

# **BIOINDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA: UMA FERRAMENTA PARA PERÍCIA AMBIENTAL CRIMINAL**

**Guilherme Alves Passos**

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Brasília (UnB).  
Especialista em Ciências Forenses IFAR/LS  
E-mail: gapassos92@gmail.com

**Palavras-chave:** Perícia Ambiental Criminal, Bioindicadores, Bentos, Qualidade da Água.

## **INTRODUÇÃO**

Bioindicadores são organismos cuja presença, abundância e condições indicam uma condição ambiental, correlacionando, de forma simplificada ou resumida, elementos naturais ou antrópicos com um potencial impacto ambiental, podendo ser utilizados como forma de avaliar a integridade ecológica de um ecossistema (CALLISTO, 200-); (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012?). Tradicionalmente, a avaliação da qualidade de águas superficiais é realizada por análises físico-químicas e biológicas. Porém, essas análises consomem muito tempo e recursos financeiros. Assim, o uso de bioindicadores surge como uma alternativa simplificada para a avaliação de corpos aquáticos. Além disso, são bem aceitos pela comunidade científica, apresentam de baixo custo e fornecem informações confiáveis (ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, 2003); (LI, ZHENG & LIU, 2010). A perícia ambiental criminal (PAC) é regida pelo Código de Processo Penal e por legislações correlatas, especialmente a Lei no 9.609, de 12 de fevereiro de 1998, que tipifica crimes contra o meio ambiente, entre eles, o de poluição hídrica.

## **OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho foi utilizar bioindicadores (bentos) para constatação de crimes ambientais, especialmente de poluição hídrica.

## **METODOLOGIA**

Os dados e informações utilizadas neste artigo foram retiradas do Science Direct, Books Google, Scholar Google – utilizando os filtros “bioindicadores”, “macro invertebrados

bentônicos” e “qualidade da água” – assim como livros, artigos científicos publicados em periódicos e legislações correlatas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os bioindicadores devem ser capazes de indicar condições ambientais de longo de prazo e também de reagir a mudanças bruscas nas condições ambientais, sendo os mais utilizados aqueles capazes de diferenciar variações antrópicas de estresses naturais (CALLISTO, 200-); (LI, ZHENG & LIU, 2010). A análise biológica da qualidade da água pode ser feita por diversos organismos. Os mais utilizados são diatomáceas, vegetação aquática e ripária, peixes e invertebrados (ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, 2003). Os macroinvertebrados bentônicos são muito utilizados, especialmente por serem cosmopolitas e abundantes, sésseis ou de pouca mobilidade, muitos grupos são sensíveis à poluição e estresses ambientais, possuem características ecológicas bem conhecidas, permitem avaliar as condições ambientais ao longo do tempo e são de fácil amostragem e de baixo custo (CALLISTO, 200-); (MORENO & CALLISTO, 2005); (MOEYKENS, 2002). Além disso, possibilitam ter uma visão geral das atuais condições de ambientes lóticos (LI, ZHENG & LIU, 2010). A comunidade bentônica (CB) é composta por zoobentos (animais vertebrados e invertebrados) e fitobentos (vegetais, limitados à porção do sedimento que recebe luz suficiente para ocorrer fotossíntese) e caracterizam-se por habitar os sedimentos aquáticos ou a superfícies destes. Essa comunidade é composta por diversos grupos, alguns deles são: protozoários, esponjas, anelídeos, insetos (especialmente na forma larval), entre outros. A luz é o principal fator limitante para a presença e distribuição espacial dos fitobentos. Diferentemente dos fitobentos, os zoobentos são influenciados, entre outros fatores, por disponibilidade e qualidade de alimentos, substrato, tipo de sedimento, concentração de oxigênio, etc. A grande importância da CB é resultado de sua participação na ciclagem de nutrientes e na decomposição de detritos orgânicos (ESTEVES, 1998); da facilidade de identificação e de seu baixo custo, da rapidez quanto a sinalização de alterações ambientais, verificação de impactos da poluição, entre outros. Dessa maneira, os organismos bentônicos podem ser usados na perícia ambiental de forma a auxiliar, entre outros, na análise da real condição de danos ambientais, estabelecer relação entre contaminantes (i.e.: metais pesados

bioacumulados por esses organismos detritívoros e biomagnificados ao longo da cadeia trófica) e o meio ambiente (MORENO & CALLISTO, 2010); (SANTOS, 200?). Segundo Franca e Callisto (FRANÇA & CALLISTO, 2012), os organismos da CB podem ser classificados de acordo com sua resistência frente às atividades antrópicas em: sensíveis (ou intolerantes), tolerantes e resistentes; sendo que, conforme ocorre degradação da qualidade da água, a tendência é que ocorra redução de espécies dos organismos sensíveis, seguidos por tolerantes, restando apenas os resistentes (ou domínio desses organismos). Ou seja, um corpo hídrico com água de má qualidade contará majoritariamente com organismos tolerantes, no entanto, quando a qualidade da água for boa, deverá conter uma grande variedade de espécies sensíveis, tolerantes e resistentes (MORENO & CALLISTO, 2010). Outra classificação adotada por MORENO & CALLISTO, 2005, refere-se à qualidade do ecossistema em naturais, alterados e impactados. Os ecossistemas naturais são aqueles preservados, sem atividade antrópica impactante, contando, portanto, com elevada diversidade de organismos (sensíveis, tolerantes e resistentes) e de oxigênio dissolvido. Os ecossistemas alterados não possuem vegetação ripária e apresentam impactos provenientes de atividades humanas, dessa maneira, existe uma menor diversidade de organismos, maior turbidez e sólidos dissolvidos. Já os ecossistemas impactados são aqueles com elevado impacto antrópico, elevada quantidade de matéria orgânica, baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido e domínio de espécies tolerantes (MORENO & CALLISTO, 2005), sendo que as principais fontes responsáveis pelos níveis de poluição encontrados nesses ecossistemas ocorrem devido à urbanização e industrialização, especialmente através do despejo de efluentes domésticos e industriais e da drenagem agrícola (TUCCI, 2008).

## **CONCLUSÃO**

Com isso, percebe-se que os bioindicadores, por apresentarem baixa necessidade de recursos, serem de fácil aplicação e amplamente aceitos pela comunidade científica, podem ser utilizados na perícia ambiental criminal para detectar níveis de poluição, derivada de atividades humanas poluidoras, passíveis de serem criminalizadas. Além disso, os indicadores podem ser utilizados para a formulação de índices biológicos, como por exemplo o índice multimétrico bentônico, que é uma eficiente ferramenta de análise da qualidade da

água (FERREIRA et al., 2012), subsidiando os tomadores de decisão com informações mais confiáveis para que possam adotar medidas de proteção e de recuperação de ambientes impactados, assim como auxiliar órgãos de fiscalização através, por exemplo, do biomonitoramento.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de Qualidade De Água**. Disponível em: <[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/Page1631.htm](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/Page1631.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2016.

ESTEVES, Francisco de Assis. COMUNIDADE BENTÔNICA. In: ESTEVES, Francisco de Assis. FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGIA. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. Cap. 23. p. 485-503.

FERREIRA, Wander Ribeiro et al. Biomonitoramento de Longo Prazo da Bacia do Rio das Velhas Através de um Índice Multimétrico Bentônico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p.253-259, 04 fev. 2012. Trimestral.

FRANÇA, Juliana S.; CALLISTO, Marcos. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. Revista da Pró reitoria de Extensão do Recôncavo da Bahia, [s.l.] v.2, p.197-206, 2012.

ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J. et al. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.345-360, fev. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1470-160x\(03\)00004-9](http://dx.doi.org/10.1016/s1470-160x(03)00004-9).

LI, Li; ZHENG, Binghui; LIU, Lusan. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. **Procedia Environmental Sciences**, [s.l.], v. 2, p.1510-1524, 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.164>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Indicadores Ambientais**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

MOEYKENS, Michael D. **Studies of Benthic Macroinvertebrate Use for Biomonitoring of Mid-Atlantic Highland Streams**. 2002. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Entomology, Entomology, Virginia Polytechnic Institute And State University, Blacksburg,, 2002. Cap. 1. Disponível em: <<https://theses.lib.vt.edu/theses/available/etd-05222002-174758/unrestricted/MoeyDisNew.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

MORENO, Pablo; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG). In FERRACINI, VL., QUEIROZ, SCN. e SILVEIRA, MP. (Eds.) Bioindicadores de qualidade de água. Jaguariúna: Embrapa, 2005. Cap 5. P. 95-116.

MORENO, Pablo; CALLISTO, Marcos. Insetos aquáticos indicam saúde de cursos d'água. **Scientific American Brasil**, [s.i.], v. 99, n. 9, p.72-75, ago. 2010. Mensal. Disponível em:

<[http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/MorenoCallisto2010.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/MorenoCallisto2010.pdf)>.

Acesso em: 14 nov. 2016.

SANTOS, Éder Clementino dos. **BIOINDICADORES AMBIENTAIS APLICADOS NA PERÍCIA AMBIENTAL**. Inconfidentes: Visual, [200?]. 33 slides, color, 25,4 x 19,05. Disponível em: <<https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. *Estudos Avançados*, v.2, n.63, p. 97-112, 2008.

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Ângela Tonietto De Oliveira pelas contribuições ao conteúdo deste trabalho.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.