



BIODIVERSIDADE DE DIATOMÁCEAS EM RIACHOS SUBTROPICAIS COM DIFERENTES NÍVEIS DE IMPACTO ANTRÓPICO

PATRÍCIA IATSKIU; MARGARET SEGHETTO NARDELLI; ELAINE CRISTINA RODRIGUES BARTOZEK; NORMA CATARINA BUENO ; CLETO KAVESKI PERES

RESUMO

As diatomáceas compõem um grupo de microrganismos fotossintetizantes, unicelulares ou coloniais, caracterizadas por apresentarem sílica como componente principal da parede celular. Esses organismos são importantes produtores primários em ecossistemas aquáticos e pela sua sensibilidade a fatores ambientais têm sido tradicionalmente utilizados para avaliar impactos antrópicos nesses ambientes. A riqueza e diversidade de espécies também são atributos ecológicos que normalmente são afetados negativamente pelos impactos antrópicos. Nesse contexto, buscou-se descrever e testar se os padrões de riqueza e diversidade de diatomáceas epilíticas diferem entre ambientes mais conservados e com baixa pressão de micropoluentes e ambientes altamente impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes. Para isso analisamos amostras de diatomáceas de 13 riachos localizados na bacia do Rio Paraná III, mesorregião oeste do Estado do Paraná – BR, coletadas em novembro de 2021 e agosto de 2022. Utilizamos o índice de diversidade de Shannon e a riqueza de espécies como métricas de diversidade e análise de variância unifatorial para verificar diferenças entre os grupos de riachos. A assembleia de diatomáceas apresentou alta diversidade, entretanto a hipótese de que riachos impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes apresentam menor diversidade não foi corroborada. Provavelmente a classificação dos riachos, baseada principalmente em critérios da paisagem e análises qualitativas de micropoluentes, apresente menor poder preditivo em relação ao uso das variáveis locais para a estruturação da assembleia de diatomáceas.

Palavras-chave: Algas; ambientes aquáticos; Bacillariophyceae; ecologia; pesticidas.

1 INTRODUÇÃO

As diatomáceas compõem um grupo de microrganismos fotossintetizantes caracterizadas por apresentarem sílica como componente principal da parede celular e constituem um dos grupos mais representativo para a comunidade perifítica (ANNENKOV; SECKBACH; GORDON, 2021; KOCIOLEK *et al.*, 2015; SECKBACH; KOCIOLEK, 2011). Esses organismos são tradicionalmente utilizados como bioindicadores em ambientes aquáticos, principalmente devido a características como: alta diversidade, curto ciclo de vida, frústulas resistentes e sensibilidade ou tolerância às alterações ambientais (por exemplo, pH, salinidade, luz, nutrientes inorgânicos, poluição orgânica e por metais pesados) (LOBO, *et al.*, 2016; MINAOUI *et al.*, 2021; PARMAR; RAWTANI; AGRAWAL, 2016; SALMASO *et al.*, 2019; STENGER-KOVÁCS, *et al.*, 2013).

Para avaliar impactos antrópicos nos ecossistemas aquáticos, organismos

bioindicadores como as diatomáceas e índices de diversidade têm sido amplamente utilizados. É reconhecido que os efeitos dos impactos antrópicos podem refletir na redução da diversidade e riqueza de espécies (DODDS; PERKIN; GERKEN, 2013; LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002; LOBO, *et al.*, 2015; MAGURRAN, 2004). Nesse contexto, buscou-se descrever e testar se os padrões de riqueza e diversidade de diatomáceas epilíticas diferem entre ambientes mais conservados e com baixa pressão de micropoluentes e ambientes altamente impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostragens ocorreram em 13 riachos de segunda a quarta ordem, localizados na bacia do Rio Paraná III, mesorregião oeste do Estado do Paraná – BR, em novembro de 2021 e agosto de 2022 (Figura 01).

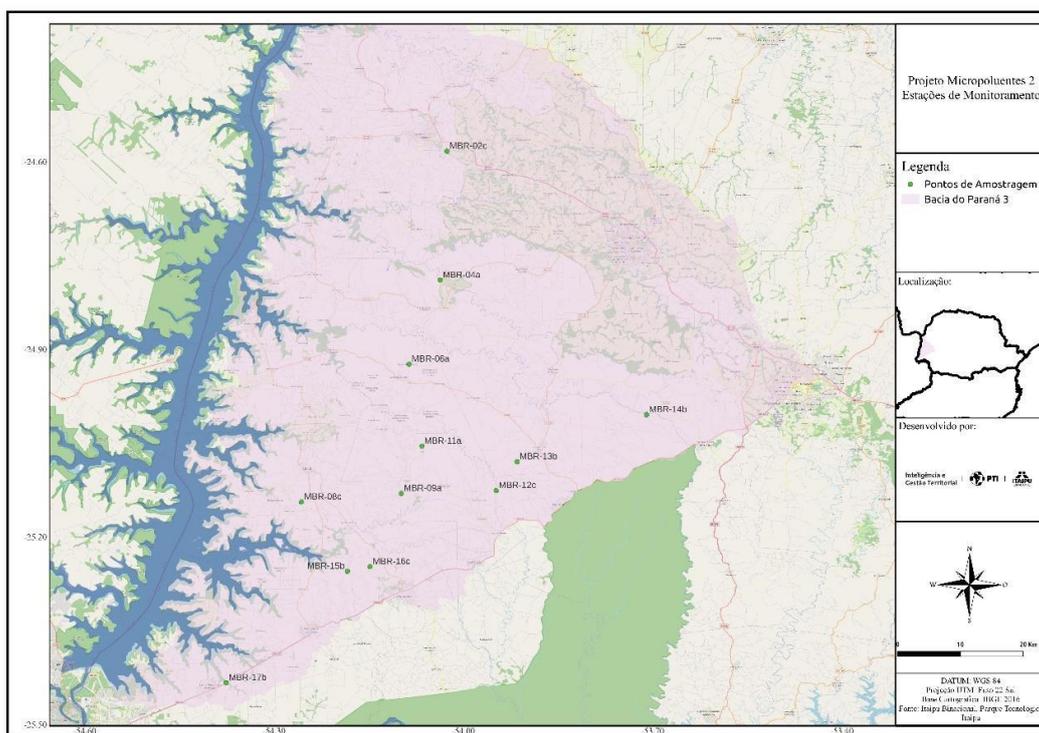


Figura 01. Localização dos pontos de amostragem da bacia do Rio Paraná III em novembro de 2021 e agosto de 2022.

Os riachos foram classificados de modo a abranger três grupos: Grupo *a*) riachos em áreas mais conservadas, predominantemente não agrícola e com baixa pressão de micropoluentes; Grupo *b*) riachos impactados pela agricultura e com moderado registro de micropoluentes; Grupo *c*) riachos impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes. Essa classificação foi feita considerando-se os atributos da paisagem e a presença de micropoluentes, principalmente os provenientes da atividade agrícola e foi elaborada na primeira fase do projeto: “*Efeito de micropoluentes na biodiversidade de algas e peixes de riachos das microbacias do entorno do Reservatório de Itaipu – região transfronteiriça (BR – PY)*”, uma parceria com a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Parque Tecnológico Itaipu e Itaipu Binacional.

O material perifítico, contendo as diatomáceas foi removido de cinco a dez rochas

retiradas do leito de cada riacho. Posteriormente a abundância relativa foi estimada por meio da contagem em transeções longitudinais em lâminas permanentes de acordo com o método de Battarbee e colaboradores (2001). A riqueza específica (S) para diatomáceas foi considerada como o número de táxons por unidade amostral (MAGURRAN, 2004). O índice de diversidade específica (H'), foi estimado segundo Shannon e Wiener (SHANNON; WEAVER, 1963). A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para testar possíveis diferenças entre riqueza e diversidade entre os grupos (a, b e c) em cada amostragem. As análises foram realizadas no Software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A assembleia de diatomáceas foi representada por 306 táxons. Em novembro, os gêneros que mais contribuíram para a riqueza de táxons (com até 10 táxons) foram: *Gomphonema* EHRENBERG, 1832; *Eunotia* EHRENBERG, 1837; *Sellaphora* MERESCHOWSKY, 1902; *Navicula* BORY, 1822; *Aulacoseira* THWAITES, 1848; *Pinnularia* EHRENBERG, 1843 e *Nitzschia* HASSALL, 1845. Em agosto, os gêneros que mais contribuíram para a riqueza de táxons foram: *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Eunotia*, *Navicula* e *Sellaphora*. Os valores de riqueza não apresentaram diferenças significativas entre os grupos a, b e c, quando consideradas as diferentes amostragens (novembro: $F = 0,15$, $p = 0,86$ e agosto: $F = 0,89$; $p = 0,97$) (Figura 02).

A assembleia de diatomáceas dos riachos da bacia do Paraná III, apresentou elevada diversidade (Shannon), com média de $2,58 \text{ bits.sp}^{-1}$ (Figura 02). Os valores de diversidade não diferiram significativamente entre os grupos de riachos a, b e c, quando consideradas as diferentes amostragens (novembro: $F = 0,04$, $p = 0,95$ e agosto: $F = 2,56$; $p = 0,12$) (Figura 02). A equitabilidade se mostrou constantemente alta, com média de 0,79, esses valores evidenciam que a maioria dos ambientes não apresentou dominância de espécies.

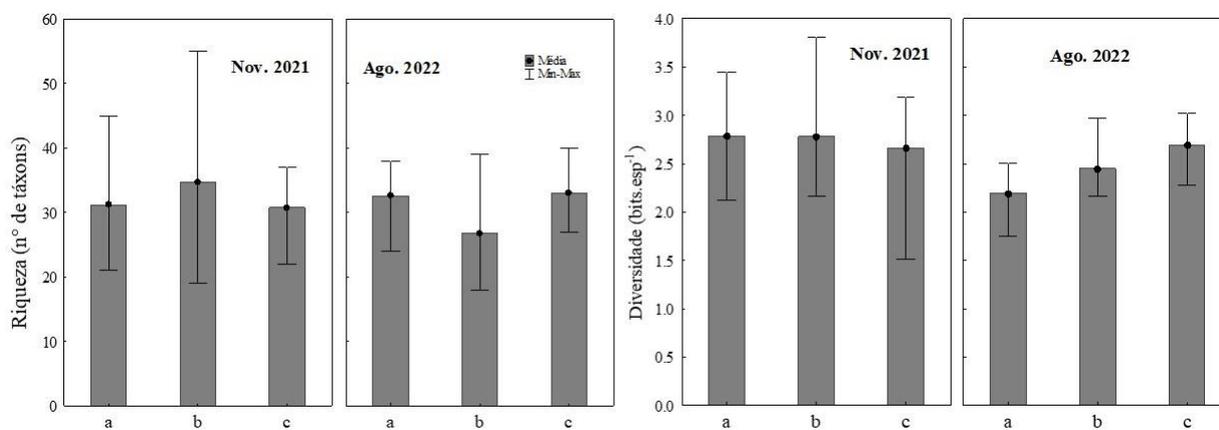


Figura 02. Variação da riqueza (nº de táxons) e diversidade (Shannon) para a assembleia de diatomáceas em grupos de riachos (a, b e c) da bacia do Rio Paraná III em novembro de 2021 e agosto de 2022.

Em oposição as expectativas, os resultados demonstram que riqueza e diversidade de diatomáceas não diferiram entre os riachos localizados em áreas mais conservadas e com baixa pressão de micropoluentes e os riachos localizados em áreas impactadas pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes. No entanto, diversos parâmetros ambientais podem interferir na detecção do efeito dos impactos antrópicos sobre a assembleia de diatomáceas, visto que os atributos ecológicos desses microrganismos são naturalmente influenciados por

uma ampla gama de fatores que podem ser locais como por exemplo pH, concentração de nutrientes, tipos de substrato, velocidade da corrente e disponibilidade de luz (BERE; TUNDISI, 2010; LOBO *et al.*, 2015, 2016; PAULA; COSTA; SCHNECK, 2022) ou regionais, como uso e ocupação do solo (MBAO *et al.*, 2020; PILLSBURY *et al.*, 2019; STENGER-KOVÁCS, CSILLA *et al.*, 2020). Estudos confirmam que fatores locais são considerados como principais estruturadores das comunidades de microrganismo, principalmente devido à alta capacidade de dispersão e distribuição desses indivíduos. Nesse sentido, apesar da paisagem interferir nas variáveis ambientais locais (FORE; GRAFE, 2002; WALKER; PAN, 2006) e os micropoluentes associados a prática da agricultura convencional serem relacionados a degradação da biodiversidade (DEBENEST *et al.*, 2010; KUMAR *et al.*, 2021), neste estudo a classificação dos riachos baseada na paisagem e na presença de micropoluentes, não refletiu em diferenças na riqueza e diversidade para a assembleia de diatomáceas. Provavelmente a classificação dos riachos, baseada principalmente em critérios da paisagem, apresenta menor poder preditivo em relação ao uso das variáveis locais para a estruturação da assembleia de diatomáceas.

4 CONCLUSÃO

A hipótese de que riachos impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes apresentam menor diversidade não foi corroborada. A assembleia de diatomáceas apresentou elevada riqueza e diversidade, entretanto esses atributos não diferiram entre os riachos em áreas mais conservadas e com baixa pressão de micropoluentes e os riachos impactados pela agricultura e com alta pressão de micropoluentes. Provavelmente a classificação dos riachos, baseada principalmente em critérios da paisagem e análises qualitativas de micropoluentes, apresenta menor poder preditivo em relação ao uso das variáveis locais para a estruturação da assembleia de diatomáceas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) e a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) pela infraestrutura e a Fundação Parque Tecnológico Itaipu e Itaipu Binacional pelo financiamento, apoio técnico e logístico.

REFERÊNCIAS

- ANNENKOV, V.; SECKBACH, J.; GORDON, R. (Org.). **Diatoms: Biology and applications**. USA: Wiley-Scrivener, 2021.
- BATTARBEE, R. W. *et al.* Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. In: SMOL, J. P.; BIRKS, H. J.; LAST, W. M (Org.). **Tracking Environmental Change Using Lake Sediments**. 3. ed. London: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- BERE, T.; TUNDISI, J. G. The role of diatoms: Biomonitoramento dos ecossistemas lóticos: O papel das diatomáceas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 493–502, 2010.
- DEBENEST, T. *et al.* Effects of pesticides on freshwater diatoms. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 203, p. 87–103, 2010.
- DODDS, W. K.; PERKIN, J. S.; GERKEN, J. E. Human Impact on Freshwater Ecosystem Services: A Global Perspective. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 16, p.

9061–9068, 20 ago. 2013.

FORE, L. S.; GRAFE, C. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). **Freshwater Biology**, v. 47, n. 10, p. 2015–2037, out. 2002.

KOCIOLEK, J. P. *et al.* Centric and Araphid Diatoms. **Freshwater Algae of North America**. [S.l.]: Elsevier, 2015. p. 653–708.

KUMAR, M. *et al.* Biodiversity of pesticides degrading microbial communities and their environmental impact. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 31, n. 101883. Jan. 2021.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; BENDER, E. P. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

LOBO, E. A. *et al.* Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 6, 2015.

LOBO, E. A. *et al.* Diatoms as Bioindicators in Rivers. **River Algae**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 245–271.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004.

MBAO, E. O. *et al.* Sensitivity and reliability of diatom metrics and guilds in detecting the impact of urbanization on streams. **Ecological Indicators**, v. 116, p. 106506, set. 2020.

MINAOUI, F. *et al.* Diatom Communities as Bioindicators of Human Disturbances on Suburban Soil Quality in Arid Marrakesh Area (Morocco). **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 232, n. 4, 2021.

PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, p. 110–118, 2016.

PAULA, A.; COSTA, T.; SCHNECK, F.. Diatoms as indicators in running waters: trends of studies on biological assessment and monitoring. **Environmental Monitoring and Assessment**, n. October, 2022.

PILLSBURY, R. *et al.* Relationships between diatom metrics based on species nutrient traits and agricultural land use. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 4, p. 228, 19 abr. 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <R-project.org/>, 2022.

SALMASO, F. *et al.* Benthic diatoms as bioindicators of environmental alterations in different watercourses of northern Italy. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 3, p. 1–17, 2019.

SECKBACH, J.; KOCIOLEK, P. (Org.). **The Diatom World: Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. v. 19.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. Mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal**, v. 27, p. 379–423, 1963.

STENGER-KOVÁCS, C. *et al.* Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. **Ecological Indicators**, v. 24, p. 138–147, 2013.

STENGER-KOVÁCS, C. *et al.* Effects of land use on streams: traditional and functional analyses of benthic diatoms. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 13, p. 2933–2946, 2020.

WALKER, C. E.; PAN, Y. Using Diatom Assemblages to Assess Urban Stream Conditions. **Hydrobiologia**, v. 561, n. 1, p. 179–189, maio 2006.