda dos serviços ecossistêmicos. Os resultados evidenciam cinco categorias de riscos: físicos, químicos, biológicos, erosivos e antrópicos, com predominância de impactos graves associados à poluição hídrica e à supressão de vegetação ciliar. Constatou-se ainda a necessidade de integrar políticas de saneamento, reflorestamento e educação ambiental, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 6, 11, 14 e 15. Conclui-se que a sustentabilidade da BHRP depende da gestão participativa e de ações educativas contínuas, capazes de fortalecer a resiliência ecológica e social da Ilha do Maranhão.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Sustentabilidade, Gestão ambiental, Serviços ecossistêmicos, Educação ambiental.

ABSTRACT

The Paciência River Basin (BHRP), located on Maranhão Island, is an important urban water system, essential for environmental balance and the well-being of local communities. However, the intensification of disorderly urbanization, the discharge of effluents, and the irregular occupation of the riverbanks have caused severe socio-environmental impacts, compromising water quality and the integrity of ecosystems. The objective of this study is to identify and categorize the main environmental risks of the BHRP, relating them to the affected ecosystem services, in order to support sustainable management and recovery strategies. The methodology adopted included a literature review, field survey, and preparation of a Preliminary Risk Analysis (PRA), complemented by an investigation of the loss of ecosystem services. The results show five categories of risks: physical, chemical, biological, erosive, and anthropogenic, with a predominance of serious impacts associated with water pollution and the suppression of riparian vegetation. The need to integrate sanitation, reforestation,

and environmental education policies was also identified, in line with Sustainable Development Goals (SDGs) 4, 6, 11, 14, and 15. It was concluded that the sustainability of the BHRP depends on participatory management and continuous educational actions capable of strengthening the ecological and social resilience of Maranhão Island.

Keywords: Watershed, Sustainability, Environmental management, Ecosystem service, Environmental education.

RESUMEN

La Cuenca Hidrográfica del Río Paciência (BHRP), situada en la Isla de Maranhão, constituye un importante sistema hídrico urbano, esencial para el equilibrio medioambiental y el bienestar de las comunidades locales. Sin embargo, la intensificación de la urbanización desordenada, el vertido de efluentes y la ocupación irregular de las riberas han provocado graves impactos socioambientales, comprometiendo la calidad del agua y la integridad de los ecosistemas. El objetivo de este estudio es identificar y categorizar los principales riesgos ambientales de la BHRP, relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados, con el fin de respaldar estrategias de gestión y recuperación sostenible. La metodología adoptada comprendió la revisión de la literatura, el levantamiento de campo y la elaboración de un Análisis Preliminar de Riesgos (APR), complementado por la investigación de la pérdida de servicios ecosistémicos. Los resultados evidencian cinco categorías de riesgos: físicos, químicos, biológicos, erosivos y antropogénicos, con predominio de impactos graves asociados a la contaminación hídrica y a la supresión de la vegetación ribereña. También se constató la necesidad de integrar políticas de saneamiento, reforestación y educación ambiental, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, 6, 11, 14 y 15. Se concluye que la sostenibilidad de la BHRP depende de la gestión participativa y de acciones educativas continuas, capaces de fortalecer la resiliencia ecológica y social de la Isla de Maranhão.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, Sostenibilidad, Gestión ambiental, Servicios ecosistémicos, Educación ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP), localizada na porção leste da Ilha do Maranhão e abrangendo aproximadamente 145 km², constitui um recurso hídrico estratégico e multifuncional, essencial para o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento socioeconômico da região metropolitana de São Luís. Seu curso atravessa zonas urbanas e rurais, influenciando diretamente a qualidade de vida das comunidades locais por meio do abastecimento de água, do suporte

a atividades de subsistência, da pesca artesanal e dos espaços destinados ao lazer e à recreação (Pereira *et al*., 2017; Jesus, 2024; Pinheiro *et al*., 2025).

Do ponto de vista científico, a BHRP revela processos contínuos de degradação ambiental associados à urbanização desordenada, à poluição hídrica e à exploração inadequada dos recursos naturais. A conversão de áreas vegetadas em superfícies impermeáveis, o lançamento de efluentes sem tratamento e a ocupação irregular das margens fluviais comprometem os serviços ecossistêmicos, fundamentais para a regulação do ciclo hidrológico e a manutenção da biodiversidade local (Santos; Marins; Alves, 2023). Sob a perspectiva social, a bacia representa uma fonte vital de sustento e um patrimônio ambiental e cultural, especialmente para as populações ribeirinhas que dependem diretamente de seus recursos. No âmbito econômico, destaca-se pela relevância nas atividades de turismo, agricultura, pesca e extrativismo de mariscos (Pereira *et al*., 2017; Sousa, 2022; Pinheiro *et al*., 2025).

Conforme discutido por Gomes, Dantas Neto e Silva (2018), os serviços ecossistêmicos traduzem os benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas oferecem à sociedade, abrangendo funções de provisão, regulação, suporte e valores culturais. Assim, a degradação ambiental da BHRP reflete não apenas a perda da qualidade físico-química da água, mas também a redução de funções ecológicas e sociais essenciais que sustentam o bem-estar humano, a economia local e a integridade ambiental da Ilha do Maranhão.

Nesse contexto, a educação ambiental, conforme o *art.* 1º da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), emerge como instrumento essencial para a sustentabilidade, ao promover a conscientização, a corresponsabilidade social e o fortalecimento do vínculo entre as comunidades locais e o território. De acordo com o *art.* 2º da mesma lei, a educação ambiental constitui um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades de ensino, bem como nas ações não formais voltadas à sensibilização da sociedade (BRASIL, 1999).

Essa diretriz normativa reforça a necessidade de integrar o conhecimento científico e o saber comunitário na gestão ambiental, aproximando a educação dos desafios reais dos territórios. Além disso, alinha-se diretamente aos

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 4, que preconiza uma educação de qualidade voltada à promoção da sustentabilidade, e dialoga com os ODS 6, 11, 14 e 15, ao incentivar a conservação da água, dos ecossistemas e o fortalecimento de comunidades urbanas mais resilientes e ambientalmente equilibradas.

Diante desse cenário, justifica-se a necessidade de pesquisas voltadas à compreensão integrada das dinâmicas ambientais, sociais e educativas da BHRP, capazes de subsidiar estratégias de manejo, recuperação e gestão sustentável. Assim, o presente estudo tem por objetivo identificar e categorizar os principais impactos e riscos socioambientais da bacia do Rio Paciência, relacionando-os aos serviços ecossistêmicos comprometidos e à importância da educação ambiental como eixo estruturante da sustentabilidade, de modo a oferecer subsídios científicos que orientem estratégias de recuperação, manejo e gestão sustentável deste importante sistema hídrico da Ilha do Maranhão.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

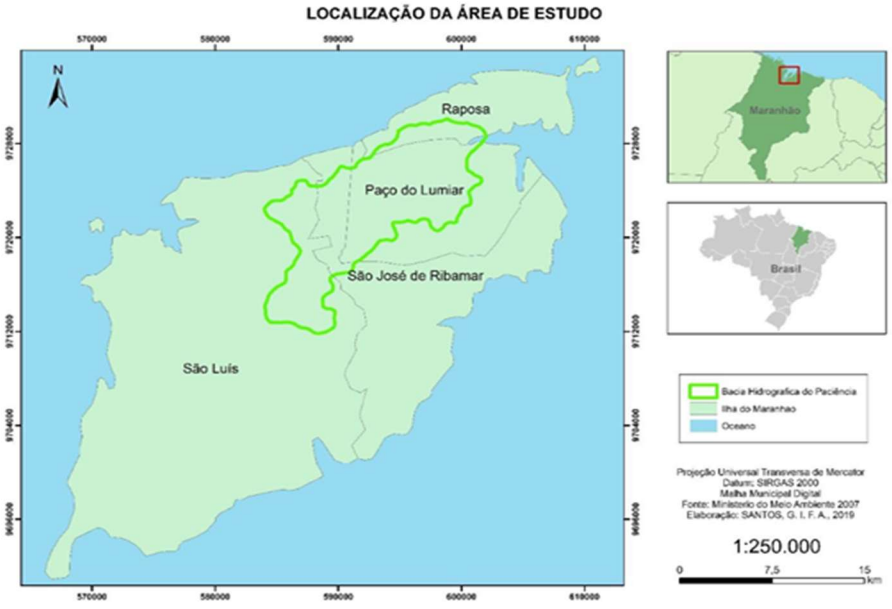
A Bacia Hidrográfica do Rio Paciência localiza-se na porção leste da Ilha do Maranhão, abrangendo os municípios de Raposa, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e São Luís, que integram a Região Metropolitana, conforme ilustrado na Figura 1. Sua configuração geomorfológica é caracterizada por topografia predominantemente plana, com a presença de solos flúvio-aluviais e extensas áreas de manguezal, característicos de planícies costeiras (Silva, 2012; Cavalcanti Júnior, 2016; Dos Santos *et al*., 2020).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo de caso foi desenvolvido no âmbito da disciplina Recuperação de Áreas Degradadas, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Maranhão (PRODEMA/UFMA). A pesquisa foi conduzida a partir de uma metodologia

estruturada em três etapas principais: (1) revisão de literatura, realizada mediante busca dos termos “Bacia Hidrográfica do Rio Paciência”, “meio ambiente”, “degradação” e “preservação”, utilizando o operador booleano *AND* em português, inglês e espanhol, com o objetivo de embasar teoricamente a temática; (2) visita técnica de campo, voltada ao reconhecimento da área e à coleta de informações *in loco*, por meio de observação direta e registro fotográfico; e (3) elaboração de um quadro de Análise Preliminar de Riscos (APR), adaptado de Barros (2013) e Dobke *et al*. (2021), destinado a apresentar a avaliação dos riscos ocupacionais e ambientais para os recursos hídricos, bem como a identificar, categorizar e classificar os principais riscos associados e os serviços ecossistêmicos afetados, de acordo com Gomes, Dantas Neto e Silva (2018), para a área estudada.

Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência, Ilha do Maranhão.



Fonte: Dos Santos *et al*. (2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão da literatura destacou que a Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP) enfrenta um conjunto de problemas ambientais recorrentes, diretamente associados à pressão antrópica sobre seus ecossistemas. Historicamente, o rio era utilizado para atividades como banho e pesca; contudo, atualmente

apresenta elevados níveis de poluição, tornando suas águas impróprias para qualquer contato humano, em função da presença de resíduos sólidos e da degradação da qualidade físico-química da água.

Diversos estudos indicam que o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento, a expansão urbana desordenada, a supressão de áreas de manguezal e a ocupação irregular das margens fluviais são fatores determinantes para a degradação da qualidade da água e para o comprometimento da dinâmica hidrossedimentológica da bacia. Esses processos resultam em assoreamento, eutrofização, presença de metais traço e perda de biodiversidade aquática, além de comprometerem os serviços ecossistêmicos prestados pelo rio (Figura 2), evidenciando a vulnerabilidade socioambiental das comunidades que dependem diretamente desse sistema hídrico (Santos; Marins; Alves, 2023).

Figura 2. Condições do Rio Paciência em dois pontos do bairro Jardim São Cristóvão, São Luís. (A) Av. José Sarney e (B) Av. Lourenço Vieira da Silva. (C) e (D) Obra da Avenida Metropolitana sobre o Rio Paciência, trecho Beira-Rio, município Paço do Lumiar.



Fonte: Autores (2023; 2025).

Os resultados corroboram com os achados de Castro e Pereira (2016), que identificaram na bacia do rio Paciência diversos riscos ambientais associados à urbanização desordenada e à impermeabilização do solo. Tais alterações intensificam o escoamento superficial, favorecendo processos de inundação e assoreamento dos canais. As autoras também apontam a perda da

vegetação ciliar, mangues e o despejo de esgoto como fatores responsáveis pela degradação da qualidade da água. Esses processos aumentam a vulnerabilidade ambiental e comprometem o equilíbrio hidrológico da bacia.

Recentemente, a implantação da Avenida Metropolitana, ao transpor o curso do rio, demonstra potencial para intensificar processos erosivos nas margens, alterar o regime hidrológico e comprometer a conectividade ecológica. Tais modificações podem ampliar a suscetibilidade a inundações e afetar a provisão de serviços ecossistêmicos do ambiente.

A gestão dos recursos hídricos na Ilha do Maranhão é regida pela Lei nº 8.149/2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, fundamentada no caráter público da água, na gestão descentralizada e na participação social, adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. O Decreto nº 27.845/2011 regulamenta a lei, estabelecendo mecanismos de outorga e cobrança, enquanto o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão (CONERH-MA) exerce função deliberativa e normativa, aprovando planos e diretrizes (MARANHÃO, 2004; 2011).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA-MA), em articulação com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), realizou consulta pública para coletar dados e contribuições destinadas à elaboração do diagnóstico e da proposta de enquadramento da bacia do rio Paciência. A ação integrou atividades voltadas à implementação e ao monitoramento da qualidade hídrica, envolvendo gestores, pesquisadores, moradores e setores produtivos, e reforçando a articulação entre ciência, políticas públicas e participação social (MARANHÃO, 2025).

A investigação dos Planos Diretores dos quatro municípios da região revela diferentes níveis de atenção ao Rio Paciência: em São Luís, os mapas de zoneamento apenas delimitam áreas da bacia; em São José de Ribamar, há referência direta à proteção hídrica; em Paço do Lumiar, a gestão é tratada de forma genérica; e em Raposa, o foco recai sobre os ecossistemas costeiros. Apesar da existência de instrumentos normativos de proteção, persiste a ausência de integração intermunicipal, recomendando-se a formulação de um plano de gestão integrado ou um consórcio público. Nesse contexto, o estudo de Shafiei *et al*. (2022) evidencia a importância de analisar os conflitos e as

interações entre as dimensões ambiental, social, econômica e institucional da sustentabilidade, permitindo mensurar a eficácia da gestão hídrica local e identificar áreas que demandam maior atenção.

A APR ocupacionais e ambientais da BHRP revelou múltiplas pressões sobre o ecossistema e as comunidades locais, classificadas em cinco categorias: (i) físicos, como enchentes e ruídos urbanos; (ii) químicos, incluindo resíduos industriais, metais pesados e pesticidas; (iii) biológicos, como proliferação de vetores e doenças de veiculação hídrica; (iv) erosivos/geomorfológicos, envolvendo assoreamento e alteração do fluxo do rio; e (v) urbanos/antrópicos, como ocupação irregular, lançamento de esgoto e acúmulo de lixo. Com base nessa classificação, foi possível avaliar a gravidade de cada risco e priorizar ações de mitigação e recuperação, apresentadas detalhadamente no Quadro 1.

Essa análise foi ampliada a partir da classificação dos serviços ecossistêmicos proposta por Gomes, Dantas Neto e Silva (2018), de modo a relacionar cada tipo de risco às funções ecológicas comprometidas. Essa abordagem permite compreender que a degradação ambiental reduz não apenas a qualidade física dos ecossistemas, mas também os benefícios sociais e ecológicos fundamentais à sustentabilidade da bacia em análise.

Quadro 1. Avaliação da gravidade e dos serviços ecossistêmicos afetados pelos riscos ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência (BHRP).

Categoria	Risco Ambiental	Gravidade	Descrição / Exemplo	Serviço Ecossistêmico Afetado (Gomes; Dantas Neto; Silva, 2018)	Consequência Ampliada	Ações de Redução Prioritárias
Físico	Inundações e alagamentos	**3 – Grave**	Pode causar desabrigados, prejuízos estruturais e contaminação de áreas urbanas	**Regulação** – controle de enchentes e regulação do ciclo hidrológico	Aumento da vulnerabilidade social, perdas materiais e risco à saúde pública	Drenagem sustentável, desobstrução de canais, reassentamento de famílias em áreas seguras
Químico	Metais pesados na água	**2 – Moderado**	Danos à saúde a médio prazo, especialmente por ingestão ou contato frequente	**Provisão e Regulação** – purificação da água e manutenção da qualidade	Contaminação de peixes e risco de bioacumulação na cadeia alimentar	Monitoramento da qualidade da água; tratamento de efluentes; controle de fontes industriais
Biológico	Proliferação de vetores (ex: dengue, leptospirose)	**3 – Grave**	Riscos à saúde pública em áreas sem saneamento	**Regulação** – controle biológico e equilíbrio de habitats	Epidemias em comunidades vulneráveis; aumento da carga no sistema de saúde	Melhoria do saneamento básico; manejo adequado de resíduos e drenagem urbana
Erosivo	Erosão das margens e assoreamento do leito	**2 – Moderado**	Reduz a capacidade do rio e agrava o risco de transbordamento	**Regulação e Suporte** – estabilidade do solo e retenção de sedimentos	Perda de áreas ribeirinhas; assoreamento e destruição de habitats aquáticos	Reflorestamento de APPs; técnicas de bioengenharia; controle de ocupações nas margens
Urbano	Lançamento de esgoto in natura	**3 – Grave**	Contaminação direta da população e dos ecossistemas	**Provisão e Regulação** – qualidade da água e autodepuração natural	Poluição hídrica; doenças de veiculação hídrica; perda do valor recreativo do rio	Instalação de ETEs; coleta e tratamento de esgoto; campanhas de educação ambiental

Físico	Umidade excessiva em casas	**1 – Leve**	Risco à estrutura e aparecimento de mofo	**Regulação** – controle microclimático	Desconforto térmico e respiratório em áreas insalubres	Melhoria habitacional e drenagem pluvial local
Químico	Poluição por óleo e combustível	**2 – Moderado**	Vazamentos de oficinas e postos atingem o solo e a água	**Provisão e Regulação** – purificação e integridade do solo e da água	Contaminação de lençóis freáticos e risco à fauna aquática	Coleta e destinação adequada de resíduos oleosos; fiscalização ambiental
Biológico	Animais peçonhentos nas áreas alagadas	**2 – Moderado**	Presença de serpentes e escorpiões após cheias	**Cultural e Regulação** – segurança ambiental e equilíbrio de espécies	Acidentes domésticos; medo e abandono de áreas habitadas	Limpeza de entulhos; drenagem; sensibilização comunitária

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em Barros (2013), Docke *et al*. (2021) e Gomes, Dantas Neto e Silva (2018).

.

Esses resultados indicam que a bacia sofre impactos múltiplos e interdependentes, demandando estratégias integradas de gestão e mitigação. A adoção de medidas preventivas, educação ambiental e políticas específicas para a Bacia do Rio Paciência torna-se urgente, especialmente considerando a necessidade de reduzir riscos de saúde pública, preservar a integridade ambiental e aumentar a resiliência da região frente às pressões urbanas e climáticas.

Complementarmente, Wang e Pan (2024) avançam na avaliação da resiliência ecológica ao propor uma metodologia baseada em padrões de paisagem, que permite analisar a capacidade de recuperação dos ecossistemas frente a distúrbios naturais e antrópicos. A abordagem considera fragmentação de habitats, conectividade ecológica, diversidade do uso do solo e heterogeneidade da vegetação, fornecendo indicadores quantitativos úteis para gestão ambiental. Aplicada à bacia do rio Shiyang, na China, demonstrou identificar áreas vulneráveis e orientar intervenções para fortalecer a resiliência de ecossistemas aquáticos. Essa metodologia oferece uma referência valiosa que pode ser adaptada a outros rios urbanos, incluindo contextos brasileiros, submetidos a pressões antrópicas semelhantes.

De acordo com o Plano Maranhão 2050, o documento constitui um instrumento estratégico voltado ao fortalecimento do planejamento de longo prazo do Estado do Maranhão, sendo especialmente relevante para a preservação dos recursos hídricos. Nesse contexto, destacam-se dois desafios principais: desafio 11 - reduzir os índices de desmatamento e queimadas, promovendo simultaneamente a proteção e a recuperação dos biomas; desafio 12 - estruturar a gestão dos recursos naturais e mitigar os impactos decorrentes das mudanças climáticas (SEPLAN MA, 2024).

Nesse contexto, a técnica das “cidades esponja”, bastante aplicada na China, surge como uma estratégia promissora para o Brasil. Baseada nas Soluções Baseadas na Natureza (SbN), essa abordagem busca reproduzir processos naturais, promovendo absorção, infiltração e retenção da água da chuva, reduzindo enchentes, assoreamento e poluição. Conforme revisões recentes, as SbN, incluindo infraestrutura verde e cidades esponja, são medidas eficientes para restaurar ecossistemas urbanos, melhorar a qualidade da água e

fortalecer a resiliência socioambiental, oferecendo benefícios simultâneos para os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano (Melo *et al*. 2022).

Diante disso, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 4 (educação de qualidade), ODS 6 (água potável e saneamento), ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), ODS 14 (vida na água) e ODS 15 (vida terrestre), fornecem um referencial fundamental para orientar políticas públicas voltadas à preservação e recuperação da bacia (ONU BRASIL, 2015). A integração desses objetivos permite promover a proteção das nascentes, o reflorestamento das margens, o controle da poluição e o planejamento urbano sustentável, contribuindo para a manutenção da qualidade da água, a conservação da biodiversidade aquática, a redução dos riscos de enchentes e a preservação ambiental. Assim, a adoção dos ODS na gestão da bacia do rio Paciência se apresenta como um instrumento relevante para garantir a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades que dependem desse importante recurso hídrico.

Além dos desafios técnicos e estruturais, a sustentabilidade da BHRP depende também da dimensão educativa. Nesse contexto, destaca-se o ODS 4 (Educação de Qualidade), em especial a Meta 4.7, que propõe garantir que todos adquiram conhecimentos e habilidades necessários para promover o desenvolvimento sustentável, os direitos humanos, a igualdade de gênero e a cultura de paz.

No Brasil, essa meta se materializa por meio da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), que reconhece a educação ambiental como componente essencial e permanente da formação cidadã (BRASIL, 1999). No âmbito da BHRP, essa perspectiva se concretiza em ações educativas formais e informais, voltadas à conscientização ambiental, à valorização dos recursos hídricos e à corresponsabilidade das comunidades locais na sua conservação.

Na BHRP, essa meta se concretiza por meio da conscientização comunitária e do fortalecimento da educação formal e informal, articulando escolas, universidades e organizações locais na gestão participativa da água e do território. Assim, a educação emerge como eixo estruturante da sustentabilidade, garantindo que as intervenções físicas e institucionais sejam

acompanhadas por um processo contínuo de formação cidadã e transformação cultural.

Assim, a educação ambiental deve ser entendida de forma ampliada, enquanto educação para a sustentabilidade, integrando dimensões ecológicas, sociais e culturais. Essa abordagem estimula valores éticos e solidários, reforçando o respeito à diversidade, a equidade social e a convivência pacífica entre sociedade e natureza.

Dessa forma, o ODS 4 atua como eixo transversal que potencializa o alcance dos ODS 6, 11, 14 e 15, pois a consolidação de práticas sustentáveis depende, antes de tudo, da construção coletiva de saberes e da consciência ambiental crítica. Ao formar sujeitos capazes de compreender a interdependência entre ambiente, economia e cultura, a educação torna-se o principal vetor de transformação e resiliência socioambiental na BHRP.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo identificou impactos socioambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Paciência, abrangendo pressões urbanas, químicas, biológicas, erosivas e antrópicas. A degradação decorre da urbanização desordenada, do descarte inadequado de resíduos e das alterações na dinâmica hídrica. Recomenda-se implantar políticas de gestão integrada, recuperação de áreas degradadas, controle de efluentes e programas de educação ambiental com participação comunitária. Destaca-se a necessidade de uma normativa municipal específica para a bacia, visando ações coordenadas de preservação e uso sustentável. Essas medidas fortalecem a resiliência ecológica e contribuem para o cumprimento dos ODS 4, 6, 11, 14 e 15.

ODS

A bacia hidrográfica do rio Paciência (BHRP) está vinculada aos ODS 4 (Educação de qualidade), 6 (água potável e saneamento), 11 (cidades e comunidades sustentáveis), 14 (vida na água) e 15 (vida terrestre). O ODS 4, mais especificamente a meta 4.7, visa garantir que todos os alunos adquiram os

conhecimentos e habilidades necessários para promover o desenvolvimento sustentável, incluindo educação para a cidadania global, valorização da diversidade cultural, promoção da paz, dos direitos humanos e da igualdade de gênero, e fortalecimento da sustentabilidade ambiental. O ODS 6 reforça a gestão sustentável da água e do saneamento (metas 6.1, 6.3 e 6.6), enquanto o ODS 11 contribui para o planejamento urbano integrado (meta 11.3), a redução de desastres como enchentes (meta 11.5) e a ampliação de áreas verdes (meta 11.7). O ODS 14 promove a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas aquáticos (metas 14.1 e 14.2), e o ODS 15 assegura a proteção da biodiversidade terrestre e das florestas (metas 15.1 e 15.5). A degradação causada pelo crescimento urbano desordenado e pelo descarte irregular evidencia os desafios para a sustentabilidade da Ilha do Maranhão. Assim, a proteção da BHRP é necessária para a resiliência ambiental, a inclusão social e a sustentabilidade urbana.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e à Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

REFERÊNCIAS

BARROS, S. S. **Análise de riscos**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2013. Disponível em: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/3/32/Livro_AnaliseRiscos.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.

BRASIL. **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em:https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: Acesso em: 08 nov. 2025.

CASTRO, R. M. S.; PEREIRA, E. D. **Análise geoambiental da porção superior da bacia do rio Paciência: subsídio para o planejamento ambiental**. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 18., 2016, São Luís. Anais. São Luís: AGB, 2016. Disponível em: https://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468878227_ARQUIVO_TRABALHOENG_SLZRENATAC.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.

CAVALCANTI JÚNIOR, F. A. Zoneamento do escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Paciência, Ilha do Maranhão – MA. 2016. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1ac5702d-6ead-4ccd-b301-497e0b67975b/content. Acesso em: 3 out. 2025.

DOBKE, D.; GADOTTI, G. I.; FRANCHINI, D.; DOS SANTOS FRANZ, L. A.; CASTRO, A. S.; BERNARDY, R. Análise de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 10, p. 369-382, 2021. Disponível em: https://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6510/3874. Acesso em: 24 out. 2025.

DOS SANTOS, G. I. F. A. et al. Levantamento das características hidrogeológicas do Aquífero Barreiras e Itapecuru na bacia hidrográfica do Rio Paciência-MA. **Águas Subterrâneas**, v. 34, n. 1, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.14295/ras.v34i1.29811. Acesso em: 1 out. 2025.

GOMES, A. S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 12–23, 2018. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.004.0002

JESUS, D. M. M. D. Estratégias de sustentabilidade para um ecoturismo na zona costeira maranhense, município de Paço do Lumiar. 2024. 151 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2024.

MARANHÃO. **Decreto nº 27.845, de 18 de novembro de 2011**. Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 18 nov. 2011. Disponível em: https://www.engeflora.net/files_d/27.845-11_1305030447.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.

MARANHÃO. **Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 15 jun. 2004. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/ma/lei-ordinaria-n-8149-2004-maranhao-dispoe-sobre-a-politica-estadual-de-recursos-hidricos-o-sistema-de-gerenciamento-integrado-de-recursos-hidricos-e-da-outras-providencias. Acesso em: 3 out. 2025.

MARANHÃO. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais.** SEMA realiza consulta pública para elaboração de diagnóstico e proposta de enquadramento da bacia do Rio Paciência. São Luís, 25 ago. 2025. Disponível em: https://www.sema.ma.gov.br/noticias/sema-realiza-consulta-publica-para-elaboracao-de-diagnostico-e-proposta-de-enquadramento-da-bacia-do-rio-paciencia. Acesso em: 3 out. 2025.

MELO, N. D. de; FERREIRA, L. K.; MARGATO, A. P.; OKAWA, C. M. P. **Soluções baseadas na natureza: uma revisão sistemática da literatura.** In: XIV ENAU – Encontro Nacional de Águas Urbanas; IV Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos, 2022. Anais... 2022. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/189/XIV-ENAU_IV-SRRU0022-1-0-20220815-192518.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.

ONU BRASIL (Organização das Nações Unidas Brasil). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt–br/sdgs. Acesso em: 16 out. 2025.

PEREIRA, T. D. J. F.; DE CASTRO, A. C. L.; FERREIRA, H. R. S.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; DE JESUS AZEVEDO, J. W.; MOREIRA, M. D. S. Extrativismo de mariscos na Ilha do Maranhão (MA): implicações ecológicas e socioeconômicas. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 2, p. 831-853, 2017.

PINHEIRO, K. S. F.; CAMPOS, J. E. G.; DE SOUSA, C. J. D. S.; SÍRIO, D. D. L. N. Hidroquímica e análise da capacidade de autodepuração do Rio Paciência, Ilha do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 44, n. 1, p. 83-101, 2025.

SANTOS, T. T. L.; MARINS, R. V.; ALVES, L. P. Review on metal contamination in equatorial estuaries in the Brazilian Northeast. **Frontiers in Earth Science**, v. 11, p. 1142649, 2023. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/earth-science/articles/10.3389/feart.2023.1142649/full. Acesso em: 24 out. 2025.

SEPLAN MA (Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento do Maranhão). **Plano Estratégico de Longo Prazo Maranhão 2050**. 2024.

Disponível em: https://maranhao2050.ma.gov.br/maranhao-2050/. Acesso em: 24 out. 2025.

SHAFIEI, M.; RAHMANI, M.; GHARARI, S.; DAVARY, K.; ABOLHASSANI, L.; TEIMOURI, M. S.; GHARESIFARD, M. Sustainability assessment of water management at river basin level: concept, methodology and application. **Journal of Environmental Management**, v. 316, p. 115201, 2022.

SILVA, Q. D. da. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. 2012. 248 f. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/101458. Acesso em: 3 out. 2025.

SOUSA, C. J. S. **Análise espacial do processo de ocupação da Ilha do Maranhão entre 1973 a 2010: uma abordagem baseada em imagens multitemporais de sensoriamento remoto**. In: AMORIM, J. G. B. Caminhos para o desenvolvimento sustentável: perspectivas interdisciplinares. São Paulo: Editora Dialética, 2022. v. 2, p. 55-88.

WANG, Y.; PAN, J. Landscape-based ecological resilience and impact evaluation in arid inland river basin: a case study of Shiyang River Basin. **Applied Geography**, v. 167, p. 103299, 2024.