

## BIOMONITORAMENTO EM AMBIENTES AQUÁTICOS DE ÁGUA DOCE

Alexandre Luiz Schäffer<sup>1</sup>  
Danilo Epaminondas Martins e Martins<sup>2</sup>  
Suzymeire Baroni<sup>3</sup>

### RESUMO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função dos múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas. O biomonitoramento, por sua vez, caracteriza-se com uma ferramenta com custo relativamente baixo e eficaz para a avaliação da qualidade das águas, contribuindo com o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Em razão disto, objetivou-se a realização deste estudo através de revisões bibliográficas relacionadas ao biomonitoramento em ambientes aquáticos de água doce com macroinvertebrados bentônicos, uma vez que estes se caracterizam como bioindicadores sensíveis às mudanças ambientais, os quais podem auxiliar na detecção e prevenção de impactos como o enriquecimento orgânico e o desequilíbrio da cadeia alimentar.

**Palavras-chave:** Bioindicadores. Biomonitoramento. Macroinvertebrados. Degradação ambiental.

### Introdução

O crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento das pressões de atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Em todo o planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem (como por exemplo, a contaminação de ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençóis freáticos e introdução de espécies exóticas), resultando na perda de diversidade de habitats e na redução da biodiversidade terrestre e aquática (GOULART; CALLISTO, 2003).

O biomonitoramento, por sua vez, caracteriza-se com uma ferramenta com custo relativamente baixo e eficaz para a avaliação da qualidade das águas, contribuindo com o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Com relação aos macroinvertebrados bentônicos, estes são considerados bioindicadores sensíveis às mudanças ambientais, podendo auxiliar na

---

<sup>1</sup> Mestrando em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo/RS, e-mail: alexandreluiz1992@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestrando em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo/RS, e-mail: epaminondasmartins@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis. Doutora em Genética e Melhoramento. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo/RS, e-mail: suzymeire.baroni@uffs.edu.br.

deteção e prevenção de impactos como o enriquecimento orgânico e o desequilíbrio da cadeia alimentar (MOURA; SILVA et al., 2016).

A utilização de bioindicadores tem sido empregada na avaliação de impactos ambientais provocados pela má administração do ambiente, uma vez que, animais, plantas, microorganismos e suas complexas interações respondem de maneira diferenciada às modificações da paisagem, construindo informações que não só indicam a presença de poluentes, mas também como estes interagem com a natureza, proporcionando com isto, uma melhor indicação de seus impactos na qualidade dos ecossistemas (SOUZA, 2001). Além disso, os bioindicadores podem ser caracterizados como uma metodologia a qual complementa informações sobre a qualidade das águas, especialmente para a avaliação de impactos ambientais oriundos de descargas pontuais de esgotos domésticos e efluentes industriais (PIEDRAS, 2006).

Em razão disto, os macroinvertebrados se mostram como uma importante ferramenta de avaliação de qualidade, sendo um dos principais insetos aquáticos comumente utilizados no monitoramento de mananciais (GOULART; CALLISTO, 2003).

## **1. Procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos contemplaram a revisão da literatura sobre biomonitoramento com macroinvertebrados em ambientes aquáticos de água doce, através de artigos, teses e trabalhos de conclusão de cursos disponíveis em bibliotecas virtuais como: periódicos da capes, scielo e pubmed, com pesquisas publicadas nos últimos vinte anos.

## **2. Revisão bibliográfica**

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos tem sido alterados de maneira significativa em função dos múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas (GOULART; CALLISTO, 2003). A degradação dos recursos naturais e a contaminação da água por fertilizantes, esgoto doméstico sem tratamento, crescimento das atividades agropecuárias e a perda de sedimentos por meio do escoamento superficial tem afetado a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, originando graves consequências para o ambiente e a saúde pública das populações (MARCHESAN et al., 2007, SONDERGAARD, 2007).

Goulart e Callisto (2003) mencionam que os mananciais superficiais são corpos receptores de esgotos domésticos e industriais, oriundos dos processos de degradação da vegetação nativa, uso e ocupação inadequada do solo. Os mesmos autores aludem que ocorre redução da diversidade de habitats e microhabitat devido ao assoreamento e eutrofização artificial dos ambientes aquáticos ocasionados por atividades antropogênicas.

Autores como Buss et al. (2003) enfatizam que o primeiro passo para a solução dos problemas ambientais está na gestão dos recursos naturais. Através disto tem se buscado formas rápidas e seguras para se diagnosticar a qualidade dos corpos hídricos, como a utilização de indicadores biológicos, sendo este um dos métodos mais eficazes para se avaliar tal aspecto de degradação ambiental (HEPP; RESTELLO, 2007).

O conhecimento de organismos aquáticos é de fundamental importância, uma vez que a presença ou ausência de certas espécies serve como indicador do “status” da respectiva qualidade da água, indicando a qualidade do ambiente aquático local (STRASKRABA; TUNDISI, 2000).

Os macroinvertebrados são organismos facilmente visíveis a olho nu e habitam o substrato do fundo do ecossistema aquático, podendo viver enterrados na areia ou lama, presos nas superfícies das rochas, sobre sedimentos orgânicos do fundo dos rios e lagos ou escondidos nos espaços existentes entre as rochas (HEPP; RESTELLO, 2007). Esses organismos estão presentes nos substratos de rios e lagos, desempenhando um papel fundamental na dinâmica dos nutrientes, na transformação de matéria e no fluxo de energia (SILVEIRA; QUEIROZ, 2006).

O termo macroinvertebrados refere-se à fauna de invertebrados que fica retida em uma malha de 0,5mm, constituída por diversos táxons, tais como Arthropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda, Platyhelminthes, entre outros, sendo que a maioria destes animais associam-se à habitats de fundo dos corpos de água, denominada bentônica (CALLISTO et al., 2001; MÄENPÄÄ et al., 2003).

Devido ao grande número de espécies, comportamento sedentário, tamanho de seus ciclos de vida, bem com sua sensibilidade de resposta a diferentes tipos e níveis de perturbações, insetos bentônicos destacam-se como componentes importantes no biomonitoramento do ecossistema aquático, sendo uma ferramenta promissora na avaliação da qualidade das águas (RIBEIRO; UIEDA, 2005).

Os indicadores biológicos de qualidade de água apresentam vantagens quando comparados a métodos convencionais (análises físicas e químicas) sendo estes a rapidez e eficácia na obtenção dos resultados, o baixo custo, a avaliação da qualidade da água *in situ*, a maior sensibilidade a uma grande variedade de estressores e a avaliação da função de um ecossistema e monitoramento ambiental em grande escala (QUEIROZ et al., 2000).

Esses organismos bioindicadores constituem-se como um grupo amplamente utilizado para a avaliação da qualidade das águas, pela facilidade de amostragem e identificação, como também pela facilidade de sua presença em todos os ambientes aquáticos, além de se constituírem como organismos com ciclos de vida relativamente longos (RIBEIRO; UIEDA, 2005).

Existem várias razões para a utilização de macroinvertebrados bentônicos, sendo elas: possuem hábito sedentário, sendo, portanto, representativos da área na qual foram coletados; apresentam ciclos de vida relativamente curtos em relação aos ciclos dos peixes e irão portanto refletir mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura das populações e comunidades; os macroinvertebrados vivem e se alimentam dentro, sobre, e próximo aos sedimentos, onde as toxinas tendem a acumular; as comunidades de macroinvertebrados bentônicos apresentam elevada diversidade biológica, o que significa em uma maior variabilidade de respostas frente à diferentes tipos de impactos ambientais e; os macroinvertebrados são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos, formando como um elo entre os produtores primários e servindo como alimento para muitos peixes, além de apresentar papel fundamental no processamento de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (ROSENBERG; RESH, 1993; WARD et al., 1995; REECE; RICHARDSON, 1999; CALLISTO et al., 2001).

Determinadas espécies de macroinvertebrados são extremamente sensíveis à poluição e às alterações do habitat, e suas populações tendem a desaparecer assim que ocorrem modificações no ambiente. Outros, no entanto, desenvolveram adaptações que os tornam extremamente tolerantes às más condições ambientais (HEPP; RESTELLO, 2007).

Atualmente, dentre os bioindicadores que constituem os ecossistemas, há grupos de espécies diretamente relacionados a um determinado agente poluidor, sendo que os bioindicadores mais utilizados são aqueles capazes de diferenciar entre fenômenos naturais (por exemplo, mudanças de estação e ciclos de chuva-seca) e estresses de origem antrópica,

relacionados a fontes de poluição pontuais ou difusas (CALLISTRO; GONÇALVES JR; MORENO, 2005).

Por fim, a distribuição e ocorrência dos macroinvertebrados bentônicos nos corpos hídricos têm sido amplamente estudada, uma vez que inúmeros são os parâmetros ambientais que influenciam na distribuição desses organismos ligados a qualidade da água, reforçando com isto, a utilização dos macroinvertebrados como bioindicadores locais (HEPP; RESTELLO, 2007).

### **Conclusões**

O monitoramento da qualidade das águas superficiais apresenta-se como uma ferramenta importante para a conservação da biodiversidade e proteção dos ecossistemas. Diversos autores utilizam os macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade ambiental, devido a sensibilidade às alterações ambientais, custo relativamente baixo e pouca locomoção destes organismos.

### **Referências bibliográficas**

CALLISTO, M. et al. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.6, 2001, p.71-82.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J. F.; MORENO, P. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais, v. 1, 2005, p. 1-12.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, 2003, p. 153-164.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho**. Zakrzewski, SB, Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Edifapes, Erechim, 2007, p. 75-86.

MÄENPÄÄ, K.A. et al. **Bioaccumulation and toxicity of sediment associated herbicides (ioxynil, pendimethalin and bentazone) in Lumbriculus variegates (Oligochaeta) and chironomus riparius (Insecta)**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v.56, 2003, p.398-410.

MARCHESANI, E.; ZANELLA, R.; AVILA L.; CAMARGO E.; MACHADO, M. **Rice herbicide monitoring in two brazilian rivers during the rice growing season.** Scientia Agricola 64, 2007, 131-137.

MOURA E SILVA, M. S. G. et al. **Assessment of benthic macroinvertebrates at Nile tilapia production using artificial substrate samplers.** Brazilian Journal of Biology, n. AHEAD, 2016.

PIEDRAS, S. R. N.; et al. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil.** Ciência Rural, v. 36, n. 2, 2006, p. 494-500.

QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V. M. C. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco.** Comunicado Técnico – Embrapa Meio Ambiente, 2000.

REECE, P. F.; RICHARDSON, J. S. Biomonitoring with the reference condition approach for the detection of aquatic ecosystems at risk. In: L. M. Darling (ed.) Proc. **Biology and Management of Species and Habitats at Risk.** vol. 2, 1999, p. 15-19.

RIBEIRO L. O.; UIEDA V. S. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia 22, 2005, p. 613-618.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** (eds.) Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. Chapman and Hall, New York, 1993, p. 1-9.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. **Uso de coletores com substrato artificial para monitoramento biológico de qualidade de água.** Comunicado Técnico, vol. 39, 2006 pp. 1-5.

SONDERGAARD, M.; JEPPESEN, E. J. **Anthropogenic impacts on lake and stream ecosystems, and approaches to restoration.** Applied Ecology 44, 2007, p. 1089–1094.

SOUZA, P. A. P. Importância do uso de bioindicadores de qualidade: o caso específico das águas. In: FELICIDADE, N. et al. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**. São Carlos: Rima, 2001. p.55-66.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. Gerenciamento da qualidade de águas de represas. In: **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos. ILEC, 2000. 280p.

WARD, D.; HOLMES, N.; JOSÉ, P. **The New Rivers & Wildlife Handbook**. RSPP, NRA e The Wildlife Trusts, Bedfordshire, 1995, 426p.

WITHERS, P. J. A.; JARVIE, H. P. **Delivery and cycling of phosphorus in rivers: a review**. Science of the Total Environment 400, 2008, p. 379-395.