



QUALIDADE AMBIENTAL E PRESENÇA DE CONTAMINANTES EM NASCENTES DO REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DOS

Bruno Henrique Drun

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
brunodrun@alunos.utfpr.edu.br

Rodrigo Lingnau

Professor do Departamento Acadêmico de Química e Ciências Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
rodrigolingnau@gmail.com

Ticiane Sauer Pokrywiecki

Professora do Departamento Acadêmico de Engenharias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
ticiane@utfpr.edu.br

1. Introdução

As nascentes são componentes estratégicos para a manutenção dos recursos hídricos, desempenhando papel fundamental na estabilidade ecológica e na oferta de água potável (Stevens, Schenk & Springer, 2021). No entanto, sua integridade vem sendo comprometida por atividades antrópicas como agricultura intensiva, uso inadequado do solo e descarte de resíduos, os quais podem resultar na introdução de poluentes químicos e biológicos nos ecossistemas aquáticos (Soares, Oliveira & Albuquerque, 2021; Wolfram *et al.*, 2021).

O Brasil possui uma vasta biodiversidade, entre a qual muitas espécies endêmicas e sensíveis a pequenas alterações físicas ou químicas nos corpos hídricos. Para resolver os problemas que assolam os recursos hídricos, é essencial a participação, o consenso e a visão das comunidades locais, dos tomadores de decisão e da sociedade em geral (Gaytán-Alarcón, *et al.*, 2022).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental de nascentes localizadas no Refúgio da Vida Silvestre dos Campos de Palmas (RVS-CP), no município de Palmas – PR, por meio de análises físico-químicas, microbiológicas, ecotoxicológicas e da presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos.



2. Metodologia

Foram selecionadas três nascentes (N1, N2 e N3) para a amostragem de água e sedimentos (SE1, SE2, SE3). As coletas das amostras foram realizadas em campanha única, no maio de 2024, seguindo os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

As amostras de água e sedimentos foram submetidas a análises físico-químicas (pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, entre outras), microbiológicas (coliformes termotolerantes), macroscópicas (avaliação visual da área de entorno), além da determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado por meio do software Qualigraf, com base nos critérios adotados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Foram quantificados o teor de metais pesados (alumínio, zinco, manganês, cromo, cobre e chumbo), por meio da técnica de Espectroscopia de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). Para o teor de agroquímicos foi aplicado o método *Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe* (QuEChERS) modificado, seguido de análise por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem (LC-MS/MS) onde foram analisadas à presença de 76 compostos diferentes, incluindo resíduos de glifosato e seu metabólito AMPA. Ambas as análises foram realizadas em laboratórios específicos.

Testes de toxicidade com *Eisenia fetida* (ensaio de fuga), conforme NBR ISO 17512-1 (ABNT, 2011) e protocolo ISO (2008), e testes com *Allium cepa* (citotoxicidade) foram realizados para avaliar a toxicidade potencial das amostras. Os dados foram analisados por estatística descritiva e por Análise de Componentes Principais (PCA).

3. Resultados e discussão

As nascentes N1 e N2 apresentaram condições satisfatórias, com baixos níveis de turbidez e ausência de resíduos sólidos. A nascente N3, por outro lado, demonstrou sinais de impacto antrópico, com presença de embalagens de agrotóxicos e degradação da vegetação ciliar. Os valores de pH apresentaram-se ligeiramente inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Portaria GM/MS nº 888/2021, podendo ser atribuído aos solos ácidos predominantes da região (EMBRAPA 2021). Dentre os demais padrões físico-químicos e microbiológicos analisados, apenas



na nascente N3 a turbidez estava acima dos padrões, atingindo 114 NTU.

Os valores de IQA variaram entre “boa” (N3) e “ótima” (N1 e N2), indicando níveis satisfatórios mesmo com os desafios enfrentados na conciliação entre as atividades agropecuárias e a preservação ambiental. Entretanto, o IQA considera um conjunto de parâmetros limitados, não abrangendo parâmetros como agroquímicos e metais pesados, essenciais para a avaliação da potabilidade da água.

Quanto ao teor de metais pesados, constatou-se, para as amostras de água, concentrações superiores aos padrões de referência (Resolução CONAMA 357/2005) para o alumínio nas três nascentes ($8,29$; $2,59$ e $1,29 \text{ mgL}^{-1}$, respectivamente) e de zinco nas nascentes N2 e N3 ($1,58$ e $0,428 \text{ mgL}^{-1}$), sinalizando possíveis fontes de contaminação natural e antrópica. Os sedimentos apresentaram teores dentro dos limites definidos pela Resolução CONAMA 454/2012.

Foram detectados resíduos de pesticidas trifloxistrobina ($1,124 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$), tiametoxam (detectado, mas fora do limite de quantificação do método) e azoxistrobina ($0,020 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$) na água da nascente N3, além de carbendazim, tebuconazol, difenoconazol e trifloxistrobina nos sedimentos. Esses compostos, comumente associados ao cultivo de soja e milho, sugerem influência direta do uso agrícola na região de recarga, os quais podem representar riscos ecológicos e à saúde humana (JUSTUS et al., 2020). Ressalta-se que a presença de carbendazim é preocupante, considerando que este composto foi banido pela Anvisa em 2022, devido seu potencial mutagênico, carcinogênico e tóxico para a reprodução humana (Brasil, 2022). Constatou-se também a ausência de glifosato e AMPA, a qual pode estar relacionada ao limite de detecção do método empregado, e não à inexistência desses compostos.

O teste de fuga com *E. fetida* indicou toxicidade na amostra SE1, com taxa de evasão de 70%, classificada como tóxica conforme a NBR ISO 17512-1 (2011), mesmo sendo uma área teoricamente preservada. A proximidade com estrada rural e a deposição de poluentes atmosféricos são apontadas como possíveis fontes de contaminação. Em contrapartida, o teste com *A. cepa* revelou citotoxicidade nas amostras N1, N2, N3, SE2 e SE3, mas não em SE1, sugerindo seletividade dos efeitos tóxicos conforme o organismo-teste.

A análise de componentes principais revelou correlações entre os índices mitóticos



e as concentrações de zinco (positiva) e trifloxistrobina (negativa), reforçando a influência de contaminantes químicos sobre processos biológicos essenciais e a importância da caracterização química dos contaminantes para compreender os diferentes mecanismos envolvidos.

4. Considerações finais

Os resultados evidenciam a complexidade dos fatores que afetam a qualidade das águas em áreas protegidas e a necessidade de abordagens integradas para a gestão dos recursos hídricos. Embora o IQA indique boa qualidade da água, a presença de resíduos de agrotóxicos e metais pesados exige atenção. A ocorrência de efeitos tóxicos em organismos bioindicadores, mesmo em áreas aparentemente conservadas, demonstra a vulnerabilidade das nascentes frente a fontes difusas de contaminação, como o tráfego rural e o manejo agrícola.

Diante desse cenário, recomenda-se a adoção de práticas de manejo sustentável, recuperação de áreas degradadas e o monitoramento dos recursos hídricos. Estratégias de educação ambiental, fiscalização do uso de insumos agrícolas e preservação da vegetação são essenciais para assegurar a função ecológica e a integridade do Refúgio da Vida Silvestre dos Campos de Palmas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 17512-1: Qualidade do solo — Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento. Parte 1: Ensaio com minhocas (*Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*). Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

APHA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater.* 23.th. Washington: American Public Health Association.2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução DC/ANVISA nº 739, de 8 de agosto de 2022.** Dispõe sobre a proibição do uso do fungicida carbendazim em produtos agrotóxicos e estabelece prazos para sua eliminação. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 9 ago. 2022. Disponível em: [Resolução DC/ANVISA Nº 739 DE 08/08/2022 - Federal - LegisWeb](#). Acesso em: 24 mar. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 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**. Brasília, 18 mar. 2015. Disponível em: conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em 27 mai. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012. Estabelece diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 213, p. 89-90, 5 nov. 2012. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-454-de-1-de-novembro-de-2012-4178945>. Acesso em: 4 maio 2025.

BRASIL. Portaria de Consolidação GM/MS n. 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Casa Civil. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em 14 abr. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cambissolos Húmicos. Agência de Informação Tecnológica. 12 de set. de 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/cambissolos/cambissolos-humicos>. Acesso em: 18 mar. 2025.

GAYTÁN-ALARCÓN, A.P., GONZÁLEZ-ELIZONDO, M.S., SÁNCHEZ-ORTÍZ, E. et al. Comparative assessment of water quality indices — a case study to evaluate water quality for drinking water supply and irrigation in Northern Mexico. **Environ Monit Assess**, 194, 588 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10198-2>

JUSTUS, C. M. et al. Chemical elements in the water of the São Pedro river basin, Faxinal-Paraná Elementos químicos nas águas da bacia do rio São Pedro, Faxinal-Paraná. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 41, n. 3, p. 743-752, 2020.

SOARES, S. E. H.; OLIVEIRA, M. M. A. de; ALBUQUERQUE, A. L. S. de. Tecnologia Social de Recuperação de Nascentes no estado de Alagoas. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 1828–1836, 2021. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v6i1-1708. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1708. Acesso em: 14 nov. 2023.

STEVENS, L. E., SCHENK, E. R., & SPRINGER, A. E. Springs ecosystem classification. **Ecological Applications**, v. 31, n. 1, p. e2218, 2021.

WOLFRAM J., STEHLE, S., BUB, S., PETSCHEICK, L. L., & SCHULZ, F. Water quality and ecological risks in European surface waters – Monitoring improves while water quality decreases, **Environment International**, Volume 152, 2021, 106479, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106479>.