ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PROTISTAS CILIADOS EM UM BRAÇO DO RESERVATÓRIO DE ITAIPU

Ana Julia Paes de Sousa (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Melissa Progênio da Silva (Coorientadora), Luiz Felipe Machado Velho (Orientador).
E-mail: ra130218@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciências Biológicas / Ecologia.

Palavras-chave: Bioindicadores; Comunidades planctônicas; Variação temporal.

RESUMO

Ambientes aquáticos continentais submetidos a represamentos podem apresentar mudanças nas condições físico-químicas da água capazes de reorganizar comunidades biológicas. Os protistas ciliados, por sua rápida resposta às alterações ambientais e participação na alça microbiana, constituem um grupo relevante para a avaliação ecológica de sistemas aquáticos. Este estudo avaliou se a estrutura da comunidade de protistas ciliados (i.e riqueza, densidade e composição) variou ao longo de gradiente longitudinal, ao longo do tempo e em diferentes estratos (superfície e fundo). Foram amostrados 15 pontos, na subsuperfície e fundo, em quatro campanhas semestrais entre setembro de 2024 e fevereiro de 2026. As amostras foram fixadas com Lugol acético e analisadas pelo método de sedimentação em câmaras de Utermöhl. Foram registradas 71 morfoespécies, distribuídas em 13 ordens, com maior representatividade de Hymenostomata, Oligotrichida e Peritrichia. A riqueza diferiu significativamente ao longo do tempo, com maior diversidade na terceira campanha, enquanto a densidade não diferiu nem espacial nem temporalmente. A composição também diferiu apenas entre as campanhas. Os resultados indicam que a variação temporal foi o principal fator relacionado à reorganização da comunidade, enquanto a heterogeneidade espacial e a estratificação vertical apresentaram pouca ou nenhuma influência. O padrão observado reforça a sensibilidade ecológica dos ciliados e seu potencial como bioindicadores em reservatórios.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais estão entre os ambientes mais suscetíveis às transformações decorrentes das atividades antrópicas. O represamento altera a dinâmica hidrológica, o transporte de sedimentos, a disponibilidade de nutrientes e a conectividade entre diferentes trechos da rede fluvial, repercutindo sobre a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas. Em ambientes tropicais e subtropicais, essas mudanças são moduladas

principalmente pela sazonalidade, que modifica condições limnológicas e a disponibilidade de recursos ao longo do ciclo hidrológico (MAAVARA et al., 2020). Entre os organismos potencialmente responsivos a essas alterações estão os protistas ciliados, componentes importantes da alça microbiana e participantes da transferência de matéria e energia entre microrganismos e níveis tróficos superiores. Seus ciclos de vida relativamente curtos e sua sensibilidade às condições ambientais favorecem respostas rápidas a mudanças no ambiente, conferindo-lhes relevância para estudos ecológicos e de biomonitoramento (WEISSE, 2017). A composição e a diversidade desses organismos podem refletir múltiplos fatores ambientais, sendo a variação temporal particularmente importante em ambientes sujeitos a mudanças hidrológicas (OLIVEIRA et al., 2024).

O reservatório de Itaipu constitui um sistema de interesse para esse tipo de investigação, especialmente em seus braços laterais, nos quais coexistem características fluviais e lacustres e diferentes níveis de influência antrópica. O braço do rio Ocoí apresenta áreas submetidas a aporte de nutrientes e processos de eutrofização, constituindo um cenário adequado para avaliar a resposta de comunidades planctônicas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar se a estrutura da comunidade de protistas ciliados (i.e riqueza, densidade e composição) varia ao longo de gradiente longitudinal, ao longo do tempo e em diferentes estratos (superfície e fundo).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um braço do rio Ocoí, no reservatório de Itaipu, Paraná, abrangendo 15 pontos e quatro campanhas: setembro de 2024 (piloto), fevereiro de 2025 (primeira), setembro de 2025 (segunda) e fevereiro de 2026 (terceira). Em cada ponto, foram avaliados os estratos de subsuperfície e fundo, além de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura e turbidez, determinados com sonda multiparâmetro.

Para a análise dos protistas ciliados, foram coletados 5 L de água de cada estrato. As amostras foram concentradas com rede de 10 µm, reduzidas a aproximadamente 260 mL e fixadas com Lugol acético. Em laboratório, os organismos foram quantificados, medidos e identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando literatura especializada, microscópio óptico invertido, câmaras de sedimentação de 5 mL e o procedimento de Utermöhl.

As diferenças de riqueza entre campanhas, estratos e pontos foram testadas por ANOVA two-way, com verificação dos pressupostos (homogeneidade e normalidade) e teste de Tukey. A composição foi comparada por PERMANOVA, utilizando distância de Jaccard para dados de presença e ausência, complementada por PCoA. As análises foram realizadas no R, considerando $p < 0,05$, como modelo significativo. A PERMANOVA avaliou diferenças multivariadas na composição da comunidade entre os fatores amostrados (ANDERSON, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 71 morfoespécies de protistas ciliados, distribuídas em 13 ordens. Hymenostomata (15), Oligotrichida (14) e Peritrichia (13) foram as mais representativas. O número de morfoespécies variou entre as campanhas: 30 na piloto, 38 na primeira, 40 na segunda e 44 na terceira. Esse aumento, embora não represente necessariamente uma tendência contínua de incremento ambiental, evidencia diferenças temporais na estrutura da comunidade.

Para a riqueza, a interação entre estrato*campanha não foi significativa (ANOVA: $F = 0,23$; $p = 0,875$), mas houve efeito significativo da campanha isoladamente ($F = 7,25$; $p < 0,01$), com a terceira campanha diferindo da piloto e da primeira no teste de Tukey ($p < 0,01$). Não foram detectados efeitos significativos do estrato ou do ponto isoladamente, nem da interação estrato*ponto. Já a interação campanha*ponto foi significativa ($F = 3,66$; $p < 0,01$), indicando que a variação temporal da riqueza ocorreu de forma não uniforme entre os locais.

Para a densidade, não foram observadas diferenças significativas entre campanhas, estratos ou pontos, nem interações entre esses fatores. A ausência de alteração na densidade, acompanhada de diferenças na riqueza, sugere que a resposta da comunidade ocorreu principalmente pela substituição ou reorganização de táxons, e não por mudanças no número total de indivíduos. Esse padrão é compatível com a elevada responsividade dos ciliados às condições ambientais e com a permanência de espécies mais tolerantes quando espécies mais sensíveis são reduzidas (WEISSE, 2017), sendo também coerente com estudos que identificam forte componente sazonal na organização de comunidades de ciliados em ambientes neotropicais (MATOS et al., 2025).

A composição da comunidade diferiu significativamente apenas entre as campanhas (PERMANOVA: $F = 4,694$; $p < 0,01$), não entre os pontos ($F = 1,082$; $p = 0,15$) ou estratos ($F = 1,117$; $p = 0,249$). Portanto, a variação sazonal foi mais importante para a composição da comunidade do que a heterogeneidade espacial e a estratificação vertical no período investigado.

A diversidade de ciliados pode responder a múltiplos fatores ecológicos, incluindo alterações nas condições ambientais ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2024). Em sistemas represados, modificações na hidrodinâmica e nos fluxos de nutrientes podem promover reorganizações temporais das comunidades microbianas mais expressivas que diferenças espaciais (LU et al., 2022). No rio Ocoí, os gradientes ambientais aparentemente não foram suficientemente intensos para produzir diferenciação consistente entre os pontos ou entre superfície e fundo. A conectividade hidrológica do braço pode ainda favorecer a dispersão de organismos planctônicos, contribuindo para a relativa homogeneidade espacial observada.

CONCLUSÕES

A sazonalidade foi o principal fator associado à estrutura da comunidade, enquanto a distribuição espacial e a estratificação vertical exerceram influência secundária. A manutenção de densidades sem diferenças significativas,

simultaneamente à reorganização da riqueza e da composição, indica que mudanças ambientais podem atuar sobretudo por substituição de táxons. Os resultados reforçam a utilidade dos protistas ciliados como organismos sensíveis às mudanças ecológicas e indicam seu potencial para complementar avaliações da qualidade da água em reservatórios.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq-Fundação Araucária-UEM), ao Laboratório de Ecologia de Protozooplâncton e aos orientadores pelo suporte ao desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x. Acesso em: 7 ago. 2026.

LU, L. et al. Damming river shapes distinct patterns and processes of planktonic bacterial and microeukaryotic communities. **Environmental Microbiology**, v. 24, n. 4, p. 1760-1774, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1462-2920.15915. Acesso em: 7 ago. 2026.

MAAVARA, T. et al. River dam impacts on biogeochemical cycling. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 2, p. 103-116, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s43017-019-0019-9. Acesso em: 7 ago. 2026.

MATOS, M. H. O. et al. Short-term and seasonal dynamics of planktonic protist community (Alveolata, Ciliophora) in a Neotropical urban lake, Maringá-Paraná, Brazil**. Limnologica**, v. 107, p. 126251, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.limno.2025.126251. Acesso em: 7 ago. 2026.

OLIVEIRA, F. R. et al. Influence of ecological multiparameters on facets of β-diversity of freshwater plankton ciliates. **Microbial Ecology**, v. 87, n. 1, p. 10, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00248-023-02317-2. Acesso em: 7 ago. 2026.

WEISSE, T. Functional diversity of aquatic ciliates. **European Journal of Protistology**, v. 61, p. 331-358, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ejop.2017.05.001. Acesso em: 7 ago. 2026.