v7.n10.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

FITORREMEDIAÇÃO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA A RECUPERAÇÃO DO RIACHO BACURI, EM IMPERATRIZ-MA

PHYTOREMEDIATION AS A SUSTAINABLE SOLUTION FOR THE RECOVERY OF THE BACURI STREAM, IMPERATRIZ-MA

FITORREMEDIACIÓN COMO SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARA LA RECUPERACIÓN DEL ARROYO BACURI, IMPERATRIZ-MA

Rogério Lima Avelino Filho[1], Bruno Ricardo Carvalho Silva[2], Larissa Anjos Félix[2], Stephany Rodrigues Amorim[3], Emilly Nascimento Mota Rodrigues[4], Giuliana Lima Oliveira[5], Letícia Souza da Silva[6], Gabriel Moraes da Silva[7]

e7109250
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i10.9250

PUBLICADO: 10/2026

RESUMO

Este estudo investiga as condições de saneamento básico no bairro Bacuri, em Imperatriz (MA), em 2025, onde foi constatado o despejo de esgoto e resíduos sólidos diretamente no riacho que atravessa a comunidade. A pesquisa buscou responder à questão: quais os impactos da ausência de saneamento básico no bairro Bacuri e de que forma práticas sustentáveis, como a fitorremediação, podem contribuir para a recuperação ambiental e o bem-estar da população local? A hipótese é que a falta de infraestrutura adequada afeta a saúde pública e o meio ambiente, cenário reversível com práticas sustentáveis. O objetivo foi analisar a qualidade da água do riacho e propor soluções viáveis para o tratamento de esgoto e coleta de resíduos sólidos. A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica, levantamento fotográfico da área e análise laboratorial da qualidade da água, comparada aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de classe 2. Os resultados da amostra analisada indicaram carga orgânica elevada, baixo oxigênio dissolvido, excesso de nutrientes e metais dissolvidos acima dos limites legais, além de deficiência na infraestrutura de esgotamento sanitário e descarte recorrente de resíduos nas margens, observados em campo. Propuseram-se intervenções sustentáveis, como técnicas de fitorremediação com espécies como aguapé, capim-vetiver e taboa, além da promoção contínua de ações de educação ambiental. Conclui-se que a fitorremediação, associada a práticas de saneamento básico adaptadas à realidade local, constitui proposta técnica promissora para a recuperação do riacho Bacuri, a ser validada por monitoramento em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Fitorremediação. Saneamento básico. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study investigates the basic sanitation conditions in the Bacuri neighborhood, in Imperatriz (MA), in 2025, where the direct discharge of sewage and solid waste into the stream that crosses the community was verified.

[1] Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade CEUMA, pesquisador na área de paisagismo urbano.
[2] Graduando(a) em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade CEUMA, pesquisador(a) na área de paisagismo.
[3] Arquiteta e Urbanista, licenciada em Ciências com habilitação em Matemática, pós-graduada e docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade CEUMA.
[4] Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela UNISINOS, docente da Universidade CEUMA e pesquisadora na área de arquitetura paisagística e urbanismo sustentável.
[5] Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela PUC-Campinas, docente da Universidade CEUMA e pesquisadora na área de urbanismo.
[6] Mestre em Conservação e Restauração de Monumentos e Núcleos Históricos pela UFBA, docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade CEUMA.
[7] Doutorando em Urbanismo pela Universidade de Lisboa, mestre em Arquitetura Paisagística pela UFRJ e docente da Universidade CEUMA, pesquisador em infraestrutura ecológica e paisagem amazônica.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

The research sought to answer the question: what are the impacts of the absence of basic sanitation in the Bacuri neighborhood, and how can sustainable practices, such as phytoremediation, contribute to environmental recovery and the well-being of the local population? The hypothesis is that the lack of adequate infrastructure affects public health and the environment, a scenario reversible through sustainable practices. The objective was to analyze the water quality of the stream and propose viable solutions for sewage treatment and solid waste collection. The methodology included bibliographic research, a photographic survey of the area, and laboratory analysis of water quality, compared with the CONAMA Resolution No. 357/2005 standards for class 2 freshwater. The results of the analyzed sample indicated high organic load, low dissolved oxygen, and excess nutrients and dissolved metals above legal limits, in addition to deficient sewage infrastructure and recurrent waste disposal along the banks, observed in the field. Sustainable interventions were proposed, such as phytoremediation with species such as water hyacinth, vetiver grass, and cattail, in addition to the continuous promotion of environmental education actions. It is concluded that phytoremediation, combined with basic sanitation practices adapted to the local reality, is a promising technical proposal for the recovery of the Bacuri stream, to be validated through field monitoring.

KEYWORDS: *Phytoremediation. Basic sanitation. Sustainability.*

RESUMEN

Este estudio investiga las condiciones de saneamiento básico en el barrio Bacuri, en Imperatriz (MA), en 2025, donde se constató el vertido de aguas residuales y residuos sólidos directamente en el arroyo que atraviesa la comunidad. La investigación buscó responder: ¿cuáles son los impactos de la ausencia de saneamiento básico en el barrio Bacuri y cómo prácticas sostenibles, como la fitorremediación, pueden contribuir a la recuperación ambiental y al bienestar local? La hipótesis es que la falta de infraestructura adecuada afecta la salud pública y el ambiente, escenario reversible con prácticas sostenibles. El objetivo fue analizar la calidad del agua del arroyo y proponer soluciones para el tratamiento de aguas residuales y la recolección de residuos. La metodología incluyó investigación bibliográfica, levantamiento fotográfico y análisis de laboratorio del agua, comparada con los estándares de la Resolución CONAMA nº 357/2005 para aguas dulces de clase 2. Los resultados de la muestra analizada indicaron elevada carga orgánica, bajo oxígeno disuelto y exceso de nutrientes y metales disueltos por encima de los límites legales, además de deficiencia en la infraestructura de saneamiento y descarte recurrente de residuos en las márgenes, observados en campo. Se propusieron intervenciones sostenibles, como técnicas de fitorremediación con especies como el jacinto de agua, el pasto vetiver y la totora, además de acciones continuas de educación ambiental. Se concluye que la fitorremediación, asociada a prácticas de saneamiento básico adaptadas a la realidad local, constituye propuesta técnica prometedora para la recuperación del arroyo Bacuri, a validar mediante monitoreo en campo.

PALABRAS CLAVE: *Fitorremediación. Saneamiento básico. Sostenibilidad.*

INTRODUÇÃO

Este estudo insere-se no campo das Ciências Ambientais, com foco em saneamento básico e saúde pública, e tem como objeto de investigação o trecho entre as Ruas Dom Pedro I e Dom Pedro II, no bairro Bacuri, localizado na cidade de Imperatriz, estado do Maranhão (Figura 1). O interesse pelo tema emergiu a partir de observações realizadas *in loco* no ano de 2025,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

quando se constatou a precariedade no tratamento de esgoto e a irregularidade na coleta de lixo urbano. Trata-se de uma área densamente ocupada, conforme observado em campo, onde a ausência de um sistema eficiente de captação e tratamento de efluentes tem resultado no despejo direto de dejetos residenciais no riacho que corta o bairro, agravando os impactos ambientais e sanitários.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de registro



Fonte: Os autores (2025).

A paisagem urbana do bairro revela traços claros da degradação ambiental. As margens do riacho encontram-se cobertas por resíduos sólidos descartados de forma inadequada (Figura 2), enquanto o curso d'água exala odores desagradáveis e apresenta coloração escura e aspecto contaminado. As habitações situadas nas proximidades carecem de infraestrutura básica. Esses elementos configuram uma realidade preocupante, suscitando a seguinte questão de pesquisa: quais são os impactos da ausência de saneamento básico no bairro Bacuri, e de que forma as

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

práticas sustentáveis, como a fitorremediação[1] e a regularização da coleta de lixo, podem contribuir para a recuperação ambiental e o bem-estar da população local?

Figura 2. Despejo inadequado de resíduos sólidos



Fonte: Os autores (2025).

A relevância desta pesquisa está relacionada à necessidade urgente de propor alternativas técnicas e sustentáveis para mitigar os danos ambientais observados. A partir disso, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar a qualidade da água do riacho do bairro Bacuri e propor soluções sustentáveis para o tratamento e a coleta de esgoto e de lixo urbano. Como objetivos específicos, pretende-se: (i) avaliar a qualidade da água do riacho local; (ii) propor uma forma sustentável de manejo dos efluentes despejados pelas residências; e (iii) apresentar alternativas de tratamento de esgoto, com destaque para a técnica da fitorremediação, bem como propor medidas para a coleta regular e eficiente dos resíduos sólidos.

A hipótese que norteia este estudo postula que a ausência de um sistema adequado de saneamento básico impacta diretamente a saúde dos moradores e a qualidade ambiental do

[1]Fitorremediação: técnica que utiliza plantas e microrganismos associados para remover, estabilizar ou degradar poluentes presentes na água, no solo ou no ar, promovendo a despoluição de corpos hídricos e áreas contaminadas de forma sustentável.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

bairro Bacuri, sendo possível mitigar esses efeitos por meio da implementação de práticas sustentáveis, como a fitorremediação e a reestruturação da coleta de resíduos sólidos. Para verificá-la, combinaram-se levantamento de campo, registro fotográfico, análise laboratorial da água e revisão bibliográfica e documental, conforme detalhado na seção de metodologia.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, compreendido como o conjunto de serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2007). No âmbito local, esses quatro componentes são organizados pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Imperatriz, instrumento de planejamento que reúne o diagnóstico dos serviços no município e as diretrizes para sua universalização (Imperatriz, 2023). Quando a coleta e o tratamento do esgoto não alcançam determinadas áreas da cidade, os efluentes domésticos passam a ser lançados diretamente nos cursos d'água urbanos, comprometendo sua qualidade e expondo a população a riscos sanitários.

A avaliação da qualidade desses corpos hídricos tem como referência a Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica as águas superficiais segundo seus usos preponderantes e define os padrões a serem atendidos em cada classe (Brasil, 2005). Conforme o art. 42 da resolução, enquanto não houver enquadramento aprovado, as águas doces são consideradas de classe 2, destinadas, entre outros usos, ao abastecimento humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário.

Dentro desse contexto, buscou-se priorizar soluções sustentáveis e economicamente viáveis para a realidade estudada. No tratamento de águas residuárias, destacam-se as macrófitas aquáticas, pois, conforme Chaves *et al*. (2023, p. 199, grifo nosso), "as macrófitas possuem um grande potencial fitorremediativo em estações de tratamento de esgoto e podem ser utilizadas nas *Wetlands*"[2], atuando como tratamento complementar ou alternativo, de baixo custo e boa eficiência.

Entre as espécies com potencial fitorremediador, cada uma atua sobre poluentes específicos, o que permite combiná-las conforme os parâmetros críticos de cada corpo hídrico.

[2]*Wetlands*: termo em inglês que designa áreas alagadas ou saturadas, naturais ou construídas, nas quais plantas aquáticas e microrganismos associados atuam na melhoria da qualidade da água. Os *wetlands* construídos, também denominados alagados construídos, são sistemas projetados de tanques, lagoas ou canais rasos cultivados com macrófitas para o tratamento de efluentes (Chaves *et al*., 2023; Silva; Fortuna, 2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O aguapé (*Eichhornia crassipes*) possui raízes que funcionam como filtro biológico e favorecem a decomposição microbiana da matéria orgânica, com reduções relatadas de 95% na cor, 83% na turbidez e 53% na demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de efluente doméstico (Dias; Nascimento; Meneses, 2016 *apud* Chaves *et al*., 2023). A taboa (*Typha domingensis*) possui raízes que oxigenam a rizosfera e absorvem nutrientes (Martins *et al*., 2007). A *Pontederia parviflora* (murerê), cultivada em *wetlands* construídos, removeu entre 84% e 91% da DBO e da demanda química de oxigênio (DQO), além de 93% do fósforo (Ito *et al*., 2019), e também apresentou capacidade de remover cobre (Albuquerque, 2012 *apud* Chaves *et al*., 2023). A lentilha-d'água (*Spirodela polyrhiza*) pode remover até 80% do ferro e 34% do manganês (Silva; Lizieri; Oliveira Júnior, 2021).

O capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), embora não seja aquático, adapta-se a solos úmidos e é indicado para as margens. Suas raízes densas, que podem atingir cinco metros de profundidade, favorecem a formação de biofilme e a estabilização da matéria orgânica (Pereira, 2006 *apud* Santos, 2019), além de absorverem o cobre na forma iônica (Cu^{2+}) e acumulá-lo nos tecidos vegetais, retirando o metal do solo das margens (Santos, 2019).

Essas plantas podem ser empregadas em lagoas de macrófitas ou em sistemas de *wetlands* construídos, cujas principais vantagens são o baixo custo de implantação e operação e a elevada eficiência na remoção de nutrientes e contaminantes. Esses sistemas, contudo, devem ser dimensionados conforme o tipo de efluente, considerando a escolha das espécies e os aspectos hidráulicos (Chaves *et al*., 2023). Além disso, o crescimento acelerado das macrófitas exige manejo: quando em excesso, a biomassa pode cobrir o espelho d'água, reduzir a oxigenação e favorecer o assoreamento (Chaves *et al*., 2023), e o potencial invasivo do aguapé em ambientes mal manejados deve ser considerado (Vilhena *et al*., 2025). Por outro lado, a biomassa retirada pode ser aproveitada, por exemplo, em processos de compostagem para uso como adubo orgânico (Chaves *et al*., 2023).

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido durante o primeiro semestre de 2025, no bairro Bacuri, em Imperatriz-MA, abrangendo etapas de trabalho de campo, exames laboratoriais e análise documental. As atividades tiveram início com observações diretas no local, voltadas a identificar os fatores que levam ao descarte irregular de efluentes e resíduos sólidos no riacho que atravessa a comunidade (Figura 3).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 3. Descarte inadequado de efluentes domésticos



Fonte: Os autores (2025).

Metodologicamente, caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa e exploratória. A abordagem quantitativa, conforme aponta Gil (2017), fundamenta-se na coleta de dados mensuráveis, permitindo avaliar a extensão dos fenômenos e identificar padrões numéricos que apoiem interpretações objetivas, sendo empregada na mensuração dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, além da quantificação da ocorrência e da intensidade das fontes de poluição detectadas no riacho Bacuri. Já a abordagem exploratória possibilitou maior aproximação e familiaridade com o problema investigado, por meio do

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

levantamento fotográfico da área e da observação direta em campo, contribuindo para uma compreensão mais ampla do contexto socioambiental do bairro Bacuri (Figura 4).

Figura 4. Residências às margens do riacho sem infraestrutura de saneamento básico



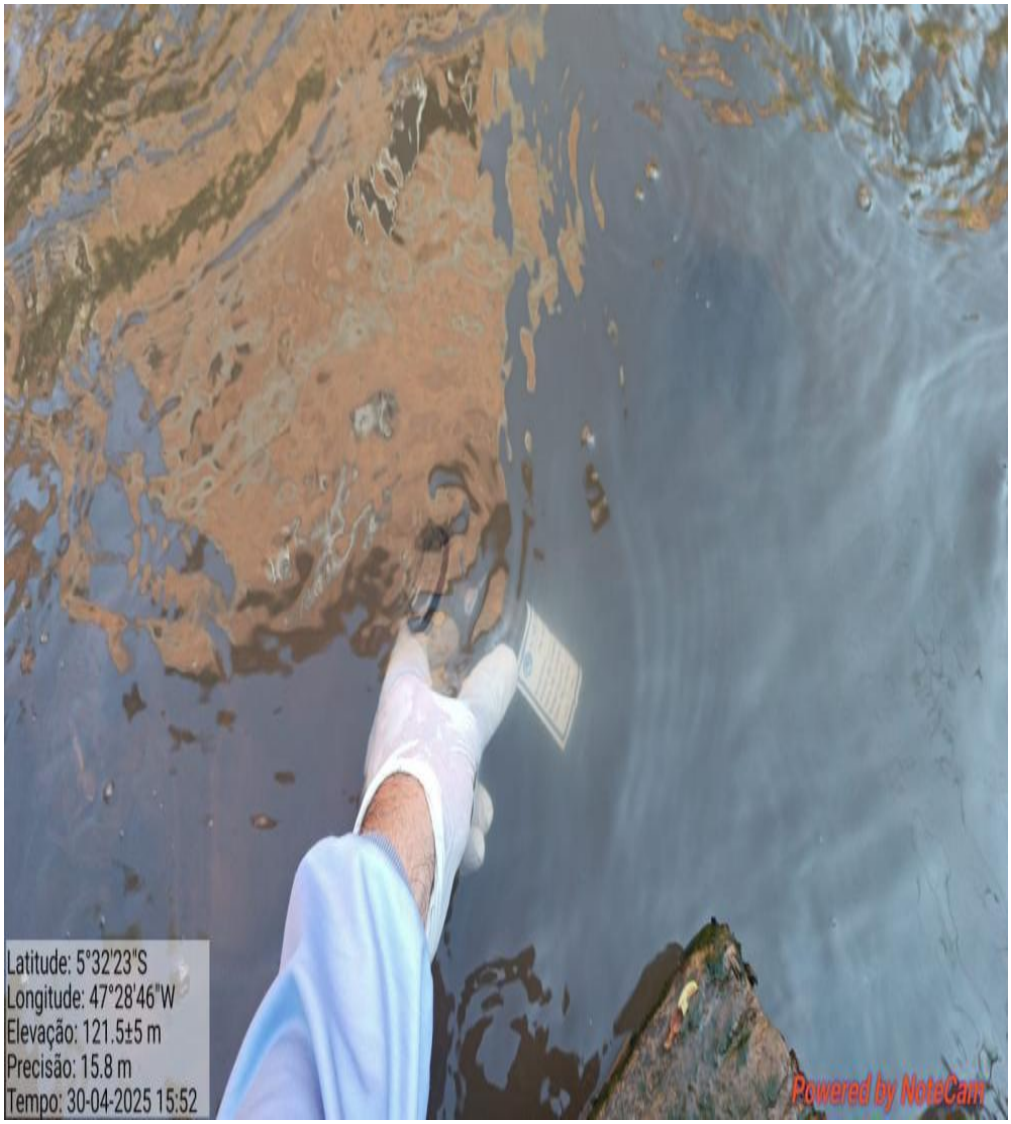
Fonte: Os autores (2025).

As amostras de água foram coletadas em ponto único do riacho Bacuri (5°32’23” S; 47°28’46” O), em 30 de abril de 2025 (Figura 5), juntamente com o Laboratório de Análises Ambientais Acquáriu’s, possibilitando a determinação de indicadores físico-químicos e microbiológicos essenciais para avaliar seu estado de conservação. As análises seguiram os

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

métodos indicados no laudo laboratorial (Figura 6), permitindo identificar o nível de poluição e degradação da água utilizada no cotidiano da comunidade. Os resultados foram comparados aos padrões estabelecidos para águas doces de classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005, classe adotada com base no art. 42 da resolução, uma vez que o riacho Bacuri não possui enquadramento aprovado (Brasil, 2005).

Figura 5. Coleta da amostra de água para análise laboratorial



Fonte: Laboratório de Análises Ambientais Acquáriu's (2025).

Simultaneamente, procedeu-se a um levantamento ambiental em campo, envolvendo o mapeamento das principais fontes poluidoras, registro fotográfico e diagnóstico da infraestrutura sanitária existente. Verificou-se que muitas residências não dispõem de fossas sépticas, há

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ligações clandestinas de esgoto e acúmulo de resíduos domésticos tanto nas margens quanto no leito do riacho.

O trabalho também incluiu pesquisa bibliográfica e análise de documentos oficiais, com destaque para o Plano Municipal de Saneamento Básico de Imperatriz (Imperatriz, 2023), elaborado em conformidade com a Lei Federal nº 11.445/2007. Embora o documento estabeleça diretrizes para garantir o acesso universal ao saneamento e à proteção ambiental, observa-se que, em bairros periféricos como o Bacuri, persistem sérias deficiências na coleta e no tratamento de esgoto, assim como na gestão dos resíduos sólidos.

A integração entre os dados obtidos por meio da pesquisa de campo, as análises laboratoriais e a revisão documental possibilitou uma compreensão ampla do problema. Como aponta Gil (2017), a associação de diferentes delineamentos de pesquisa permite uma aproximação mais fidedigna com a realidade estudada, fornecendo subsídios para a proposição de alternativas adequadas à realidade social e ambiental da comunidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise laboratorial da amostra coletada no riacho Bacuri indicou um cenário crítico de poluição hídrica, compatível com o lançamento de efluentes domésticos e com a ausência de infraestrutura de saneamento básico observada em campo. Os parâmetros avaliados foram comparados aos padrões para águas doces de classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), e os resultados completos são apresentados na Figura 6. Entre os parâmetros em desacordo com o padrão exigido, destacam-se: cor verdadeira, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cobre dissolvido, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, nitrogênio amoniacal total e oxigênio dissolvido. O alumínio dissolvido (0,07 mg/L) e os coliformes termotolerantes permaneceram dentro dos limites legais. Por se tratar de uma única amostra, esses resultados retratam a condição do trecho no momento da coleta e não devem ser generalizados para todo o curso d'água.

As espécies indicadas a seguir foram selecionadas com base na literatura. Sua eficiência nas condições específicas do riacho Bacuri não foi testada neste estudo e constitui proposta técnica a ser validada por experimentos e monitoramento em campo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 6. Resultados da análise laboratorial da amostra de água do riacho Bacuri

ENSAIOS					
ANÁLISES	RESULTADOS	UNIDADES	PADRÃO LEGAL	MÉTODOS	DATA DOS ENSAIOS
Coliformes Termotolerantes	920	NMP/100mL	Máx.: 1000 [A]	SMWW 24ª Ed. 9221 E	30/04/2025 A 03/05/2025
Cor Verdadeira	137,0	mg Pt-Co/L	Máx.: 75 [A]	SMWW 24ª Ed. 2120 C	30/04/2025
Turbidez	20,7	NTU	Máx.: 100 [A]	SMWW 24ª Ed. 2130 B	30/04/2025
pH	6,69	pH à 25°C	6,0 – 9,0 [A]	ABNT NBR 9251:1986	30/04/2025
Condutividade Eletrolítica	378,3	µS/cm	NA	SMWW 24ª Ed. 2510 B	30/04/2025
Oxigênio Dissolvido	3,05	mg/L	Mín.: 5 [A]	SMWW 24ª Ed. 4500 O G	30/04/2025
Sólidos Sedimentáveis	0,10	mL/L/h	NA	SMWW 24ª Ed. 2540 F	02/05/2025
DBO_5	255,0	mg/L	Máx.: 5 [A]	SMWW 24ª Ed. 5210 B	30/04/2025 A 05/05/2025
DQO	550,0	mg/L	NA	POP FQ 018	02/05/2025
Óleos e Graxas Totais	Virtualmente Ausentes	mg/L	Virtualmente Ausentes [A]	SMWW 24ª Ed. 5520 D	02/05/2025
Alumínio Dissolvido	0,07	mg/L	Máx.: 0,1 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Cádmio Total	<0,001	mg/L	Máx.: 0,001 [A]	SMWW 24ª Ed. 3500 Cd	03/05/2025
Chumbo Total	<0,001	mg/L	Máx.: 0,01 [A]	SMWW 24ª Ed. 3500 Pb	03/05/2025
Cianeto Livre	0,000	mg/L	Máx.: 0,005 [A]	POP FQ 018	03/05/2025
Cobre Dissolvido	0,010	mg/L	Máx.: 0,009 [A]	POP FQ 018	03/05/2025
Ferro Dissolvido	2,13	mg/L	Máx.: 0,3 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Fósforo Total	1,60	mg/L	Máx.: 0,050 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Manganês Total	0,30	mg/L	Máx.: 0,1 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Manganês Dissolvido	0,30	mg/L	NA	POP FQ 018	02/05/2025
Mercúrio Total	<0,0001	mg/L	Máx.: 0,0002 [A]	SMWW 24ª Ed. 3500 Hg	05/05/2025
Níquel Total	<0,001	mg/L	Máx.: 0,025 [A]	SMWW 24ª Ed. 3500 Ni	05/05/2025
Nitrato	2,30	mg/L	Máx.: 10,0 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Nitrito	0,00	mg/L	Máx.: 1,0 [A]	POP FQ 018	02/05/2025
Nitrogênio Amoniacal Total	6,38	mg/L	Máx.: 3,7 para pH ≤ 7,5 [A]	POP FQ 018	02/05/2025

Fonte: Laboratório de Análises Ambientais Acquáriu's (2025).

Os coliformes termotolerantes apresentaram 920 NMP/100 mL (número mais provável por 100 mL), valor próximo ao limite de 1.000 NMP/100 mL. O resultado indica contaminação de origem fecal, possivelmente associada ao despejo direto de esgoto doméstico, à ausência de fossas sépticas e às ligações clandestinas à rede pluvial observadas em campo. Qualquer agravamento dessa condição amplia os riscos de transmissão de doenças como gastroenterites, hepatite A e febre tifoide à população que mantém contato com o riacho (OMS, 2022). Recomenda-se o uso de *Eichhornia crassipes*, considerando que, em tanques cultivados com a espécie congênere *Eichhornia azurea*, os coliformes termotolerantes diminuíram até 4,2 unidades logarítmicas em três semanas (Silva; Fortuna, 2021).

O baixo teor de oxigênio dissolvido (3,05 mg/L), inferior ao mínimo de 5 mg/L, está associado ao aumento da DBO, decorrente da decomposição de matéria orgânica oriunda do esgoto doméstico e de resíduos lançados diretamente no leito. Essa condição favorece

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

organismos tolerantes à poluição e reduz espécies mais sensíveis, alterando a estrutura do ecossistema. Para mitigar esse quadro, recomenda-se o uso de *Pontederia parviflora*, que em *wetlands* construídos removeu entre 84% e 91% da DBO e da DQO (Ito *et al*., 2019); ao reduzir a carga orgânica, a espécie contribui indiretamente para a recuperação do oxigênio dissolvido.

A amostra apresentou cor verdadeira de 137 mg Pt-Co/L, acima do limite de 75 mg Pt-Co/L, associada à presença de ácidos húmicos e fúlvicos, decomposição de matéria orgânica e contribuição de metais dissolvidos como ferro e manganês. Também é possível que descargas de efluentes artesanais ou industriais contendo pigmentos e corantes intensifiquem essa coloração. Recomenda-se o uso de *Eichhornia crassipes*, que possui raízes fibrosas capazes de absorver compostos dissolvidos e metais, além de favorecer a clarificação da água (Esteves, 2011), com reduções de cor relatadas de até 95% (Dias; Nascimento; Meneses, 2016 *apud* Chaves *et al*., 2023).

A DBO foi de 255,0 mg/L, muito acima do limite de 5 mg/L, valor que indica carga orgânica extremamente elevada, com implicações diretas na redução do oxigênio dissolvido e favorecimento de processos anaeróbios, que geram odores e compostos tóxicos. Esse cenário é compatível com o lançamento de esgoto doméstico não tratado, podendo haver contribuição de efluentes de atividades comerciais de pequeno porte. Para mitigação, recomenda-se o uso de *Typha domingensis*, cujo sistema radicular promove a oxigenação da rizosfera e a absorção de nutrientes (Martins *et al*., 2007).

O cobre dissolvido apresentou 0,010 mg/L, ultrapassando o limite de 0,009 mg/L. O cobre na água, mesmo em baixas concentrações, pode provocar efeitos tóxicos na fauna aquática e bioacumulação na cadeia alimentar. Recomenda-se o uso de *Chrysopogon zizanioides* (capim-vetiver), que apresenta elevada capacidade de absorção radicular de cobre, tolerância a altas temperaturas e adaptação a solos úmidos (Santos, 2019). A *Pontederia parviflora*, já indicada para a redução da carga orgânica, também demonstrou potencial na remoção de cobre de soluções concentradas (Albuquerque, 2012 *apud* Chaves *et al*., 2023).

O fósforo total foi de 1,6 mg/L, valor muito superior aos limites da classe 2, que variam de 0,030 a 0,1 mg/L conforme o tipo de ambiente, contribuindo diretamente para processos de eutrofização, proliferação de algas e redução da qualidade da água. Recomenda-se o uso de *Eichhornia crassipes*, capaz de remover altas concentrações de fósforo em curto prazo (Nishimura, 2020).

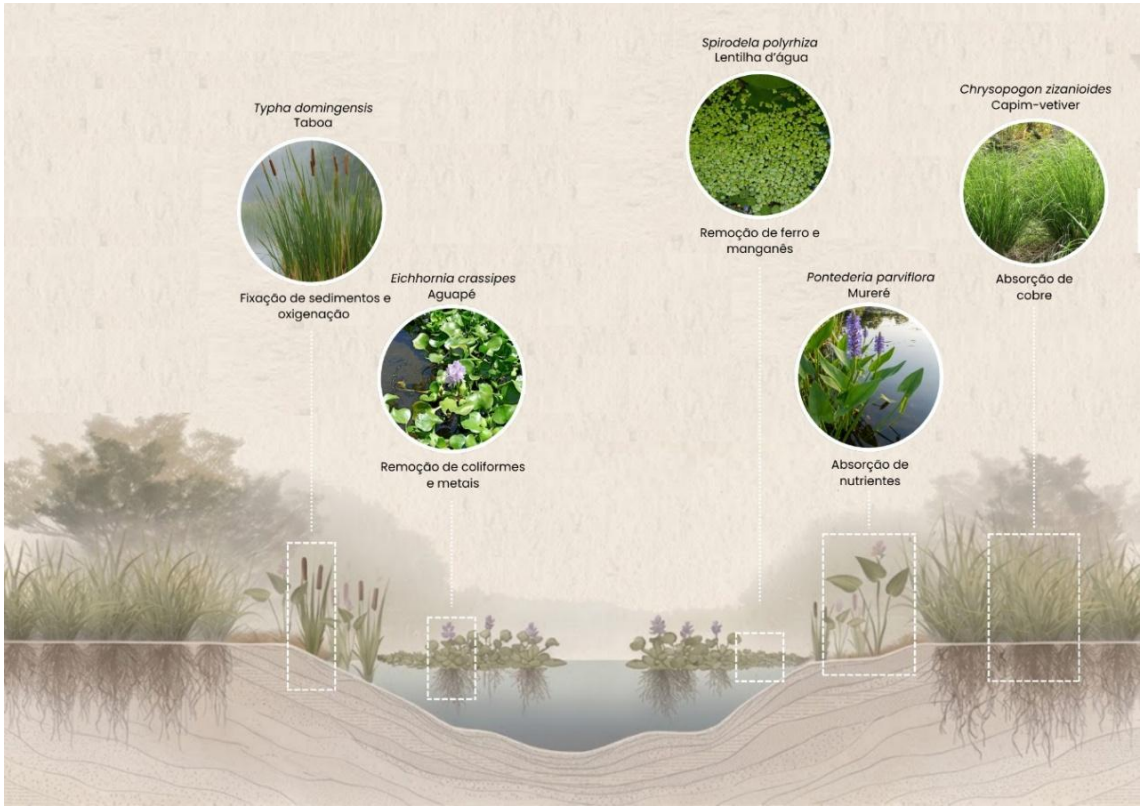
O nitrogênio amoniacal total foi de 6,38 mg/L, acima do limite de 3,7 mg/L estabelecido para pH igual ou inferior a 7,5, condição em que se enquadra a amostra (pH 6,69). Esse resultado é coerente com a decomposição de matéria orgânica de origem fecal em ambiente pouco

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

oxigenado e, somado ao excesso de fósforo, intensifica o risco de eutrofização do riacho. Nesse caso, o aguapé também se mostra adequado, tendo reduzido 44,1% do nitrogênio em efluente rico em nutrientes ao longo de 30 dias (Chaves *et al*., 2023).

O ferro dissolvido apresentou 2,13 mg/L e o manganês total 0,3 mg/L, ambos acima dos limites legais de 0,3 mg/L e 0,1 mg/L, respectivamente. Concentrações elevadas de ferro prejudicam a estética da água, conferindo sabor metálico, coloração e incrustações em estruturas, além de afetarem a biota aquática. Recomenda-se o uso de *Spirodela polyrhiza*, que pode remover até 80% do ferro e 34% do manganês (Silva; Lizieri; Oliveira Júnior, 2021).

Figura 7. Corte esquemático das espécies recomendadas para fitorremediação ao longo da margem do riacho



Fonte: Os autores (2026). Estilização da imagem realizada com auxílio da ferramenta Google Gemini.

A implantação das espécies recomendadas (Figura 7) representa uma alternativa de baixo custo de implantação e operação (Chaves *et al*., 2023), exigindo aquisição inicial das mudas, fixação simples e remoção periódica da biomassa. Essa solução traz vantagens significativas para o poder público, como menor gasto operacional frente a tratamentos físico-químicos convencionais, uso de espécies adaptadas ou nativas e possibilidade de replicação em

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

outros corpos hídricos urbanos. Ressalta-se, contudo, que a remoção periódica da biomassa é indispensável, sobretudo no caso do aguapé, cujo crescimento acelerado pode cobrir o espelho d'água e reduzir a oxigenação quando não controlado (Chaves *et al*., 2023; Vilhena *et al*., 2025). O material retirado pode ser destinado à compostagem, desde que previamente avaliado quanto ao acúmulo de metais, ou reaproveitado em outros usos, como a confecção de blocos cerâmicos (Albuquerque, 2012 *apud* Chaves *et al*., 2023).

Cabe destacar que a fitorremediação tem caráter complementar à implantação de rede coletora e de tratamento de esgoto, medida indispensável para interromper a principal fonte de poluição do riacho. No campo dos resíduos sólidos, propõe-se a regularização da frequência de coleta no trecho estudado, a instalação de pontos de entrega voluntária afastados das margens e a remoção periódica do material acumulado no leito. Essas ações devem ser acompanhadas de educação ambiental contínua junto aos moradores, por meio de oficinas, mutirões de limpeza e sinalização nas margens, de modo a reduzir o descarte inadequado de resíduos registrado em campo. Do ponto de vista paisagístico, a faixa vegetada proposta ao longo das margens pode ser integrada a espaços de convivência, favorecendo a apropriação do riacho pela comunidade e o cuidado coletivo com o curso d'água.

Experiência semelhante já vem sendo aplicada em outras regiões do país. Em Recife (PE), o projeto Jardins Filtrantes, implantado no Parque do Caiara pela Agência Recife para Inovação e Estratégia (ARIES) em parceria com o programa CITInova do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, completou três anos de operação utilizando tanques com pedras, areia e milhares de mudas de espécies aquáticas nativas para tratar a água do riacho do Cavouco. De acordo com dados divulgados sobre a iniciativa, o sistema já apresentou redução de até 90% na poluição da água tratada, reforçando o potencial da fitorremediação como alternativa replicável para a despoluição de cursos d'água urbanos em contextos semelhantes ao do bairro Bacuri (Jardins [...], 2026).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As observações de campo registraram despejo de esgoto e acúmulo de resíduos sólidos nas margens e no leito do riacho, condição que contribui para sua degradação. A análise da amostra de água indicou contaminação de origem fecal, com coliformes termotolerantes próximos ao limite legal, além de carga orgânica elevada, baixo oxigênio dissolvido e concentrações de nutrientes e metais acima dos padrões estabelecidos para águas doces de classe 2, cenário que representa riscos significativos à saúde pública e ao ecossistema local.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Diante disso, torna-se urgente a implementação de práticas sustentáveis e acessíveis de saneamento básico, adaptadas à realidade socioeconômica da comunidade. A alternativa recomendada é a fitorremediação, por meio do plantio de espécies vegetais nativas ou adaptadas à técnica, selecionadas conforme os parâmetros críticos identificados, devido à eficácia documentada na literatura para a absorção de nutrientes, metais e contaminantes da água. Sua eficiência no riacho Bacuri, contudo, deve ser confirmada por estudos experimentais e monitoramento em campo. Essas espécies podem ser implantadas ao longo das margens do riacho como parte de um sistema natural de purificação da água, desde que acompanhadas de manejo periódico da biomassa. Como limitação, destaca-se que a análise da água se baseou em uma única campanha de amostragem, em um ponto do riacho, recomendando-se, em estudos futuros, o monitoramento em diferentes pontos e períodos do ano.

A partir das análises realizadas e das propostas apresentadas, conclui-se que o saneamento básico sustentável no bairro Bacuri é necessário e se mostra tecnicamente viável como proposta. Conforme estabelece a Lei Federal nº 11.445/2007, a titularidade e a responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento básico cabem ao município, ainda que a viabilização das intervenções dependa de apoio financeiro e logístico do governo estadual. Dessa forma, a aplicação de técnicas sustentáveis como a fitorremediação, articulada às políticas públicas e à participação da comunidade, pode contribuir para a revitalização do riacho Bacuri, promovendo a justiça socioambiental e o direito da população local a um ambiente urbano saudável e seguro.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Em conformidade com a política de uso de inteligência artificial da Revista RECIMA21, declara-se que a ferramenta Google Gemini foi utilizada exclusivamente para a estilização visual da Figura 7, cujo conteúdo, composição e seleção de espécies foram definidos pelos autores. Declara-se ainda que a ferramenta Claude (Anthropic) foi utilizada como apoio à revisão textual, à tradução dos resumos e à adequação do manuscrito às normas da revista, incluindo sugestões de redação e verificação de referências. Nenhuma ferramenta de inteligência artificial foi empregada na coleta ou análise dos dados. Todo o conteúdo foi revisado pelos autores, que assumem integral responsabilidade por sua precisão e integridade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 29 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445compilado.htm. Acesso em: 29 set. 2026.

CHAVES, P. H. R.; FARIA NETA, M. I. de; ARAÚJO, L. A.; SILVA, S. D. P.; SOUZA, K. M.; SILVA, R. R. da. Utilização de plantas macrófitas aquáticas no tratamento terciário de resíduos da indústria de alimentos. *In*: TREVIZANO, L. M. *et al*. (org.). *A pesquisa científica do Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG em destaque*: avanços no cenário científico, tecnológico e de inovação. Rio Pomba: IF Sudeste MG, 2023. p. 199-220. ISBN 978-65-996404-4-5.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IMPERATRIZ (MA). Prefeitura Municipal. *Plano Municipal de Saneamento Básico de Imperatriz*. Imperatriz: Prefeitura Municipal, 2023.

ITO, J. B. B.; SANTOS, A. de A.; MARCHETTO, M.; OLIVEIRA, E. C. Wetlands construídas de fluxo vertical como pós-tratamento de reator RAHLF utilizando águas residuárias de suinocultura. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 2, p. 595-611, 2019. DOI: https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e22019595-611.

JARDINS FILTRANTES no Recife completam três anos com redução de 90% da poluição. *JC Online*, Recife, 30 mar. 2026. Disponível em: https://jc.uol.com.br/pernambuco/2026/03/30/jardins-filtrantes-no-recife-completam-tres-anos-com-reducao-de-90-da-poluicao.html. Acesso em: 20 ago. 2026.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B.; FAVARETTO, N.; BOEGER, M. R. T.; OLIVEIRA, E. B. de. Capacidade da *Typha dominguensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí – Paraná. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 3, p. 324-330, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300013.

NISHIMURA, A. S. *Avaliação da remoção dos macronutrientes nitrogênio e fósforo de efluente de abatedouro por fitorremediação*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Guidelines for drinking-water quality*: fourth edition incorporating the first and second addenda. Genebra: World Health Organization, 2022. ISBN 978-92-4-004506-4. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064. Acesso em: 29 set. 2026.

SANTOS, C. C. A. dos. *Potencial de remoção de cobre do solo por técnica de fitorremediação*. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos) – Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, 2019. Disponível em: https://www.unincor.br/images/arquivos_mestrado_hidrico/producao-tecnica/potencial-remocao-cobre-solo.pdf. Acesso em: 29 set. 2026.

SILVA, D. M.; LIZIERI, C.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. S. Plantas aquáticas em ecotecnologias: perspectivas para fitorremediação de ferro e manganês. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, e29510313320, 2021. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13320.

SILVA, T. L.; FORTUNA, J. L. Capacidade de *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth de depurar água contaminada por coliformes termotolerantes. *Scientia Plena*, v. 17, n. 10, 106201, 2021. DOI: https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.106201.

VILHENA, P. M.; COELHO, T. L. S.; SANTOS, K. C. dos; RODRIGUES, E. S.; CALDAS, A.; SANTOS, M. C. H. O. dos. Natureza que regenera: estudo da capacidade depuradora do aguapé e da alface-d'água. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 64., 2025, Belo Horizonte. *Anais* [...]. Belo Horizonte, 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.