

QUALIDADE DE ÁGUA E ADEQUAÇÃO DE MATA CILIAR DO RIO APODI-MOSSORÓ COM USO DA BIOMASSA DE *EICHHORNIA CRASSIPES*

Heloisa Nascimento de Andrade¹, Jacineumo Falcão de Oliveira²

RESUMO

O semiárido brasileiro enfrenta impactos na regulação e governança dos recursos hídricos, onde a escassez e qualidade de água traz fortes conflitos sociais e econômicos, repercutindo no seu desenvolvimento e ordenamento territorial. Visando diminuir esses impactos, o desenvolvimento e a implementação de material compostado de plantas aquáticas como estratégia de reflorestamento de mata ciliar de rios urbanos pode contribuir para qualidade das águas superficiais. Assim, este trabalho tem o objetivo de elaborar estratégias de recuperação ecológica das Áreas de Preservação Permanente (APP) no trecho urbano do Rio Apodi-Mossoró, em Mossoró-RN, por meio da implementação de práticas sustentáveis de reflorestamento com espécies nativas com compostagem da biomassa do aguapé (*Eichhornia crassipes*), visando à conservação das matas ciliares, à melhoria da qualidade da água e ao engajamento da comunidade local. A pesquisa será baseada em pesquisas bibliográficas, visitas *in loco*, produção do material compostado e monitoramento qualitativo da água do rio, atingindo a ODS 14 e 15. Espera-se definir o quadro de contaminação do recurso hídrico em questão, fomentando discussões sobre o risco à saúde humana nos pontos de análise, além de indicar os caminhos para melhorias nas futuras gestões e políticas de recursos hídricos locais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão hídrica. Nordeste-Brasil. Rio Apodi Mossoró.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region faces significant challenges in the regulation and governance of water resources, where water scarcity and quality issues generate intense social and economic conflicts, directly affecting its development and territorial planning. In order to mitigate these impacts, the development and implementation of composted material derived from aquatic plants as a reforestation strategy for riparian forests in urban rivers may contribute to the improvement of surface water quality. Thus, this study aims to design ecological restoration strategies for Permanent Preservation Areas (PPAs) along the urban stretch of the Apodi-Mossoró River, in Mossoró-RN, through the implementation of sustainable reforestation practices with native species, combined with the composting of *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) biomass, targeting riparian forest conservation, water quality enhancement, and local community engagement. The research will be based on bibliographic reviews, field visits, composted material production, and qualitative monitoring of river water, aligning with SDGs 14 and 15. The expected outcomes include the identification of the contamination profile of the studied water resource, fostering discussions on human health risks at the analyzed points, as well as providing guidance for improvements in future local water resource management and policies.

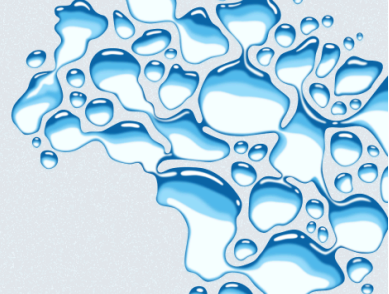
KEYWORDS: Water management. Northeast-Brazil. Apodi Mossoró River.

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas superficiais é fundamental na preservação da biodiversidade aquática e no fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais, como o abastecimento, a pesca e o lazer. Contudo, quando há excesso de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo,

¹ Aluna da Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA. Regulação e Governança dos Recursos Hídricos. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: heloisa.andrade@alunos.ufersa.edu.br.

² Docente no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, do Departamento de Engenharia e Tecnologia - DETEC, ProfÁgua. Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: jacineumo@ufersa.edu.br.



ocorre a eutrofização, que favorece o crescimento descontrolado de algas e macrófitas. Esse processo reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido, altera a dinâmica ecológica e pode comprometer a saúde humana e ambiental. Tal cenário cria condições ideais para a proliferação de espécies oportunistas, como o aguapé (*Eichhornia crassipes*), cuja expansão está diretamente associada ao enriquecimento por matéria orgânica e nutrientes nos corpos hídricos (SMITH; SCHINDLER, 2009).

A proliferação do aguapé em rios eutrofizados é indicativo de degradação ambiental, contudo, o manejo ativo dessa biomassa pode reverter impactos quando integrado a ações de restauração (PATEL; KUMAR; TIWARI, 2018). Estudos atuais mostram que o aguapé, além de indicador de poluição em corpos hídricos, também é eficiente na remoção de nutrientes e contaminantes em sistemas aquáticos, podendo ser convertido em composto com boa estabilidade, reduzindo frações biodisponíveis de metais, além de apresentar potencial agrônomo como condicionador de solo, que são atributos valiosos para recuperar margens degradadas de rios (CANNING, 2025; BINDAL; RAMESH, 2024). No contexto do Rio Apodi-Mossoró, a qualidade da água é pressionada por usos urbanos e agroindustriais, logo, soluções baseadas na natureza que ao mesmo tempo tratem a água e deem destino útil à biomassa removida ganham pertinência (VALE, 2020).

Ao direcionar a biomassa de aguapé removida para a compostagem, obtém-se um insumo orgânico capaz de melhorar a retenção de água, o teor de carbono e a capacidade de troca catiônica do solo, favorecendo o estabelecimento de espécies nativas em plantios de restauração ciliar. Revisões e experimentos recentes indicam que o composto de aguapé melhora propriedades do solo e pode ser integrado a adubações de base para acelerar a cobertura do solo e a sucessão vegetal, reduzindo erosão e assoreamento das calhas (LICH *et. al.*, 2024; BINDAL; RAMESH, 2024). Ao transformar um passivo (macrófita excedente) em insumo (composto), fecha-se um ciclo virtuoso de bioeconomia local, com ganhos ecológicos e operacionais para a bacia (CANNING, 2025).

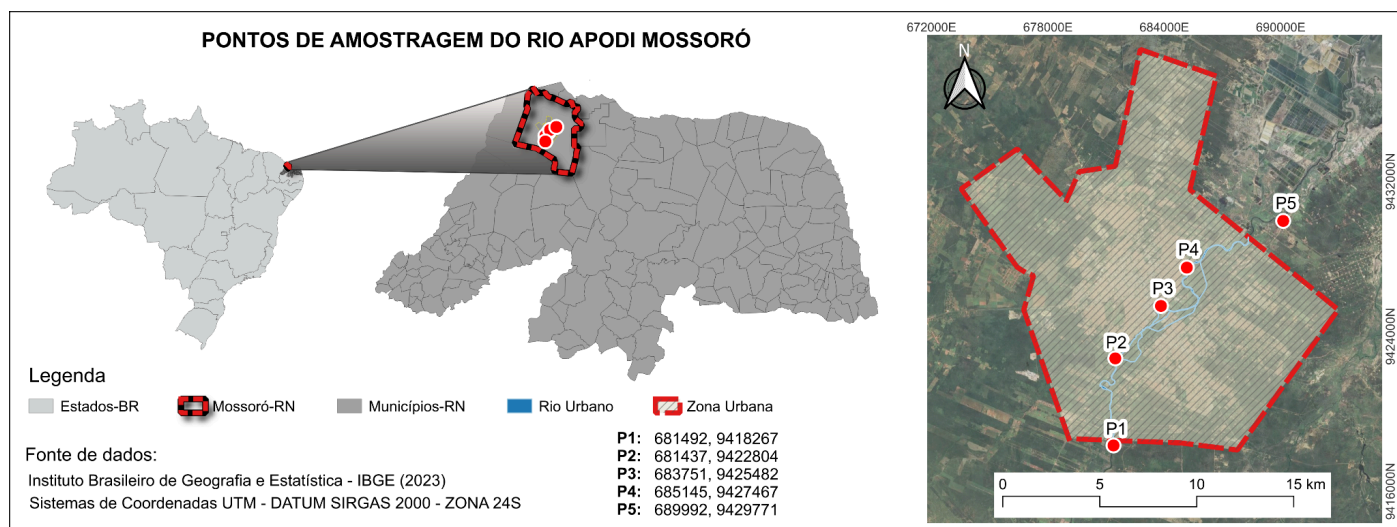
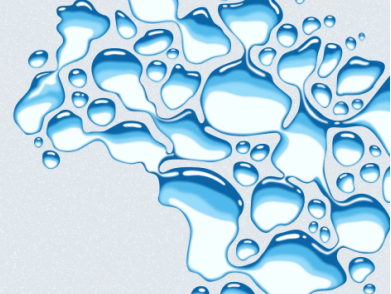
Com isso, o reflorestamento de matas ciliares tende a ser mais eficiente em restabelecer funções hidrológicas e de filtragem: a vegetação ripária reduz cargas difusas, estabiliza margens, aumenta infiltração e, no médio a longo prazo, melhora indicadores de qualidade da água, evidências já consolidadas em estudos e iniciativas nacionais (BRAGANTIA, 2022; PEDRO; MENDONÇA; PISSARA, 2022). Aplicada ao Rio Apodi-Mossoró, objetiva-se aproveitar a estratégia integrada remoção-compostagem do aguapé unida à restauração ciliar como um caminho pragmático para recuperar a integridade ripária, mitigar eutrofização e fortalecimento da qualidade e segurança hídrica regional (VALE, 2020).

MATERIAIS E MÉTODO

Área de estudo

O estudo será conduzido no Rio Apodi-Mossoró, em trechos localizados no município de Mossoró-RN, caracterizados por intensa pressão antrópica, que são P1: Zona Rural a montante da Zona Urbana, P2: Barragem de Genésio, P3: Ponte Avenida Presidente Dutra, P4: Barragem Passagem de Baixo e P5: Zona Rural a jusante da Zona Urbana (Figura 1).

Figura 1 - Locais de amostragem no Rio Apodi-Mossoró



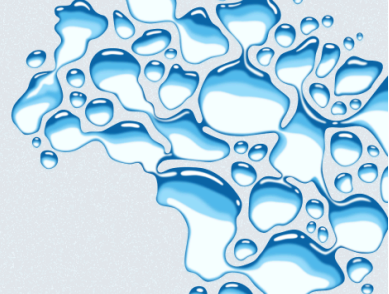
Fonte: Autoria própria (2025).

Foram delimitadas áreas marginais com evidentes sinais de degradação da mata ciliar para a implantação do experimento amostral. A biomassa de aguapé será coletada e registrada em peso fresco, ou seja, segue o critério de ser recém-coletado, sem prensagem, apenas com drenagem do excesso de água livre, de forma padronizada e repetida, para expressar a biomassa fresca utilizada no processo de compostagem para ser submetida a um processo de pré-tratamento que incluiu trituração e secagem parcial ao sol, a fim de facilitar sua utilização na compostagem. O processo de compostagem será realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), *Campus Mossoró*, utilizando-se oito cilindros de compostagem termofílica. O aguapé coletado deverá ser revolvido com resíduos orgânicos provenientes do Abatedouro Frigorífico Municipal de Mossoró (AFIM), tais como sangue, carnes e farinha de osso, de modo a equilibrar a relação carbono/nitrogênio e favorecer a atividade microbiana. Durante o processo, serão monitorados parâmetros como temperatura, umidade, pH e tempo de maturação até a obtenção de um composto estabilizado. Amostras do composto final passarão por análises químicas e físico-químicas (pH, matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo disponível), visando comprovar sua adequação como condicionador de solo, bem como o solo da área desmatada também será analisado para fins comparativos.

A compostagem será conduzida com base nas recomendações da Embrapa, associadas aos critérios sanitários do PFRP/US EPA, de modo a garantir eficiência e segurança do processo. O sistema contará com oito cilindros de compostagem termofílica, preparados com biomassa de aguapé triturada e parcialmente seca ao sol, misturada a resíduos do abatedouro e material estruturante. O processo seguirá a proporção C:N de 25–35:1, com umidade entre 50–60%, monitoramento diário de temperatura e manutenção de valores ≥ 55 °C por pelo menos três dias, assegurando a inativação de patógenos. Amostras do composto serão coletadas ao final do ciclo termofílico, em triplicata, para análises químicas e microbiológicas.

Para o monitoramento da água superficial, será adotado um desenho do tipo BACI (Before–After, Control–Impact), com pontos de coleta a montante, em áreas de impacto urbano e a jusante do trecho restaurado (SMOKOROWSKI; RANDALL, 2017). As coletas serão realizadas em triplicata em cada ponto, com frequência mensal para análises microbiológicas e bimestral para parâmetros físico-químicos, ao longo de 12 meses, contemplando a sazonalidade. Esse esquema permitirá avaliar tanto a variação temporal quanto espacial da qualidade da água.

Os dados obtidos serão submetidos a testes estatísticos adequados à distribuição dos



resultados. Para comparações antes e depois em um mesmo ponto, utilizar-se-ão testes pareado ou Wilcoxon; para comparações entre pontos, ANOVA ou Kruskal–Wallis. Modelos lineares mistos e a abordagem BACI serão aplicados para avaliar a interação entre tempo e grupo (controle/impacto), permitindo identificar os efeitos da intervenção. Além disso, análises multivariadas como PCA ou PERMANOVA poderão ser utilizadas para explorar padrões globais de qualidade da água. Por fim, será realizada a adubação nas áreas de reflorestamento ciliar dos três pontos descritos de amostragem, com espécies arbóreas nativas da região semiárida, como *Inga vera*, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Cecropia pachystachya*.

O monitoramento envolverá a avaliação da taxa de sobrevivência e do crescimento inicial das mudas, bem como serão feitas coletas de água superficiais do rio Apodi-Mossoró, nos pontos de coleta e analisados os focos de lançamento/descarte de poluentes no rio anterior a cada ponto de coleta, para enriquecer as informações confirmativas de cada local analisado. As amostras serão coletadas, armazenadas em caixas refrigeradas com gelo e transportadas para realização das análises microbiológicas mensais e físico-químicas bimestrais no laboratório de análises clínicas CACIM.

RESULTADOS ESPERADOS

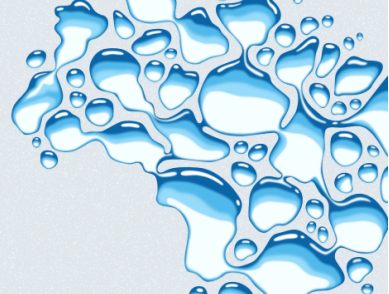
Espera-se que a compostagem termofílica do aguapé, em associação aos resíduos orgânicos do Abatedouro Frigorífico Municipal de Mossoró, resulte em um composto estabilizado, rico em nutrientes e isento de patógenos, adequado para uso como condicionador de solo. A aplicação desse insumo nas áreas de reflorestamento ciliar deverá favorecer o crescimento e a sobrevivência das espécies nativas, acelerar o processo de cobertura do solo e contribuir para a redução da erosão e do assoreamento. Como consequência, prevê-se melhoria na qualidade da água do Rio Apodi-Mossoró, no trecho analisado, expressa na diminuição da turbidez, sólidos e das concentrações de nitrogênio e fósforo, além do aumento dos níveis de oxigênio dissolvido. Dessa forma, os resultados esperados apontam para a viabilidade de uma solução integrada, sustentável e replicável para a recuperação de matas ciliares e mitigação dos impactos da eutrofização em ambientes aquáticos.

CONCLUSÃO

Este estudo aponta que a utilização do aguapé, tradicionalmente visto como um problema ambiental, aliado aos resíduos do abatedouro municipal, pode se tornar uma estratégia inovadora e sustentável para recuperação de áreas degradadas. A transformação dessa biomassa em composto orgânico representa não apenas uma alternativa para a destinação adequada de resíduos, mas também uma solução para o fortalecimento do reflorestamento ciliar e a melhoria da qualidade da água do Rio Apodi-Mossoró. Além dos benefícios ecológicos, a proposta contribui para a gestão integrada de recursos hídricos no semiárido, favorece a biodiversidade e pode servir de modelo replicável em outros municípios com problemas semelhantes, reafirmando a importância de soluções baseadas na natureza para a sustentabilidade ambiental regional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.



REFERÊNCIAS

- Bindal, N., & Ramesh, S. (2024). Effectiveness of phytoremediation method using water hyacinth plants (*Eichhornia crassipes*) in wastewater: A review. *BIO Web of Conferences*. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/67/bioconf_icobeaf2024_02001.pdf
- Bragantia. (2022). A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica e a produção de água. *Bragantia (SciELO)*. <https://www.scielo.br/j/brag/>
- Canning, A. (2025). A review on harnessing the invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for use as an agricultural soil amendment. *Land*, 14(5), 1116. <https://doi.org/10.3390/land14051116>
- Gholami, M., Sharifi, Z., & Renella, G. (2023). Agro-environmental assessment of recycling abattoir blood meal powder as an organic fertilizer using soil quality index and hazard quotient. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2023.1963320.1506>
- Lich, A. M., Lopez, L. C., Guerra, A. C. D. L. P., & Barrios, R. A. (2024). Unlocking the potential of *Eichhornia crassipes* for wastewater remediation and resource recovery: A comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33698-9>
- Nações Unidas Brasil. (2022). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Água potável e saneamento*. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>
- Patel, S., Kumar, R., & Tiwari, A. (2018). Phytoremediation potential of *Eichhornia crassipes*: An eco-sustainable option for treatment of heavy metals and organic pollutants. *Environmental Technology & Innovation*, 12, 150–159. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.08.010>
- Pedro, A. P., Mendonça, G. C., & Pissara, T. C. T. (2022). Uso do solo em manancial: Entendimento para o manejo sustentável em bacias hidrográficas, Município de Monte Alto – SP – Brasil. *Revista UNG – Geociências*, 21(2). <https://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/download/5019/3509/16310>
- Smith, V. H., & Schindler, D. W. (2009). Eutrophication science: Where do we go from here? *Trends in Ecology & Evolution*, 24(4), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.009>
- SMOKOROWSKI, K. E.; RANDALL, R. G. Cautions on using the Before-After-Control-Impact design in environmental effects monitoring programs. *FACETS*, Ottawa, v. 2, n. 3, p. 212–232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/facets-2016-0058>.
- Sunar, N. M., Stentiford, E. I., Stewart, D. I., & Fletcher, L. A. (2014). Survival of *Salmonella* spp. in composting using vial and direct inoculums technique. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1404.5212>
- Vale, R. A. V. do. (2020). *Vulnerabilidade da qualidade da água do Rio Apodi-Mossoró* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA]. Repositório UFERSA. <https://repositorio.ufersa.edu.br/>