



Eixo Temático: Educação Ambiental, em Saúde, Sustentabilidade e justiça socioambiental

**EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL EM ESCOLAS RURAIS NA
ANÁLISE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO
BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES**

**ENVIRONMENTAL EDUCATION AND AWARENESS IN RURAL SCHOOLS
THROUGH THE ANALYSIS OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES AS
BIOINDICATORS OF SPRING WATER QUALITY**

Rafael Schneider Costa¹

Márcia Sostmeyer Jung²

Rafaela Bellé³

Juliana Maria Fachinetto⁴

José Antônio Gonzalez da Silva⁵

RESUMO

Este estudo descreve ações de educação ambiental realizadas por meio de oficinas práticas focadas na preservação de nascentes com estudantes do 4º ao 9º ano de escolas rurais. A pesquisa-ação, desenvolvida a partir de uma parceria entre a UNIJUI, CERILUZ e as escolas, apresentou os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores e importante ferramenta para a avaliação da qualidade da água de nascentes, além de destacar seu papel essencial na teia alimentar. Os resultados indicam que a abordagem prática despertou o interesse dos alunos, sensibilizando-os para a importância da conservação dos recursos hídricos e integrando o conhecimento científico à realidade local.

Palavras-chave: Indicadores Biológicos, Oficinas, Aprendizagem Prática, Ecossistemas Aquáticos

¹ Bacharel em Ciências Biológicas, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUI, rafael.costa@sou.unijui.edu.br

² Bióloga, mestranda no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUI, rafaela.belle@sou.unijui.edu.br

³ Engenheira Química e mestra em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUI, sostmeyerjungm@gmail.com

⁴ Bióloga, Doutora em Genética e Biologia Molecular, professora do curso de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUI, juliana.fachinetto@sou.unijui.edu.br

⁵ Engenheiro agrônomo, Doutor em agronomia, professor do curso de agronomia, coordenador do Programas de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade e professor do Programa Programas de Pós-Graduação em Modelagem Matemática, UNIJUI, jose.gonzales@sou.unijui.edu.br



ABSTRACT

This study describes environmental education activities carried out through practical workshops focused on spring preservation with 4th- to 9th-grade students from rural schools. The action research, developed through a partnership between UNIJUÍ, CERILUZ, and the participating schools, presented benthic macroinvertebrates as bioindicators and important tools for assessing the water quality of springs, while also highlighting their essential role in the food web. The results indicate that the hands-on approach stimulated students' interest, raising awareness about the importance of conserving water resources and integrating scientific knowledge with the local reality.

Key words: Biological Indicators, Workshops, Practical Learning, Aquatic Ecosystems

INTRODUÇÃO

As nascentes de água são pontos vitais que conectam as águas superficiais e subterrâneas, desempenham papéis ecológicos críticos e sustentam importantes valores culturais em todo o mundo. Contudo, no cenário atual suas águas e ecossistemas relacionados encontram-se fortemente ameaçados pela superexploração, poluição e mudanças climáticas (Esmond *et al.*, 2026). Diante dessa perspectiva, a avaliação da qualidade da água de nascentes permite compreender as características resultantes da interação entre os meios aquático e terrestre (Thapa *et al.*, 2020), além de possibilitar uma análise que vai muito além de um diagnóstico pontual, mas sim de uma ação alinhada à promoção da saúde, justiça ambiental e desenvolvimento regional (Campos *et al.*, 2025).

Para um monitoramento adequado, é essencial incluir indicadores biológicos nas tradicionais análises físicas, químicas e microbiológicas (Copetti *et al.*, 2022). Dentre esses, estão bioindicadores como os macroinvertebrados bentônicos, considerados uma alternativa ideal para avaliar os efeitos ecológicos da contaminação dos recursos hídricos devido à sua ampla distribuição, locomoção limitada, fácil coleta e sensibilidade variável a perturbações antropogênicas (Nie *et al.*, 2025). Além de possibilitar avaliar as condições existentes para a manutenção da vida aquática (Bonacina *et al.*, 2023).

Para além disso, a utilização de bioindicadores no monitoramento da qualidade da água não apenas fornece subsídios para a avaliação ecológica dos ecossistemas aquáticos, mas também pode servir como instrumento de educação ambiental (Adami *et al.*, 2025). Nesse sentido, frente ao aumento das pressões antrópicas sobre os recursos hídricos, a educação



ambiental destaca-se como estratégia essencial para promover conscientização ecológica e transformar percepções sobre os corpos d'água, contribuindo para a formação de indivíduos mais críticos e comprometidos com a conservação ambiental (Braz *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, o objetivo do estudo é apresentar ações de educação ambiental realizadas por meio de oficinas educativas práticas envolvendo escolas rurais, universidade e cooperativa de geração e distribuição de energia, visando fortalecer conhecimentos teóricos e práticos e sensibilizar sobre a importância das nascentes de água e a necessidade de sua preservação e conservação.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho caracteriza-se de uma pesquisa-ação participativa (Tozoni-reis, 2008), na qual as ações de sensibilização para a educação ambiental envolveram oficinas pedagógicas práticas, realizadas no dia de 07 de novembro de 2023, junto à PCH Ijuí Centenária da Cooperativa Regional de Energia e Desenvolvimento Ijuí Ltda (CERILUZ). Na oportunidade, as oficinas práticas abordaram as temáticas “macroinvertebrados bentônicos” e “teia alimentar” e contaram com a monitoria dos bolsistas do Programa de Educação Tutorial (PET) do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI.

As atividades contemplaram estudantes e professores de quatro escolas rurais do 4º ao 9º ano dos municípios de Augusto Pestana, Coronel Barros e Ijuí, inseridas na área de abrangência da CERILUZ. Ao todo, participaram aproximadamente 130 estudantes. Para a realização das atividades foram utilizados estereomicroscópios (Opton TIM-30), imagens de organismos sensíveis, resistentes e tolerantes, impressos em folhas A4, além de exemplares de animais conservados em álcool 70% da coleção zoológica da UNIJUI. Os macroinvertebrados utilizados na demonstração foram coletados no entorno de nascentes em zonas rurais.

A proposta desta ação integrada teve por base a parceria envolvendo a UNIJUI, a CERILUZ e as escolas inseridas por meio de convite da empresa geradora e distribuidora de energia. A parceria técnico-científica estabelecida entre a UNIJUI e a CERILUZ integra um macroprojeto da cooperativa denominado ÁGUA VIVA.



Do ponto de vista ético, a proposta foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNIJUÍ com parecer número 6.101.702, sendo obtidos o Termo de Assentimento (TA) das crianças e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dos pais e/ou responsáveis, autorizando a participação das crianças em atividades desse gênero.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Oficina 1 – Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores

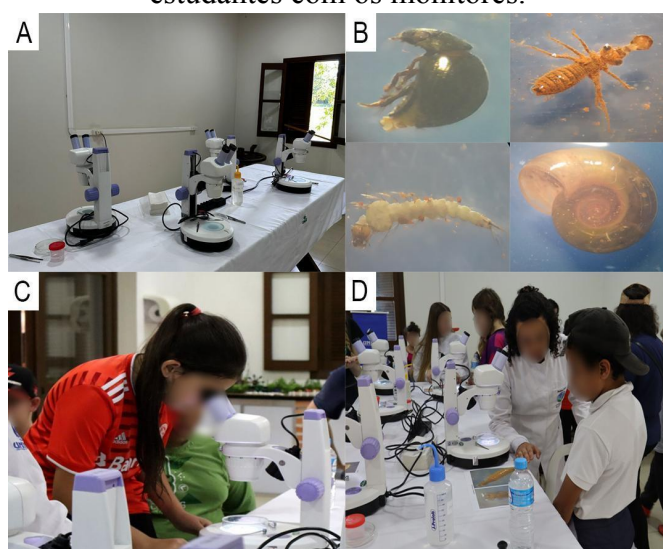
Visíveis a olho nu, os macroinvertebrados bentônicos de água doce são organismos com tamanho superior a 0,5 mm, que passam pelo menos uma parte do seu ciclo de vida em ambientes aquáticos, habitando os substratos de fundo dos pequenos cursos de água formados por nascentes, incluindo sedimentos, rochas, pedras, folhiços e macrófitas (Rosenberg; Resh, 1993; Zardo *et al.*, 2013). Dentre os táxons que compõem o grupo de macroinvertebrados bentônicos estão os insetos, anelídeos, oligoquetas, crustáceos e moluscos (Mugnai; Nessimian; Baptista, 2010). A classificação desses organismos como bioindicadores é baseada nos níveis de sensibilidade aos impactos ambientais que interferem na água das nascentes e dos pequenos cursos de água, podendo ser sensíveis, tolerantes e resistentes (Goulart; Callisto, 2003).

No que tange às oficinas desenvolvidas, foram realizadas demonstrações de exemplares de organismos com diferentes níveis de sensibilidade às mudanças ambientais, sejam naturais ou antrópicas, utilizando estereomicroscópio (figura 1). Além disso, materiais didáticos contendo imagens de organismos permitiram a demonstração das diferentes fases de desenvolvimento. Durante a visualização, os monitores apresentaram as principais características, incluindo o nome popular, ciclo de vida dos organismos, nível de sensibilidade e os possíveis ambientes aquáticos onde podem ser encontrados em maior abundância.

A oficina despertou grande interesse entre alunos e professores em relação à qualidade ambiental das nascentes de água e à distribuição de macroinvertebrados bentônicos. Além disso, do ponto de vista prático as oficinas contribuíram fortemente para o desenvolvimento da percepção de que, para um ambiente ser considerado de ótima qualidade ambiental é necessária a distribuição equilibrada de organismos sensíveis, tolerantes e

resistentes. Especialmente ao reforçar a ideia de que a presença de grupos restritos indica um desequilíbrio, sinalizando que o ambiente está sofrendo pressões naturais e/ou antrópicas que impedem o estabelecimento de organismos sensíveis.

Figura 1: A - Estereomicroscópios. B – Macroinvertebrados bentônicos. C – Visualização dos macroinvertebrados em estereomicroscópio. D – Interação dos estudantes com os monitores.



Fonte: Os autores; CERILUZ (2023).

Oficina 2 – Representação da Teia Alimentar

Na teia alimentar, os macroinvertebrados bentônicos são parte essencial dos ambientes aquáticos, pois transferem energia para níveis tróficos superiores (Sumundimali; Jayawardana, 2021). Além disso, esses organismos contribuem para a ciclagem e troca de nutrientes entre o sedimento e a água por meio de atividades de escavação e ações diretas na fragmentação, decomposição e mineralização da matéria orgânica (Mehrho et al., 2020; Wang et al., 2020).

A oficina sobre teia alimentar de nascentes contou com a exposição de onze exemplares da coleção zoológica úmida da UNIJUÍ, composta, principalmente, por animais nativos encontrados na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, em pequenos cursos d'água formados pelas nascentes e seu entorno (figura 2). Entre os exemplares, estavam crustáceos do gênero *Aegla* sp, peixes, lagartos, sapos, girinos e três espécies de serpentes.



Estes organismos foram utilizados de maneira a representar as diferentes relações alimentares dos organismos, que se inicia com os macroinvertebrados bentônicos presentes na água dos pequenos córregos, que servem de alimento para peixes, girinos e *Aegla* sp. A teia alimentar se estende ao ambiente terrestre, envolvendo diferentes organismos, representados por sapos (*Rhinella icterica* Spix, 1824), cobras-verde (*Philodryas olfersii* Lichtenstein, 1823) e lagarto teiú (*Salvator merianae* Duméril & Bibron, 1839).

Figura 2: A – Representação esquemática da teia alimentar. B – Diferentes organismos que compõem a teia alimentar. C – Explicação sobre a teia alimentar.



Fonte: Os autores; CERILUZ (2023).

A exposição despertou o interesse dos alunos pelos diferentes organismos expostos e facilitou a sensibilização de que todos os organismos interagem entre si, incluindo aqueles que são menos conhecidos, e muitas vezes facilmente esquecidos, como os macroinvertebrados bentônicos que estão na base da cadeia alimentar. Ao apresentar espécies já conhecidas e familiarizadas pelos alunos, como serpentes e lagartos, a assimilação e fixação dos conceitos ocorreram de forma mais simples e sólida. Além disso, esta atividade prática serviu como uma ferramenta especial para a compreensão da importância da comunidade bentônica no início e



manutenção da cadeia alimentar, incluindo seres vivos maiores, bem como o próprio ser humano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As oficinas práticas envolvendo alunos do ensino fundamental de escolas rurais evidenciaram a importância dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água de nascentes, destacando seu papel essencial na manutenção da teia alimentar e no fluxo de energia dos ecossistemas aquáticos. Além disso, esses organismos mostraram-se uma eficiente ferramenta de sensibilização ambiental, possibilitando às crianças uma aproximação prática e visual com os ambientes aquáticos e estimulando a compreensão sobre a necessidade de conservação dos recursos hídricos.

Por fim, destaca-se a relevância da interação entre universidade, cooperativa de geração e distribuição de energia e escolas no fortalecimento das ações de educação ambiental, aproximando o conhecimento científico da realidade local dos estudantes e complementando, de forma prática e contextualizada, os conteúdos trabalhados em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ADAMI, Gabrielli Tuni; PAWNOSKI, Andressa Aparecida; BRAGA, Gilberto Pereira Figueiredo; BARROS, Glecio Oliveira; ESPRUENCIO, João Victor; SILVEIRA, Vanessa Schlemper; COMANDULLI, Victor Júnior; KUHN, Betty Cristiane; GHISI, Nédia de Castilhos. Biomonitoramento e Educação Ambiental como estratégias integradas para conservação da Bacia do Rio Iguaçu. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 20, n. 8, p. 144–155, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2026.v21.21613>. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/21613/14756>. Acesso em: 08 de maio de 2026.

BONACINA, Luca; FASANO, Federica; MEZZANOTTE, Valéria; FORNAROLI, Riccardo. Effects of water temperature on freshwater macroinvertebrates: a systematic review. *Revisões Biológicas*, v. 98, n. 1, p. 191–221, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12903>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12903>. Acesso em: 05 de maio de 2026.

BRAZ, Micaela Gomes; DUARTE, Ana Paula; BOTTINO, Flávia. Rios urbanos: percebendo a importância por meio da Educação Ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 278–292, 2022. Disponível em:



<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13538>. Acesso em: 07 de maio de 2026.

CAMPOS, Rafael Fernando Fernandes; SILVA, Gabriel Gustavo Pereira; OZOGOSKI, Felipe da Silva; SANTOS, Isabel de Souza. Avaliação da qualidade da água de uma nascente em área urbana no município de Caçador/SC. *Nature and Conservation*, v. 18, n. 1, p. e8642, 2025. DOI:10.6008/CBPC2318-2881.2025.001.0001. Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/nature/article/view/8642/5022> Acesso em: 05 de maio de 2026.

COPETTI, Camila Morizzo; JUNG, Márcia Sostmeyer; SILVA, José Antonio Gonzalez da; FACHINETTO, Juliana Maria; COSTA, Rafael Schneider; OLIVEIRA, Giulia Hoffmann de; FRAGA, Denize da Rosa; JUNG, Júlia Sarturi. Bioremediation: sustainable methodology in the removal of xenobiotics from water. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e29811931978-e29811931978, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31978>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31978>. Acesso em: 06 de maio de 2026.

ESMOND, Sarah E.; HARTLAND, Anna; CRAWFORD, John; TUCKER, Cassandra; MAJER, Emma; PRYCE, Joanna; CRESSWELL, Robert G.; HAMILTON, David P.; COOK, Philip G.; BRYANT, Christopher; SHERWOOD, Oliver A. A multi-tracer approach to constraining water sources of culturally and ecologically significant natural springs: combining environmental isotopes and environmental DNA. *Journal of Hydrology*, v. 651, p. 132698, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2026.135245>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169426003422?via%3Dihub>. Acesso em: 09 de maio de 2026.

MEHRJO, F.; HASHEMI, S. H.; ABDOLI, A.; HOSSEINABADI, F. Taxonomy of benthic macroinvertebrates in Jajrud River for water quality assessment. *Environmental Resources Research*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2020. DOI: 10.22069/ijerr.2020.5088. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/402155140_Taxonomy_of_benthic_macroinvertebrates_in_Jajrud_River_for_water_quality_assessment. Acesso em: 05 de maio de 2026.

MUGNAI, Riccardo; NESSIMIAN, Jorge Luiz; BAPTISTA, Darcilio Fernandes. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 174 p. ISBN 9788561368104.

NIE, Rui; XU, Xuming; XU, Peijie; ZHUGE, Yisi; ZHENG, Tong; YU, Xiao; YAO, Rui; TAN, Hongwu; LI, Guoqiang; ZHAO, Xiaohui; DU, Qiang. Taxonomic and functional responses of benthic macroinvertebrates to wastewater effluents in the receiving river of



ecologically vulnerable karst areas in Southwest China. *Environmental Research*, v. 278, p. 121666, ago. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121666> . Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393512500917X>. Acesso em: 09 de maio de 2026.

ROSENBERG, David M.; RESH, Vincent H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, p. 488, 1993. ISBN: 9780412022517

SUMUDUMALI, Iresha; JAYAWARDANA, Chandramali Kumari. A review of biological monitoring of aquatic ecosystems approaches: with special reference to macroinvertebrates and pesticide pollution. *Environmental Management*, v. 67, n. 2, p. 263–276, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-020-01423-0>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-020-01423-0>. Acesso em: 09 de maio de 2026.

THAPA, Bhumika; PANT, Ramesh Raj; THAKURI, Sudeep; GREGÓRIO, Lagoa. Assessment of spring water quality in Jhimruk River Watershed, Lesser Himalaya, Nepal. *Environmental Earth Sciences*, v.79, n.22, p. 504, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09252-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-020-09252-4> Acesso em: 05 de maio de 2026.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. *Pesquisa-ação em Educação Ambiental*. Pesquisa em Educação Ambiental, Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 155-169, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol3.n1.p155-169>. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f5de330e-3e27-4d2f-8fc3-67dc8a01e1f7/content> . Acesso em: 09 de maio de 2026.

WANG, Xingzhong; ZHANG, Yongyong; TAN, Xiang; ZHENG Ying; ZHANG, Quanfa. Do water quality, land use, or benthic diatoms drive macroinvertebrate functional feeding groups in a subtropical mountain stream? *Inland Waters*, v. 11, n. 1, p. 67-77, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/20442041.2020.1816111>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20442041.2020.1816111>. Acesso em: 05 de maio de 2026.

ZARDO, Daniela Cristina; HARDOIM, Edna Lopes; AMORIM, Ricardo; MALHEIROS, Carolina Hortêncio. Variação espaço-temporal na abundância de Ordens e Famílias de macroinvertebrados bentônicos registrados em área de nascente, Campo Verde-MT. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 16, n. 1, p. 53-66, 2013. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2013.v16i1.42>. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/42>. Acesso em: 07 de maio de 2026.