

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA VARIAÇÃO SAZONAL EM UM TRECHO DE RIACHO DE MATA ATLÂNTICA

Caique de Jesus Souza, Leticia Soares Damasceno, Geovana da Costa Ferreira, Maria Clara Cornélio Luz, Gabrielle Aparecida Nascimento, Grazielle Wolff de Almeida Carvalho, Patricia Pereira Gomes

Instituto Federal de Minas Gerais *campus* São João Evangelista, Av. Primeiro de Junho, 1043 – Centro – 39705-000 – São João Evangelista-MG, Brasil, caique.souza19@outlook.com, leticiasdamasceno12@gmail.com, geovana.ferreira1207@gmail.com, mariaclaracluz@gmail.com, gabrielleaparecidanascimento0@gmail.com, grazielle.wolff@ifmg.edu.br, patricia.pereira@ifmg.edu.br

Resumo

A água é recurso essencial para o desenvolvimento humano. No entanto, ações antrópicas vêm impactando negativamente na saúde dos ecossistemas aquáticos. Desta forma, é necessário que sejam tomadas medidas de gerenciamento, dentre elas, destaca-se o biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos. Neste estudo foram realizadas coletas em dois períodos distintos do regime hidrológico: outubro de 2024 (final da estação seca) e junho de 2025 (início da estação seca), em um trecho de riacho, totalizando três amostragens em cada campanha. Além da caracterização biológica, foram analisadas variáveis físico-químicas da água e aplicado um protocolo de avaliação rápida (PAR) do habitat, visando compreender a influência das condições ambientais sobre a comunidade aquática. Os resultados das duas coletas foram comparados e demonstram que houve diferença significativa nos índices de diversidade e em algumas variáveis físico-químicas. Concluiu-se que há alteração na comunidade biótica avaliada, principalmente em função da alteração no habitat causado pelo volume da vazão do riacho, sendo que em outubro, fim de estação seca, o riacho encontrava-se com mínimo de vazão e, conseqüentemente, isso reflete na qualidade da água destes ecossistemas.

Palavras-chave: Índices de diversidade. Ecossistemas aquáticos. PAR. Limnologia. Qualidade da água.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas – Ecologia.

Introdução

Os recursos hídricos são fundamentais para o desenvolvimento, no entanto, têm se tornando escassos e nos últimos anos, milhões de pessoas vêm sofrendo com o mau gerenciamento destes, obtendo acesso à água de origem não inspecionada ou simplesmente de má qualidade (Silva et al., 2021). Para solucionar este problema, foram propostas metas dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de número 06: Água Potável e Saneamento, para assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para toda a população, bem como proteger os ecossistemas aquáticos (ONU Brasil, 2018).

Diversas ações de origem antrópica costumam impactar negativamente a dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Dentre elas, pode-se destacar a retirada da vegetação ciliar que protege os leitos contra erosão e sedimentação; a criação de gado no entorno, o que também degrada fisicamente o ambiente e retarda a recuperação destes ecossistemas; e o uso de produtos agrícolas em plantações, que podem contaminar a água por meio de lixiviação (Vieira & Silva, 2022; O'Callaghan et al, 2019; Resende, 2002). Portanto, conhecendo a importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento humano, e a forma com que a má gestão dos mesmos pode resultar em crises futuras, é necessário que sejam tomadas medidas de gerenciamento. Dentre estas medidas, destaca-se o biomonitoramento, que consiste no acompanhamento dos ecossistemas, por meio da análise de variáveis físico-químicas e biológicas em períodos de tempo determinados, em que serão verificados avanços ou declínios na qualidade da água, e aplicação de medidas para compensar eventuais perdas (Brasil, 2005).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Dentre os principais biodindicadores, os macroinvertebrados bentônicos se destacam por serem um grupo diverso que inclui artrópodes, moluscos, anelídeos, entre outros, que vivem em ambientes lênticos e lóticos por ao menos uma parte de seus ciclos de vida, sendo que as suas características fisiológicas e morfológicas delimitam a forma com que vão interagir com os ecossistemas em que estão inseridos, funcionando, assim, como indicadores biológicos de qualidade de água. Estes invertebrados são agrupados entre “sensíveis”, “tolerantes” e “resistentes” e as suas distribuições são condicionadas de acordo com as pressões sofridas pelo ambiente (Callisto; Goulart; Moretti, 2001). Para a permanência de uma comunidade bentônica rica e diversa é necessário que haja habitats fluviais diversos, o que garante recursos essenciais, como disponibilidade de matéria orgânica e tipos de substrato, que serão utilizados pelos organismos para sua subsistência proporcionando o sucesso das populações (Sotomayor et al., 2025).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi investigar a variação temporal da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um trecho de riacho localizado em área de uso e ocupação predominante de plantios de eucalipto dentro do bioma Mata Atlântica no município de Guanhães – MG. Como hipótese tem-se que, na coleta de junho de 2025, início da estação seca, devido ao maior fluxo de água do riacho, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos deve apresentar maior riqueza, diversidade, equitabilidade, bem como melhor qualidade da água.

Metodologia

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no alto da bacia do Rio Corrente Canoa, que abrange os municípios de Guanhães, Sabinópolis e São João Evangelista, situados no Estado de Minas Gerais. O bioma que predomina a região é a Mata Atlântica, sendo o clima tropical chuvoso de savana, com índice de precipitação média de 1.212 mm e temperatura média de 22,2 °C (Costa et al., 2023). O ecossistema estudado trata-se de um riacho, localizado numa área particular onde há predominância de cultivo de eucalipto. Este foi escolhido por estar à montante da área onde está sendo construído o novo ponto de captação de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município. Foram realizadas duas coletas em períodos diferentes, sendo a primeira no início do mês de outubro de 2024, antes do início das chuvas, e a segunda no início do mês de junho de 2025, início da estação seca.

Para a caracterização do trecho do riacho avaliado foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), proposto por Callisto et al. (2002), que dispõe de 22 parâmetros que avaliam as características físico-químicas-biológicas perceptíveis do ambiente, como tipo de substrato, odor da água, presença de macrófitas aquáticas, entre outros, e distribui pontuações que variam de 0 a 4 e 0 a 5 pontos para tais parâmetros. Ao final pode haver uma pontuação total que oscila entre 0 a 100 pontos, sendo que, valores até 40 pontos indicam ambientes “impactados”; entre 41-60 pontos, ambientes “alterados”; e acima de 61 pontos, ambientes “naturais”.

Coleta e Amostragem

O trecho de riacho foi amostrado em três pontos distintos. Em cada ponto mediu-se *in situ* as variáveis: Temperatura (°C), pH, Condutividade elétrica (uS/cm), Oxigênio dissolvido (mg/L) por meio das sondas AKSO AK87 e AKSO AK88. Já os valores de Profundidade (m) e Largura (m) foram obtidos através de trena métrica e o fluxo do riacho foi obtido por meio do método do flutuador. Para as análises de Fósforo Total, foram coletadas amostras de água, em frascos âmbar de 1 L, em cada um dos pontos e enviadas para análise em laboratório. Os resultados de todas essas variáveis estão discriminados na Tabela 1.

Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados com auxílio de rede em forma de “D” (com abertura de 0,3-0,5 m, 500 µm de abertura de malha, acoplada a um cabo metálico de 1,5 m), seguindo o “Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo” (CETESB, 2012). Esta coleta foi realizada em trélicas e o material foi depositado em sacolas plásticas etiquetadas e fixado em Álcool 70%. Estas amostras foram levadas para o Laboratório de Ecologia do IFMG campus São João Evangelista, onde foram lavadas utilizando peneiras granulométricas para separação do material descartável, como grandes fragmentos de

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

rochas, galhos e folhas, entre outros. Os materiais que restaram foram depositados em frascos plásticos devidamente etiquetados, e novamente, fixados em Álcool 70%.

Após o processo anterior, o material foi triado com o auxílio de Microscópio Estereoscópico e Placas de Petri para a separação dos organismos do substrato, os quais foram transferidos para tubos de criogenia com Álcool 70% devidamente etiquetados para posterior identificação até o nível taxonômico de família, realizada principalmente com o auxílio das chaves taxonômicas de Hamada; Nessimian; Querino (2014).

Após a identificação, os dados obtidos da comunidade bentônica foram processados em programas estatísticos para comparar a “Riqueza”, “Abundância”, “Dominância (D)”, “Diversidade Simpson (1-D)”, “Diversidade Shannon (H’)”, “Equitabilidade Pielou (J)”, entre as duas coletas. Além destes, foram utilizados outros índices como o “Method For Water Quality Evaluation” (BMWP), que distribui pontuações, que variam de 1 a 10, para as famílias dos macroinvertebrados bentônicos, sendo que as famílias mais sensíveis recebem as maiores pontuações e as menos sensíveis as menores pontuações; neste índice, são consideradas apenas presença e ausência e a soma total inferirá sobre a qualidade da água (Junqueira et al., 2018). Também foram consideradas os percentuais de indivíduos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), que são as ordens dos táxons mais sensíveis, e de Chironomidae, que é uma família muito resistente e de fácil adaptação a ambientes degradados (Nascimento & Oliveira, 2023; Suhaila & Che Salmah, 2017). Para verificar a diferença entre as duas coletas e assim evidenciar a sazonalidade, as variáveis foram submetidas a testes de normalidade e posterior análise de variância.

Resultados

Os resultados das variáveis físico-químicas e do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) estão descritos na Tabela 1. As seguintes variáveis apresentaram diferenças significativas entre as duas coletas, sendo $p < 0,05$: pH ($p = 0,6024$), Condutividade Elétrica ($p = 0,00057432$), Oxigênio Dissolvido ($p = 0,04569$) e Vazão ($p = 0,037$). As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas. Também é possível observar uma alteração considerável nos valores do PAR.

Quanto aos índices biológicos, os testes de diversidade de Hutcheson mostram que houve diferença significativa entre os anos (para H’ $p = 2,046 \times 10^{-53}$; para Simpson $p = 6,34 \times 10^{-127}$), sendo que 2024 apresentou maior diversidade, menor dominância e maior equitabilidade, ao mesmo tempo que também demonstrou menor percentual de EPT e maior percentual de Chironomidae. Outro fator considerável é o evidente aumento no score do BMWP para 2025, além de maior riqueza e abundância.

Tabela 1: Parâmetros Físico-químicos e PAR

Parâmetros	2024	2025
Temperatura (°C)	22,63	19,43
pH	6,47	6,65
Condutividade elétrica (uS/cm)	55,37	14,33
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,07	6,80
Fósforo Total (mg/L)	0,01	0,30
Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)	38	60
Vazão (m³/s)	0,66	0,051

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2: Índices Biológicos

Índices	2024	2025
Riqueza	18	29
Abundância	1297	3953
Dominância (D)	0,203	0,4809
Diversidade Simpson (1-D)	0,797	0,5191
Diversidade Shannon (H')	1,932	1,335
Equitabilidade Pielou (J)	0,6684	0,3964
% Chironomidae	32%	9%
% EPT	2%	11%
BMWP	54	112

Fonte: Dados da pesquisa.

Discussão

Para as análises físico-químicas (Tabela 1), os valores de Fósforo Total do ano de 2024 estão de acordo com a resolução do CONAMA 357, onde se estabelece que os valores ideais precisam estar

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

compreendidos em até 0,1 mg/L (Brasil, 2005). No entanto, no ano seguinte foi possível observar um aumento considerável nos níveis de Fósforo, uma vez que em período seco, a falta de fluxo faz com que tenha menos arraste deste nutriente proveniente do solo para dentro dos rios, ou seja o fluxo reduzido e a falta de chuva leva a menor entrada de Fósforo associado ao escoamento, e como é uma bacia de uso agrário com utilização de fertilizantes fosfatados, a concentração de Fósforo no período de chuvas aumenta devido a lixiviação (Resende, 2002; Shou et al., 2022). Os valores de Oxigênio Dissolvido, que foram significativamente diferentes, podem ser explicados em função das características perceptíveis no ambiente no momento da coleta: em 2024, o riacho estava com baixíssimo fluxo, quase considerado um ambiente lântico, o que provavelmente impactou nos índices de Oxigênio Dissolvido, causando uma diminuição desta variável e um aumento da Temperatura, uma vez que normalmente estes fatores estão associados, ou seja, os níveis de Oxigênio Dissolvido tendem a diminuir com o aumento da Temperatura (Baggio; Freitas; Araújo, 2016). Os valores de Condutividade, embora significativamente diferentes entre os dois períodos de amostragem, estão de acordo com as resoluções vigentes. O valor mais alto da primeira coleta pode ser reflexo da falta de fluxo que proporcionou uma maior concentração de minerais dissolvidos, em comparação com a segunda coleta. Já os valores de pH não foram significativamente diferentes, porém também estão de acordo com o que orienta a legislação vigente (CETESB, 2013; Brasil, 2005).

Quanto aos resultados do PAR, houve um aumento significativo no *score*. Entende-se que apesar de as coletas terem sido feitas no mesmo local, como o riacho estava com o fluxo interrompido no momento da primeira coleta, fatores relevantes, como a presença de rápidos, macrófitas aquáticas, diversidade de mesohabitats, entre outros obtiveram menores pontuações que na coleta seguinte realizada quando o riacho apresentava fluxo normal. Apesar do aumento na pontuação, o riacho não possui mata ciliar, o que também compromete os mesohabitats e o deixa mais exposto e suscetível à sedimentação em períodos de chuva, dificultando assim a manutenção e permanência de uma comunidade mais diversa (Callisto et al., 2002; Sotomayor et al., 2025).

Os índices biológicos (Tabela 2) demonstraram resultados satisfatórios para riqueza e abundância, tendo os valores aumentado no ano de 2025, quando comparados ao ano anterior. Esses aumentos também influenciaram outros índices, como a %EPT e %Chironomidae, além do aumento significativo no BMWP. Isso foi possível devido à reestruturação dos mesohabitats, principalmente o reaparecimento das macrófitas aquáticas em 2025, que somado ao aumento de Oxigênio Dissolvido contribuíram para o aparecimento de táxons mais sensíveis, principalmente EPT's, que recebem maiores pontuações no BMWP. Além disso, uma comunidade mais rica pode significar o aumento de indivíduos predadores e a competição por alimento, o que resultou na diminuição do percentual de Chironomidae que é um táxon muito resistente às perturbações (Nascimento & Oliveira, 2023; Junqueira et al., 2018; Suhaila & Che Salmah, 2017; Peiró et al., 2013).

Apesar dos índices discutidos acima terem demonstrado uma melhora no equilíbrio ecossistêmico do riacho, a diferença significativa entre os índices de diversidade e equitabilidade (sendo menores em 2025) parecem indicar o contrário (Tabela 2). Na verdade, esse problema pode ser explicado com a comparação do índice de dominância (que foi maior em 2025) com os outros índices (Tabela 2). Essa elevada dominância é reflexo da alta abundância da família Simuliidae (Diptera), que sozinha representou 68% da abundância total em 2025. A alta exposição de luz solar, fluxo rápido e temperatura amena, e a preferência de algumas espécies por temperaturas frias, são fatores que possibilitaram o sucesso desta família (Figueiró et al., 2006; Srisuka et al., 2021). A baixa equitabilidade e a alta dominância fazem com que a diversidade diminua, uma vez que este índice leva em consideração o equilíbrio relativo entre as populações presentes no ecossistema.

Conclusão

O presente estudo trouxe uma visão geral de algumas pressões sofridas por um riacho de uma bacia predominantemente silvicultural, onde foi possível observar como o aumento/diminuição de fluxo de pequenos riachos levam à variação da qualidade da água e consequentemente da estruturação da comunidade bentônica. A seca atípica na região e o atraso do período chuvoso em 2024 são apontados como o principal fator negativo, comprometendo o fluxo do riacho, e impactando negativamente nos valores de condições físico-químicas, refletindo uma comunidade pouco rica e pouco abundante e com a presença de mais táxons resistentes que sensíveis. Com a volta do fluxo, os índices apontaram para

uma melhora significativa do ambiente, exceto os de diversidade devido à dominância de Simuliidae e o teor de Fósforo Total que aumentou consideravelmente devido à lixiviação da bacia.

O estudo reforça a efetividade dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água, que de fato conseguem responder às pressões de forma rápida e evidente. No entanto, sugere-se que mais pesquisas sejam realizadas na área de estudo, para acompanhar as possíveis alterações no ecossistema e, caso sejam negativas, deve-se aplicar medidas que mitiguem os impactos negativos para que o riacho não colapse e consiga cumprir com as suas funções, tanto ecossistêmicas quanto como futuro ponto para abastecimento.

Referências

BAGGIO, H.; FREITAS, O. M.; ARAÚJO, D. A. Análises Dos Parâmetros Físico-Químicos Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Potencial Hidrogeniônico E Temperatura, Suas Correlações Com O Uso E Ocupação Da Terra No Baixo Curso Do Rio Das Velhas-Mg. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 105–117, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/rcg176008>. Acesso em: 19 ago. 25.

BRASIL. (2005). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, seção 1. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 19 ago. 25.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRUCIO, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 14, n. 1., 8 p. Disponível em: <https://jbb.ibict.br/handle/1/708>. Acesso em: 19 ago. 25.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MORETTI, M. Macroinvertebrados Bentônicos Como Ferramenta Para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 6, n. 1, p. 71–82, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v6n1.p71-82>. Acesso em: 19 ago. 25.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Apêndice D. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**. 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Apendice-D-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-Variaveis-de-Qualidade-29-04-2014.pdf>. Acesso em: 19 ago. 25.

CETESB. Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo. São Paulo: CETESB (ed.), 113 p., 2012. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/protocolo-biomonitoramento-2012.pdf>. Acesso em: 20 ago. 25.

COSTA, E. C. D. S., LINARES, M. S., CARVALHO, G. W. D. A., GOMES, P. P., HUGHES, R. M., & CALLISTO, M. (2023). Human pressures degrade the ecological condition of the Upper Graipu River. **RBRH**, 28, e38. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320230054>. Acesso em: 19 ago. 25.

FIGUEIRÓ, R.; ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C.; GIL AZEVEDO, L. H.; NASCIMENTO, É. S.; MONTEIRO, R. F. Spatial and temporal distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in the Itatiaia National Park, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 4, p. 542–550, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000400018>. Acesso em: 20 ago. 25.

HAMADA, N., NESSIMIAN, J. L., QUERINO, R. B. (Editores). *Insetos aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora do INPA, 2014. 724 p. ISBN: 978-85-211-0123-9.

JUNQUEIRA, M. V. ALVES, K. C.; PAPROCKI, H.; CAMPOS, M. Índices bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais – síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do alto rio doce. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, n. 49, p. 15–33, set. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5327/Z2176-947820180322>. Acesso em: 19 ago. 25.

NASCIMENTO, R. D.; OLIVEIRA, F. F. Levantamento de macroinvertebrados bioindicadores para análise da condição ambiental do Rio Juqueriquerê, Caraguatatuba (SP). *UnisantaBioScience*, v. 12, n. 3, p. 185–203, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/BIO/article/view/608/607>. Acesso em: 19 ago. 25.

O'CALLAGHAN, P.; KELLY-QUINN, M.; JENNINGS, E.; ANTUNES, P.; O'SULLIVAN, M.; FENTON, O.; HUALLACHAIN, D. The Environmental Impact of Cattle Access to Watercourses: A Review. *Journal of Environmental Quality*, v. 48, n. 2, p. 340–351, mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/jeq2018.04.0167>. Acesso em: 19 ago. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2018. Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/>>. Acesso em: 21 ago. 25.

PEIRÓ, D. F.; SUALINO, H. H.; GORNI, G. R.; CORBI, J. J.; VANTE, A. P. AMARAL, G. Insetos Aquáticos Associados a Macrófitas Submersas com Diferentes Complexidades Morfológicas. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 16, n. 1, p. 133–133, 10 jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2013.v16i1.51>. Acesso em: 20 ago. 25.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade de água: contaminação de água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p. ISSN: 1517-5111. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546464/1/doc57.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SHOU, C. Y.; TIAN, Y.; ZHOU, B.; FU, X. J.; ZHU, Y. J.; YUE, F. J. The Effect of Rainfall on Aquatic Nitrogen and Phosphorus in a Semi-Humid Area Catchment, Northern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(17):10962. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph191710962>. Acesso em: 22 ago. 25.

SILVA, F. L., FUSHITA, A. T., CUNHA-SANTINO, M.B., BIANCHINI JR., I., VENEZIANI JÚNIOR JR, J., C., T. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v.14, n.3 (2021) 1626-1653. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1626-1653>. Acesso em: 19 ago., 2025.

SOTOMAYOR, G.; HAMPEL, H.; VÁZQUEZ, R. F.; FORIO, M. A. E.; GOETHALS, P. L. M. Functional diversity of benthic macroinvertebrates and fluvial habitat quality: Key biological trait categories. *Ecological Informatics*, v. 90, p. 103235, 1 dez. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2025.103235>. Acesso em: 19 ago. 25.

SRISUKA, W.; SULIN, C.; AUPALEE, K.; PHANKAEN, T.; TAAI, K.; THONGSAHUAN, S.; SAEUNG, A.; TAKAOKA, H. Community structure, biodiversity and spatiotemporal distribution of the black flies (Diptera: Simuliidae) using malaise traps on the highest mountain in thailand. *Insects*, v. 12, n. 6, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/6/504>. Acesso em: 20 ago. 25.

SUHAILA, A. H.; CHE SALMAH, M. R. Application of aquatic insects (Ephemeroptera, plecoptera and trichoptera) in water quality assessment of Malaysian headwater. *Tropical Life Sciences Research*, v. 28, n. 2, p. 143–162, 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5584830/>. Acesso em: 19 ago. 25.

VIEIRA, P. H.; SILVA, A. C. A. A influência da mata ripária na qualidade da água superficial do córrego Moeda no município de Três Lagoas/Ms. *Geografia em Questão*, v. 15, n. 02, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/25206/21380>. Acesso em: 19 ago. 25.

Agradecimentos

Agradecemos ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) – Guanhães, MG, e ao IFMG – SJE pelo fomento de bolsas e apoio nas coletas. E agradecemos ao Grupo de Pesquisa Ecologia de Ambientes Aquáticos do IFMG – SJE, por todo o apoio na construção deste trabalho.