

Diatomáceas como bioindicador da qualidade dos ambientes aquáticos: uma revisão.

João Paulo F. de Souza^{1*} (PG), Ana Paula Teixeira¹ (PG), Andressa O. Brito¹ (PG), Paulo Fernandes R. S. Silva² (PG), Fernanda Melo Carneiro³ (PQ)

(1) Universidade Estadual de Goiás (UEG) Câmpus Henrique Santillo, BR-153, Nº 3105, Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis, Goiás, Brasil. E-mail: souzajpf@gmail.com

(2) Universidade Estadual do Mato Grosso (UneMat), Campus Universitário de Nova Xavantina, Av. Prof. Dr. Renato Figueiro Varella, S/N, CEP 78.690-000, Nova Xavantina-MT

(3) Universidade Estadual de Goiás (UEG) –Câmpus Laranjeiras, Goiânia, Goiás, Brasil.

Resumo: A diversidade biológica presente nos ecossistemas aquáticos está sujeita a diferentes pressões antrópicas. Nesse contexto estudos de monitoramento ambiental dos ecossistemas aquáticos utilizando organismos biológicos se mostram úteis e eficientes. As diatomáceas são importantes organismos componentes do fitoplâncton que respondem rapidamente a mudanças no meio aquático e consequentemente se mostram como eficientes bioindicadores da qualidade da água. Nesse trabalho revisamos a literatura sobre o uso de um grupo de algas (Bacillariophyceae) como bioindicadores, ressaltando as principais características desse grupo de algas e os ambientes que algumas espécies toleram. Foi possível perceber um aumento nos estudos usando essas algas ao longo dos anos, sugerindo um aumento do interesse do uso desses organismos em estudos de monitoramento. Nota-se ainda que diferentes espécies de diatomáceas são utilizadas em diferentes ambientes mostrando que esse grupo de algas são observadas em diferentes níveis de impactos ao longo de um gradiente, as tornando apropriada para estudos de monitoramento.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Bacillariophyceae. Monitoramento ambiental. Impacto ambiental.

Introdução

Perturbações antrópicas e mudanças globais tem levado ao declínio da biodiversidade e da qualidade ambiental (VINEBROOKE et al., 2003). E muito dessa diversidade perdida ainda é limitado e incompleto, principalmente entre os invertebrados e microrganismos aquáticos nos trópicos (MYERS et al., 2000). Assim, apesar dos ecossistemas aquáticos abrigarem grande diversidade biológica, as espécies desses ambientes são ameaçadas por fatores como poluição aquática, invasão de espécies, sobre-exploração, degradação de habitats e alteração de fluxo hídrico (DUDGEON et al., 2006).

Muitas espécies de algas respondem à concentração de substâncias na água e por isso podem ser utilizadas como bioindicadoras do estado trófico e nível de poluição de um ambiente aquático (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004). O biomonitoramento é um método muito utilizado em estudos de impacto ambiental que visa preservar a integridade dos ecossistemas naturais com base na resposta de organismos biológicos a diferentes alterações em variáveis físico químicas do

ambiente (KUMARI et al., 2008). As algas constituem um dos grupos ecologicamente mais importantes nos ecossistemas aquáticos, elas são a base da cadeia alimentar nesses ambientes e um dos mais importantes grupos responsáveis pela manutenção de serviços ecossistêmicos como a produtividade primária (OMAR, 2010). Além de serem consideradas bons indicadores de condições ambientais devido ao seu curto ciclo de vida, taxa de reprodução rápida e sensibilidade a alterações físicas e químicas. Assim, alterações nos níveis de nutrientes e contaminantes nos ambientes aquáticos afetam a população e taxa fotossintética das algas (PARMAR et al., 2016).

O grupo das diatomáceas (Bacillariophyceae) está entre os mais comuns em ambientes aquáticos continentais sendo responsáveis por grande parte dos serviços ecossistêmicos atribuídos as algas (produtividade primária, ciclagem de nutrientes) (MORESCO; RODRIGUES, 2014). Portanto o presente trabalho tem o objetivo de resumir brevemente a literatura científica para demonstrar a importância das algas diatomáceas como bioindicadores da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos e verificar se ao longo dos anos há uma tendência de aumento nas pesquisas utilizando essas algas como bioindicadoras.

Material e Métodos

Esse trabalho consiste de uma revisão da literatura publicado sobre o uso de diatomáceas como bioindicadores da qualidade ambiental, assim trabalhos que abordam essa temática foram inseridos na revisão. Além disso a tendência temporal da publicação foi investigada a partir de uma busca na base de dados *Web of Science* com os termos de busca “*bioindicator*” (bioindicador) OR “*water quality*” (qualidade da água) AND “*diatom**” (diatomácea), publicados entre 1964 a 2016, demonstrando a tendência temporal de aumento nas pesquisas utilizando diatomáceas como bioindicadores da qualidade da água.

Resultados e Discussão

As diatomáceas são algas ubíquas e cosmopolitas conhecidas por terem estruturas celulares complexas e estruturas que permitem sua aderência ao substrato (ROUND et al., 1990). Elas se sobressaem como um dos grupos mais importantes devido sua alta riqueza e abundância, sendo considerado um dos grupos de algas com alta relevância na produtividade primária, além de serem bons

indicadores biológicos da qualidade dos ecossistemas aquáticos (BELLINGER; SEGIEE, 2010). Pesquisadores afirmam que em análises da qualidade da água usando diatomáceas forneceu resultados mais precisos em relação ao uso de macroinvertebrados (BELORE et al., 2002). A busca no *Web of Science* no espaço temporal analisado resultou em um total de 1463 artigos publicados, demonstrando a tendência temporal de aumento nas pesquisas utilizando diatomáceas como bioindicadores da qualidade da água nos anos mais recentes ($r^2_{adj}=0.89$; $p<0.000$; $\text{Log}_{10}N^{\circ}\text{Artigos}=0.00547 \times \text{anos} - 108.03$).

O crescimento e composição da diatomoflora nos ecossistemas aquáticos depende da heterogeneidade ambiental, seu hábito sésil e capacidade de responder a perturbações antrópicas ou naturais. Nesse sentido pesquisadores têm usado características das assembleias de diatomáceas para avaliar a qualidade da água e o estado trófico de ambientes aquáticos, pois são algas que respondem rapidamente a perturbações no habitat (FARIA et al., 2013). A sensibilidade dessas algas à eutrofização tem sido utilizada como ferramenta em estudos paleoecológicos e ecológicos, através de sua resposta ao ambiente é possível estimar diferentes níveis de eutrofização (Tabela 1) (SILVA et al., 2010).

Tabela 1. Espécies de diatomáceas encontradas em ambientes com diferentes estados tróficos.

Espécies de diatomáceas	Tolerância ao ambiente	Ambientes aquático	Referência
<i>Achnantheidium minutissimum</i> ; <i>Aulacoseira itálica</i> ; <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> ; <i>Encyonema</i> <i>silesiacum</i> ; <i>Eolimna mínima</i> ; <i>Eunotia bilunaris</i> ; <i>Fragilaria parva</i> ; <i>F. vaucheriae</i> ; <i>Gomphonema</i> <i>parvulum</i> ; <i>G. gracile</i> ; <i>G. parvulum</i> ; <i>Lemnicola</i> <i>hungarica</i> ; <i>Navicula cryptotenella</i> ; <i>Nitzschia</i> <i>palea</i> ; <i>Sellaphora seminulum</i> .	Eutrófico/ Hipereutrófico	Reservatório/ Rio	Faria et al. (2013); Salomoni et al. (2006); Silva et al. (2010)
<i>Encyonema minutum</i> ; <i>Eunotia</i> <i>Bilunaris</i> ; <i>Fragilaria crotonensis</i> ; <i>Frustulia</i> <i>saxônica</i> ; <i>F. crassinervia</i> ; <i>Cyclotella</i> <i>meneghiniana</i> ; <i>Diademsis contenta</i> ; <i>D.</i> <i>confervacea</i> ; <i>Navicula cryptonella</i> ; <i>N. radiosa</i> , <i>N.</i> <i>rostellata</i> ; <i>N. cryptocephala</i> ; <i>Nitzschia amphibia</i> ; <i>N. palea</i> var. <i>tenuirostris</i> ; <i>N. clausii</i> , <i>N. gracilis</i> ;	Mesotrófico	Reservatório/ Rio	Salomoni et al. (2006); Silva et al. (2010)

Pinnularia Braunii; *Sellaphora seminulum* *Synedra*
acus; *Cocconeis placentula*; *Gomphonema gracile*;
G. Parvulum; *Lemnicola hungarica*;

<i>Stenopterobia delicatissima</i> ; <i>Diploneis ovalis</i> ; <i>D.</i> <i>subovalis</i> ; <i>Chamaepinnularia</i> <i>mediocris</i> ; <i>Pinnularia divergens</i> ; <i>P. brauniana</i> ; <i>P. borealis</i> ; <i>Neidium affinis</i> ; <i>Brachysira rostrata</i> ; <i>Frustulia</i> <i>saxônica</i> ; <i>F. crassinervia</i> ; <i>F. neomundana</i> ; <i>Planothidium biporum</i> ; <i>Encyonopsis schubartii</i> ; <i>E. difficilis</i> ; <i>Encyonema neomesianum</i> ; <i>Eunotia</i> <i>subarcuatoidea</i> ; <i>E. rhomboidea</i> ; <i>E. naegeli</i> ; <i>E.</i> <i>pirla</i> ; <i>E. rabenhorstii</i> ; <i>E. flexuosa</i> ; <i>E. major</i> .	Oligotrófico	Reservatório	Silva et al. (2010)
---	--------------	--------------	---------------------

O uso de diatomáceas como bioindicadores no Brasil é recente e centralizado na região sul com estudos de descrição da comunidade e inferências ecológicas (SALOMONI et al., 2006) abordando particularmente a eutrofização, inferindo que as diatomáceas destacam-se entre os principais indicadores biológicos por apresentarem um serie de atributos, como a sensibilidade às mudanças ambientais tanto para as que ocorrem diretamente no ecossistema aquático como no entorno do corpo d’água (áreas agrícolas, desmatamento, redução das matas de galeria etc.) e por suas estruturas físicas as “valvas” bem preservadas nos sedimentos, pois seu envoltório celular é constituído de sílica polimerizada que é resistente à decomposição por bactérias, dissolução química e ruptura física o que permiti sua correta identificação ocorra mesmo após longos períodos de tempo (BELLINGER et al., 2006, SMOL, 2008). Mas atualmente os estudos com esses organismos vem avançando no Brasil contemplando seus aspectos como bioindicadores em outros biomas e regiões (PROCOPIAK et al., 2006).

Considerações Finais

As diatomáceas são muitos utilizadas em estudos de biomonitoramento da qualidade da água, há espécies típicas de ambiente oligotróficos e mesotróficos. Há espécies de diatomáceas que toleram níveis altos de poluição outras existem em ambientes com nível de eutrofização muito baixa. Entretanto a resposta rápida das diatomáceas a mudanças nas variáveis físicas e químicas da água permite o uso

dessas algas como bioindicador em substituição ou suporte aos índices baseado apenas em variáveis físico-químicas.

Agradecimentos

O autor João Paulo F. de Souza agradece a bolsas de Pós-graduação *stricto sensu* fornecido pela UEG e os autores Ana Paula Teixeira e Paulo Fernandes R. S. Silva agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado.

Referências

- Bellinger, E. G., Sigeo, D. C. **Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators**. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 2010.
- Belore, M. L., Winter, J. G., Duthie, H. C. Use of Diatoms and Macroinvertebrates as Bioindicators of Water Quality in Southern Ontario Rivers. **Canadian Water Resources Journal**, v. 27, n. 4, p. 457–484, 2002.
- Dudgeon, D. et. al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological Reviews**, v. 81, n. 2, p. 163, 2006.
- Faria, M. De. Guimarães, A. T. B., Ludwig, T. A. V. Responses of periphytic diatoms to mechanical removal of *Pistia stratiotes* L. in a hypereutrophic subtropical reservoir: dynamics and tolerance. **Braz. J. Biol.**, v. 73, n. 4, p. 681–689, 2013.
- Kumari, P. Dhadse, S., Chaudhari, P. R., Wate, S. R. **A Biomonitoring of Plankton to Assess Quality of Water in the Lakes of Nagpur City**. p. 160–164, 2008.
- Moresco, C.; Rodrigues, L. Periphytic diatom as bioindicators in urban and rural streams. *Acta Scientiarum*. **Biological Sciences**, v. 36, p. 67–78, 2014.
- Myers, N. et. al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.
- Omar, W. M. W. Perspectives on the use of algae as biological indicators for monitoring and protecting aquatic environments, with special reference to Malaysian freshwater ecosystems. **Tropical Life Sciences Research**, v. 21, n. 2, p. 51–67, 2010.
- 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.
- Procopiak, L. K., Fernandes, L. F., Moreira, F. H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotrop.** 6:3, 2006.
- Salomoni, S. E., Rocha, O., Callegaro, V. L. Lobo, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravata river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 559, n. 1, p. 233–246, 2006.
- Silva, A. M. Da., Ludwig, T. A. V., Tremarin, P. I., Vercellino, I. S. Diatomáceas perifíticas em um sistema eutrófico brasileiro (Reservatório do Iraí, estado do Paraná). **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 997–1016, dez. 2010.
- Smol, J. P. **Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective**. 2 ed, Oxford University Press, New York, 2008.
- Vinebrooke, R. D. et al. Impacts of multiple stressors on biodiversity and ecosystem functioning: the role of species co-tolerance. **Oikos**, v. 104, n. 4, p. 451–457, 2003.
- Vidotti, E. C; Rollemberg, M. D. C. E. Algas: Da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 139–145, 2004.