

BIOINDICADORES AQUÁTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Joana de Bairros Neris^{1*}, Sofia Gabriela Drumond Colen², Isabella Cristina Souza Félix², Victor Silva Lucino³, Milena Pereira Barreto⁴, Paula Maria Santos Ferreira⁵ e Nielle Versteeg⁶

¹Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Pelotas – UFPel – Pelotas/RS – Brasil – *Contato: jdebairrosneris@gmail.com

²Discentes no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil

³Discente do Curso de Medicina Veterinária – Universidade São Judas Tadeu – USJT – São Paulo/SP – Brasil

⁴Discente no Curso de Medicina Veterinária – Centro Universitário de Brasília – UniCEUB – Distrito Federal/DF – Brasil

⁵Discente do Curso de Medicina Veterinária – Universidade Estadual do Goiás – UEG – Goiás/GO – Brasil

⁶Mestre em Ciências – Universidade Federal de Pelotas – UFPel – Pelotas/RS – Brasil

INTRODUÇÃO

Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem.² A partir da presença desses animais é possível realizar uma avaliação dos efeitos ecológicos causados por diversas fontes de poluição, sendo mais eficiente do que as medidas imediatas de parâmetros físicos e químicos (temperatura, pH, oxigênio) utilizados para avaliar a qualidade das águas.

É recomendado pela Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency - USEPA) e pela Diretriz da União Européia (94C 222/06, 10 de agosto de 1994) o uso dos bioindicadores em conjunto com os parâmetros já padronizados de avaliação do conteúdo aquático. Para ambientes aquáticos, a fauna é mais utilizada, sendo que a classe dos invertebrados possui ampla diversidade e é considerada como organismos benéficos do ponto de vista sustentável.¹

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa devido a múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades humanas, exploração de recursos pesqueiros e introdução de espécies exóticas.³ O objetivo deste trabalho visa ressaltar a importância dos bioindicadores na preservação ambiental por meio da identificação e classificação desses organismos.

MATERIAL

A revisão de literatura foi fundamentada em artigos científicos disponíveis em bases de dados como *PubMed*, *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), *Elsevier*, *Google acadêmico* (scholar.google.com.br), entre outras bibliotecas virtuais. O presente estudo priorizou trabalhos com até 10 anos de publicação, contudo, dada a escassa literatura disponível acerca do tema, foi possível inferir a ampla necessidade por maiores pesquisas voltadas à temática, e utilizadas publicações de até 20 anos de publicação. Para realizar a pesquisa, foram utilizados os seguintes descritores de busca: (1) Bioindicadores, (2) Bioindicadores aquáticos, (3) Bioindicadores ambientais, (4) Organismos bivalves. (5) Impacto ambiental de ações antropogênicas no ecossistema aquático.

RESUMO DE TEMA

Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante de atividades humanas afetando a saúde, a segurança e o bem-estar da população, a biota e a qualidade dos recursos ambientais (Resolução do CONAMA n.º 01 de 23/01/86). A avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos é determinada a partir de alterações nas concentrações de variáveis físicas, químicas e microbiológicas (coliformes totais e fecais), onde é possível classificar a qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade dos rios e córregos. Porém, a amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica.³

Para utilizar bioindicadores é necessário entender quais são as comunidades biológicas que devem ser monitoradas em um determinado ecossistema, estipular as vantagens em se utilizar indicadores biológicos quando comparados aos métodos convencionais, a rapidez e eficácia da técnica, o custo e a avaliação do monitoramento ambiental em grande escala.¹ Os macroinvertebrados bentônicos (Tabela 1) são os mais utilizados na avaliação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas em ecossistemas aquáticos continentais.^{2,3} Dentre eles

predominam as larvas de insetos aquáticos, minhocas d'água, caramujos, vermes e crustáceos, com tamanho de corpo maiores que 0,2-0,5 mm.³

São importantes componentes da dieta de peixes, anfíbios e aves aquáticas e por isso transferem a energia obtida da matéria orgânica morta retida no sedimento para os animais que deles se alimentam, se tornando bons bioindicadores da qualidade de água porque são mais permanentes no ambiente, vivendo de semanas a alguns meses no sedimento. Assim, o seu monitoramento torna-se mais eficiente do que quando comparado a parâmetros físicos e químicos.^{4,5}

Tabela 1: Classificação dos macroinvertebrados bentônicos

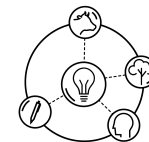
Fonte adaptado: Michael Dave C. Goulart e Marcos Callisto, 2003

Nome	Família	Boa qualidade na água	Má qualidade na água
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae</i>	X	
<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	X	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Oligoneuridae</i>	X	
<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae</i>	X	
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>		X
<i>Oligochaeta</i>			X

Os peixes também são excelentes bioindicadores aquáticos, em especial os peixes piscívoros, que assumem diferentes posições na cadeia alimentar, respondendo de diversas formas a fatores de contaminação. A traíra (*Hoplias malabaricus*) é um predador de água doce que se adapta facilmente a águas com baixa pressão parcial de oxigênio, sendo ótimos indicadores quanto aos efeitos e a presença dos agrotóxicos ao longo da cadeia alimentar.⁶ Em um trabalho realizado por Souza, 2023,⁷ foram avaliados os impactos ambientais gerados pela construção de duas grandes usinas da região amazônica, na Bacia do Rio Madeira, por meio da avaliação da densidade populacional de peixes após o desenvolvimento dessa construção. As espécies de migração regional foram as principais impactadas, sendo as bentopelágicas as mais atingidas, com diminuição de 70,55% e 51,30% logo após a instalação hidrelétrica.⁷ Sob essa perspectiva é possível avaliar os impactos ambientais de possíveis fatores químicos e físicos que impactam populações sensíveis a variações de condições em seu habitat e, dessa forma, se faz possível a identificação prévia de atividades ilegais de mineração ou descarte de dejetos em ecossistemas aquáticos ou até mesmo do direcionamento indevido de matéria orgânica, esgoto, óleo, entre outros resíduos poluentes em recursos hídricos.⁸

Os organismos bivalves também são importantes meios para se estudar a poluição antropogênica na qualidade de águas costeiras. Por apresentarem reação tóxica identificável, visto sua mobilidade reduzida e por serem filtradores sésseis com a capacidade de retenção de poluentes e contaminantes ao realizar a filtração da água em busca de matéria de suspensão que sirva de alimento, muitos destes são altamente sensíveis a alterações na qualidade da água.⁹ Além de reduzirem o número de poluentes da água quando em estado de equilíbrio ecológico, os organismos bivalves, como o mexilhão-comum (*Mytilus edulis*) também tem papel essencial na cadeia trófica, visto que serve de alimento para níveis elevados da cadeia alimentar, até mesmo humanos.¹⁰ Porém, em situações de desequilíbrio ambiental, a água contaminada proveniente de efluentes de esgotos leva à contaminação microbiana de origem fecal das populações de mexilhões, assim como o escoamento de agrotóxicos e descargas industriais, que passam a caracterizar grande risco para a saúde pública e também dos outros organismos aquáticos os quais são predadores desses organismos filtradores, que caracterizam impactos em cadeia da degradação ambiental.¹¹

XII Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente



Estudos atuais apontam que o estresse sofrido por mexilhões quando em contato com contaminantes resulta em alterações bioquímicas que tornam a população fisiologicamente vulnerável a outras alterações ambientais e contaminantes como microplásticos, fármacos, metais pesados, matéria orgânica, entre outros.^{12, 13, 14}

microplastic pollution. *Environmental pollution*, v. 244, p. 522-533, 2019.

14. CUNHA, S. C.; PENA, A.; FERNANDES, J. O. Mussels as bioindicators of diclofenac contamination in coastal environments. *Environmental Pollution*, v. 225, p. 354-360, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Biomonitoramento Ambiental ideal deve integrar medições físicas, químicas e biológicas, caracterizando a físico-química dos ecossistemas aquáticos de uma bacia hidrográfica e o estudo da ecologia dos organismos bioindicadores de qualidade de água. Portanto, os organismos que vivem em um dado ecossistema estão adaptados às suas condições ambientais e por isso devem refletir o nível de preservação de condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A vida nas águas das montanhas. http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Calisto&Goncalves.2002.pdf
2. Marcos Callisto e José Francisco Gonçalves Júnior, 2002. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf
3. Michael Dave C. Goulart e Marcos Callisto, 2003. **Macroinvertebrados bentônicos.** http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Calisto&Esteves-1996b.pdf
4. CALLISTO, M.; GONÇALVES J. R., J. F.; MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Callisto/publication/242225288_Invertebrados_Aquaticos_como_Bioindicadores/links/00b7d52b6c719c8d5e000000/InvertebradosAquaticos-como-Bioindicadores.pdf
5. Magalhaes, O. M. (2021). **REVISÃO SISTEMÁTICA DO USO DE HETERÓPTEROS AQUÁTICOS E SEMIAQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA.** *Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente*, 2(4), 19. <https://doi.org/10.51189/rema/2310>
6. **Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos**, 2018
7. SOUZA, Ana Laura Monteiro de et al. **Avaliação de impacto ambiental gerado pelas UHEs do Rio Madeira com base em aspectos funcionais de bioindicadores aquáticos.** 2023.
8. PRESTES, Rosi Maria; VINCENCI, Kelin Luiza. **Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental/Bioindicators as environmental impact assessment.** *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.
9. RAMALHO, Luísa Miguel Afonso de Almeida. **Utilização de *Mytilus edulis* como bioindicador marinho da costa de Peniche.** 2022. Tese de Doutorado.
10. MOUILLOT, David et al. **A functional approach reveals community responses to disturbances.** *Trends in ecology & evolution*, v. 28, n. 3, p. 167-177, 2013.
11. Campos, C. J. A., Kershaw, S. R., & Lee, R. J. (2013). **Environmental Influences on Faecal Indicator Organisms in Coastal Waters and Their Accumulation in Bivalve Shellfish.** In *Estuaries and Coasts* (Vol. 36, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s12237-013-9599-y>
12. AZIZI, G. et al. The use of *Mytilus* spp. mussels as bioindicators of heavy metal pollution in the coastal environment. A review. *J Mater Environ Sci*, v. 9, n. 4, p. 1170-1181, 2018.
13. LI, Jiana et al. Using mussel as a global bioindicator of coastal