

EFEMERÓPTEROS, PLECÓPTEROS E TRICÓPTEROS (EPT) COMO BIOINDICADORES EM PAISAGENS AGRÍCOLAS

Isadora C. S. LAPA¹; Karolayne E. M. SILVA²; Ana Clara R. VAZ³; Laura G. S. F. REIS⁴; Claudio J.V. ZUBEN⁵; Guilherme A. NASCIMENTO⁶

RESUMO

As regiões tropicais apresentam alta biodiversidade, mas são fortemente impactadas por paisagens agrícolas, especialmente no bioma Mata Atlântica. Este estudo investigou a comunidade de insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (ETP), reconhecidas como bioindicadoras sensíveis. Ao todo 136 organismos foram coletados, de 14 gêneros distintos. *Triplectides* (64), seguido de *Phylloicus* (26) e *Smicridea* (14), foram os gêneros mais abundantes. A ocorrência de insetos ligados à cobertura florestal, bem como alteração em níveis de sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade revelaram sinais de impacto gerado no gradiente agrícola.

Palavras-chave:

impactos ambientais; macroinvertebrados bentônicos; qualidade da água; agroecossistemas.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de relevância mundial no agronegócio, um dos que mais utilizam agroquímicos na agricultura, devido sua alta eficiência, maior rentabilidade e legislação permissiva (Fernandes *et al.*, 2020; IBGE, 2021).

As ordens de insetos Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera possuem em geral nichos ecológicos alimentares e de comportamento mais restritos, dependendo de recursos alóctones próximos a riachos (Hamada *et al.*, 2018). Estas ordens bioindicadoras são conhecidas pela sigla ETP e tem sensibilidade a perturbações ambientais em ambientes agrícolas (Meneghel *et al.*, 2022).

¹ Bolsista PIBIC - Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) campus Poços de Caldas, Departamento de Biologia - Isadora.cristina@alunos.if sulde minas.edu.br

² Bolsista PIBIC - Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) campus Poços de Caldas, Departamento de Biologia - karolayne.emilin@alunos.if sulde minas.edu.br

³ Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) campus Poços de Caldas, Departamento de Biologia - anal.vaz@alunos.if sulde minas.edu.br

⁴ Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) campus Poços de Caldas, Departamento de Biologia - laurafgdreis@gmail.com

⁵ Docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP)- campus Rio Claro, Departamento de Biodiversidade. claudio.jv.zuben@unesp.br

⁶ Discente de pós-graduação em Ecologia, Evolução e Biodiversidade da Universidade Estadual Paulista (UNESP)- campus Rio Claro, Departamento de Biodiversidade- guilherme.anjos@unesp.br

Ainda não é conhecida claramente a correspondência entre o uso da terra agrícola e os impactos à diversidade aos ETP, devido, dentre outros fatores, à grande diversidade complexidade práticas adotadas, plantios e manejos agrícolas (Wolf *et al.*, 2020). Portanto, é preciso levantar a biodiversidade e também avaliar os efeitos antrópicos causados pela agricultura no meio hídrico nesta região.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 11 riachos categorizados quanto ao uso do solo florestal (forest) ou agrícola (Farm), utilizando digitalização visual e modelos digitais de elevação do terreno (MDT), validados por imagens do *Google Earth*, o qual também propiciou a variável ambiental altitude.

Os seguintes dados de qualidade da água foram obtidos por meio de uma única medição realizada com uma sonda multiparâmetros U-50: Potencial Hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CD), sólidos totais dissolvidos (STD), saturação de oxigênio dissolvido (DO). Dados de velocidade da água (Vel) foram obtidos por meio de correntômetro *Digital Flowatch FL-K2*.

As larvas foram coletadas com a rede Surber de Agosto a Setembro de 2022. A fase de classificação até o nível taxonômico de gênero com o auxílio de chave taxonômica (Hamada *et al.*, 2018). A riqueza e dominância foram estimados e uma análise de redundância (RDA) foi realizada com as matrizes respostas (biológicas) e as matrizes preditoras de dados ambientais (variáveis limnológicas e de paisagem) do software R (Rstudio team, 2023).

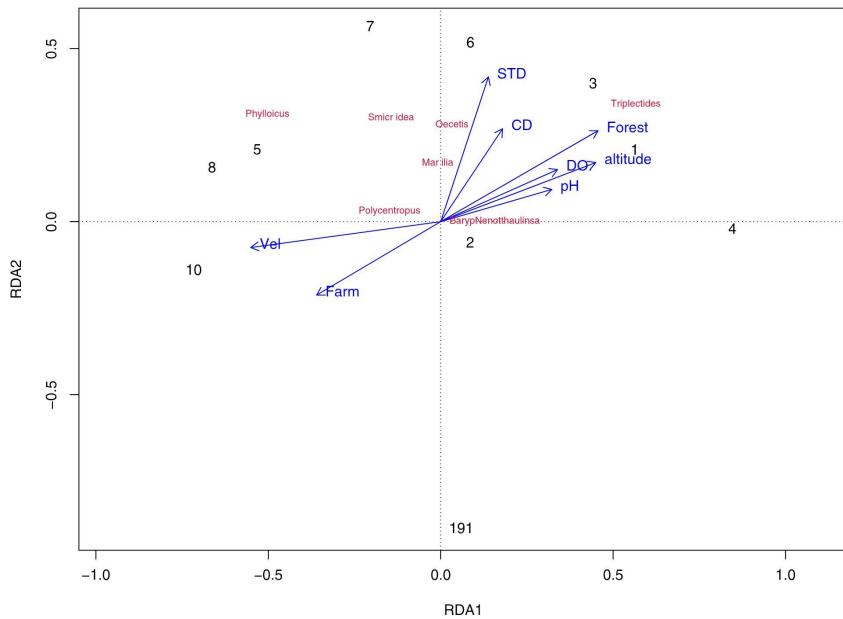
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo 136 organismos foram coletados, de 14 gêneros distintos. *Triplectides* (64), seguido de *Phylloicus* (26) foram os gêneros mais abundantes, o que indica a sensibilidade destes à decomposição de detritos orgânicos em córregos de florestas e aqueles sob atividades agrícolas, mas que ainda possam manter a mata ripária. (Ebling *et al.*, 2024; Bertaso *et al.*, 2015). *Triplectidae* foi mais abundante nos riachos mais preservados, enquanto *Smicridea* (14), ocorreu mais em ambientes não preservados do que preservados, pois larvas deste gênero constroem redes de captura de malha larga, mais adequadas para locais sujeitos a enriquecimento orgânico agrícola (Docile *et al.*, 2016).

No riacho 1, de menor proporção de paisagem agrícola, foi o que apresentou maior abundância de organismos sensíveis e o único a conter Plecópteros. Estes animais costumam viver em pedras, se alimentando do perifítion, que poderiam ser encobertos por sedimentos típicos de remoção de mata nativa e assoreamento característicos de atividades agrícolas (MARQUES *et al.*, 2021). Do mesmo modo, partículas carreadas podem afetar atividades respiratórias pela deposição de sedimento em órgãos respiratórios em tricópteros que possuem brânquias desenvolvidas (BERTASO *et al.*, 2015), o que auxilia a entender porque no riacho 9 tivemos um índice de sólidos dissolvidos totais alto e sem a ocorrência desta ordem.

De acordo com a análise de redundância (Figura 1) o gênero *Triplectides* esteve fortemente associado à cobertura florestal e aos parâmetros limnológicos da água enquanto *Phylloicus* à atividades agrícolas e velocidade da água.

Figura 1 – Análise de Redundância Parcial (RDA) das comunidades aquáticas em relação às variáveis ambientais e biológicas



Fonte: Autoria própria (2025).

Apesar destes dois gêneros ser dependentes de material alóctone para alimentação e abrigo (Ebling *et al.*; 2024), a capacidade funcional pode variar à medida que a paisagem é alterada, de modo que a floresta ripária pode reduzir os efeitos biológicos mais drásticos (MARQUES *et al.*, 2021). Complementarmente, *Phylloicus*, costumam ser encontrados em áreas de remanso, otimizando sua permanência em locais de menor fluxo de água (Santos *et al.*, 2025; Marques *et al.*, 2021). Por fim, em relação a variáveis limnológicas, a cobertura florestal esteve fortemente associada a oxigênio dissolvido e pH o que já era esperado, pois as mudanças no uso do solo estão geralmente associadas à sedimentação e a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Rodríguez *et al.*, 2022).

5. CONCLUSÃO

Encontramos evidências de impactos agrícolas principalmente em relação a sólidos totais dissolvidos e condutividade da água, além da dependência de tricópteros trituradores à cobertura florestal. Ainda em locais com uma certa porcentagem agrícola acreditamos que a comunidade possa apresentar certa plasticidade desde que mantida a mata ciliar. Assim, é necessário conservar a

vegetação ripária por meio de alternativas sustentáveis, programas de recuperação, além de preservar os ambientes florestados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSULDEMINAS pelo apoio e bolsa de iniciação científica concedida através do Edital 04/2024 - NIPE - Campus Poços de Caldas.

REFERÊNCIAS

- BERTASO, T. R. N. et al. Effects of forest conversion on the assemblages' structure of aquatic insects in subtropical regions. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 59, n. 1, p. 43-49, 2015.
- DOCILE, T. N. et al. Macroinvertebrate diversity loss in urban streams from tropical forests. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n. 4, p. 237, 2016.
- EBLING, L. A. et al. Does environmental variability in Atlantic Forest streams affect aquatic hyphomycete and invertebrate assemblages associated with leaf litter? *Hydrobiologia*, v. 851, n. 7, p. 1761-1777, 2024.
- FERNANDES, C. L. F.; VOLCÃO, L. M.; RAMIRES, P. F.; MOURA, R.; JÚNIOR, F. M. R. Distribution of pesticides in agricultural and urban soils of Brazil: a critical review. *Environmental Science: Processes & Impacts*, v. 22, n. 2, p. 256-270, 2020.
- HAMADA, N.; THORP, J. H.; ROGERS, D. C. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Keys to Neotropical Hexapoda*. 4. ed. London: Academic Press, 2018. v. 3.
- IBGE. *Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2021. 206 p.
- MARQUES, N. C. S. et al. Riparian forests buffer the negative effects of cropland on macroinvertebrate diversity in lowland Amazonian streams. *Hydrobiologia*, v. 848, n. 15, p. 3503-3520, 2021.
- MENEGHEL, R. E.; PIRES, M. M.; STENERT, C.; MALTCHIK, L. Intensification of the rice cultivation cycle reduces the diversity of aquatic insect communities in southern Brazilian irrigated rice fields. *Journal of Insect Conservation*, p. 1-10, 2022.
- RODRÍGUEZ, O. D. Y. et al. Spatial and temporal organization of aquatic insect assemblages in two subtropical river drainages. *Hidrobiológica*, v. 32, n. 2, p. 127-140, 2022.
- RSTUDIO TEAM. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Versão 2023.0.
- SANTOS, J. S. et al. Beta diversity of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) across stream microhabitats. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 37, p. e10, 2025.
- WOLF, J. F.; PROSSER, R. S.; CHAMPAGNE, E. J.; MCCANN, K. S. Variation in response of laboratory-cultured freshwater macroinvertebrates to sediment from streams with differential exposure to agriculture. *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 231, n. 1, p. 1-18, 2020.