



## NOTA TÉCNICA

### Bioindicadores: Uma Análise de sua Utilização

---

**Histórico do Artigo:** O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 15 de agosto de 2022

Aceito em: 30 de novembro de 2022

Publicado em: 30 de abril de 2023

---

**Resumo:** Os bioindicadores compõem um quadro amplo e complexo de ferramentas capazes de conferir parâmetros dos acontecimentos reais às hipóteses dos cientistas, conferindo maiores graus de confiabilidade para a análise. Contudo, é necessário definir claramente alguns aspectos importantes da pesquisa, e elementos precedentes, antes de se implementar a mesma para que não haja brechas interpretativas decorrentes de interferências externas às condições previstas para o estudo. Com isso, é necessário atentar para as divergências entre biomonitoramento e bioindicação, ambas ferramentas válidas, e entre os estudos passivo e ativo, igualmente funcionais às pesquisas, bem como aspectos específicos de cada caso a ser estudado que devem ser considerados.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, Bioindicadores, Parâmetros, Análise.

---

### Bioindicators: A Analysis of it's Use

**Abstract:** Bioindicators constitute a wide and complex range of tools capable of providing parameters of the reality to scientific hypotheses, assuring degrees of confiability to tha analysis. On the other hand, it is necessary to define clearly some important aspects of the research, and precedent elements, before implementing the study, as to avoid misunderstanding and wrong interpretation from external interference on the predictable conditions of the study. Hence, it is necessary to attempt to differentiate biomonitoring and bioindicators, both valid tools, and between active and passive study, equally functional to the research, as well as some specific aspects of each case that must be considered.

**Keywords:** Biomonitoring, Bioindicators, Parameters, Analysis.

---

### Bioindicadores: Un Análisis De Su Utilización

**Resumen:** Los Bioindicadores componen un marco amplio y complejo de herramientas capaces de conferir parámetros de los acontecimientos reales a las hipótesis de los científicos, proporcionando mayores grados de confiabilidad para el análisis. Sin embargo, es necesario definir claramente algunos aspectos importantes de la investigación y elementos precedents, antes de que se aplique la misma para que no haya brechas interpretativas debidas a interferencias externas a las condiciones previstas para el estudio. Con eso, es necesario atentar para las divergencias entre biomonitoramiento y bioindicación, ambas herramientas válidas, y entre los estudios pasivo y activo, igualmente funcionales a las investigaciones, así como aspectos específicos de cada caso a estudiar que deben ser considerados.

**Palabras clave:** Biomonitoramiento, Bioindicadores, Parámetros, Análisis.

---

## I. INTRODUÇÃO

O uso de dados é uma ferramenta amplamente conhecida para sustentar argumentos dentro de teses e confere a base empírica necessária para trazer ao plano real as idealizações hipotéticas de esquemas lógicos que buscam solucionar problemas determinados. Nesse sentido, as ciências exatas e naturais apresentam alto grau de objetividade no processo lógico-reflexivo descrito anteriormente, o que requer maior utilização e detalhamento de mecanismos comprobatórios, como os bioindicadores, capazes de clarificar as situações-problemas e suas respectivas propostas de resolução.

Dessa forma, os bioindicadores compõem o quadro de ferramentas da metodologia quali-quantitativa de análise da situação-problema, mais especificamente situada no método da Rede de Interações, e possui como característica a possibilidade de se analisar um impacto ambiental determinado de forma ampla e correlacionada entre espécies e aspectos do meio, físico, químico e biológico. Por isso, torna-se interessante analisar a utilização de tal ferramenta e como esta se encontra atualmente nas produções científicas.

## II. MARCO ATUAL

A análise de impactos ambientais pode ser feita através de diversas metodologias e ferramentas, com a finalidade de definir quais as conseqüências do impacto, sua abrangência e possíveis soluções. Com isso, a utilização de bioindicadores nas amostragens tem registros longínquos na revisão de literatura, chegando a marca dos 400 anos desde o primeiro relato de acordo, mas a terminologia é bem recente na área, data da década de 60 de acordo com Lima, 2001. Dessa maneira, o processo de formação do conceito e balizadores encontra-se ainda em discussão no meio científico e configura instrumento necessário para estruturar trabalhos com maior qualidade e confiabilidade.

## III. MÉTODO

O método de revisão sistemática de literatura, de acordo com Cordeiro et al. (2007), tem como objetivo responder a uma pergunta de pesquisa, de forma sistemática, utilizando-se de uma investigação científica que busca agrupar e avaliar os resultados obtidos por meio da coleta e análise dos dados. Além disso, o planejamento da revisão sistemática deve ser cuidadoso para

garantir a validade dos resultados encontrados (DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO; TAKAHASHI; BERTOLOZZI,2011).

Um dos aspectos mais relevantes ao se desenvolver uma pesquisa científica diz respeito à etapa de revisão da literatura. O primeiro passo de qualquer pesquisador ao desenvolver um trabalho e construir conhecimento em determinado contexto, é por meio da revisão da literatura sobre o tema. Assim, a revisão da literatura constitui a base de referência para a definição do problema de pesquisa, do método a ser utilizado, assim como é fundamental para a análise dos resultados da pesquisa. Dessa forma, esta etapa da pesquisa deve informar ao leitor sobre o que foi aprendido, destacando os padrões de convergências e divergências encontrados na literatura e as perspectivas para futuros temas emergentes (WEBSTER; WATSON,2002).

#### IV. DESENVOLVIMENTO

Os bioindicadores são utilizados como uma ferramenta metodológica para avaliar um impacto ambiental determinado, em uma região selecionada, a fim de encontrar relações de causa e consequência entre determinada ação antrópica e os impactos diretos e indiretos dentro do ecossistema. Contudo, a revisão da literatura mostra uma divergência entre os termos “bioindicação” e “biomonitoramento”, apontando para a diferença de utilização do estudo ativo e passivo.

Nesse sentido, os bioindicadores complementam teses e hipóteses dentro de estudos de impactos ambientais na qualidade de uma ferramenta biológica capaz de prover os subsídios estatísticos e comportamentais dos organismos com relação aos poluentes selecionados. Somados à avaliação físico-química fornecem uma análise do contínuo de alterações, já que os organismos utilizados são vivos e atuam em constante relação ecológica com demais espécies e com o meio, além de poder divergir na variante tempo, na medida em que se pode fazer uma análise mais imediatista com a utilização de organismos intra-sistema ou um monitoramento contínuo no qual as variações das alterações, sua gradação, podem ser observadas ao longo de um período determinado. Assim, bioindicação e biomonitoramento são definidas da seguinte forma:

“Bioindicação é o uso de um organismo (uma parte do organismo ou uma sociedade de organismos) para se obter informações sobre a qualidade de seu ambiente ou parte dele. Organismos capazes de fornecer informações sobre a qualidade de seu ambiente são bioindicadores. Biomonitoramento é a observação contínua de uma área com a ajuda de bioindicadores, os quais, neste caso, devem ser chamados de biomonitores. Normalmente, toda observação contínua possibilita uma avaliação semiquantitativa dos resultados. Usando uma comparação do dia-a-dia: a diferença entre bioindicação

e biomonitoramento é a mesma que existe entre uma fotografia e um filme.” (MARKERT, 1993)

Nessa lógica, os diferentes conceitos podem ser usados em uma mesma análise, de forma comparativa, como também podem servir em diferentes estudos, mais prolongados ou mais imediatos, porém conferindo a mesma profundidade de análise do impacto nas alterações possíveis a nível bioquímico, fisiológico, morfológico, comportamental entre outros. Ainda existe a diferenciação entre o biomonitoramento ativo e passivo, em que o primeiro se qualifica na introdução de determinada espécie em um meio distinto de seu habitat para avaliação do impacto do meio, enquanto o segundo utiliza espécies naturais daquele ecossistema. De acordo com Josanidia Lima:

“Apesar de algumas divergências, existe uma concordância entre os autores, de que o uso de organismos naturalmente existentes em uma dada área de pesquisa deve ser chamado de biomonitoramento passivo, enquanto o biomonitoramento ativo é feito com a exposição de organismos na área a ser avaliada por um tempo definido em condições controladas. Fica claro que existe uma grande diferença entre os métodos passivos e ativos.” (LIMA, 2001)

Ademais, tanto o estudo passivo quanto o estudo ativo, e seja o biomonitoramento ou o uso de bioindicadores, ambos são capazes de avaliar os diferentes níveis de acúmulo de substâncias poluentes nos organismos utilizados, alterações comportamentais, níveis hormonais e enzimáticos, além é claro da observação do estado físico do organismo, sua integridade e regularização de funções, as quais indicam se há disponibilidade de água e comida adequadas, níveis de temperatura e pressão suportáveis entre outros. Dessa maneira a principal diferenciação entre os métodos biomonitoramento e bioindicação que se deve atentar é a variante tempo, enquanto no biomonitoramento se pode concluir além do tipo de poluente ou alteração comportamental decorrente de determinado poluente se encontra no organismo a que nível ele se acumula, ou seja, qual o seu percentual de crescimento no tempo determinado, sua taxa de variação.

Tal dado confere informação importante principalmente para os estudos voltados à poluentes em que o despejo é permitido, mas de forma controlada, e nesses casos o uso de bioindicadores pode servir para constatar uma irregularidade, mas se mostra insuficiente para determinar o grau da irregularidade. Um exemplo claro disso é o excesso de material orgânico em rios e lagos que, quando feito de forma irregular e em alta frequência pode rapidamente causar a eutrofização dos locais, e essa pode ser identificada através da observação das algas em alta concentração como bioindicadores, já que estas são indicativas de altos níveis de fósforo e nitrogênio dissolvidos os quais podem ter vindo do material orgânico despejado.

Além disso, a compreensão ecossistêmica do impacto, que todos os estudos supracitados permitem obter, se mostra de grande valia, na medida em que uma alteração por menor que seja nunca se dá de forma isolada, ela afeta toda a biota local produzindo consequências secundárias que desequilibram a homeostase do ecossistema, e por vezes afetam ecossistemas vizinhos ou espécies migratórias que podem difundir o impacto. Dessa maneira, a inclusão dos três aspectos do meio, físico, químico e biológico, nos estudos de AIA agrega informações diferentes, interligando-as com as modificações observadas e permitindo que as compare entre espécies, inclusive para registrar novos tipos de alterações nos organismos provocadas pelas ações antrópicas, e compõe um cenário que abrange gama maior de possíveis impactos futuros ou mais agravantes, caso a ação continue sem alteração ou por tempo além do aconselhado ou permitido.

Com isso, faz-se necessário observar qual tipo de estudo será efetivado, quais os parâmetros que se quer analisar e quais os organismos que são adequados para o caso a fim de se utilizar a ferramenta correta para estruturar a argumentação, e não acabar por enfraquecê-la. Também é importante ressaltar que as diferentes ferramentas de análise, bioindicação e biomonitoramento passivo ou ativo, podem e devem ser utilizadas tanto para estudos de impactos antropogênicos como naturais, mantendo em mente que se pode observar alterações que causem consequências futuras positivas ou negativas, ainda que a imensa maioria das consequências de impactos antropogênicos tenham sido negativas.

Assim, é importante não influenciar a análise com pré-concepções ou opiniões pessoais do pesquisador, além é claro de estruturar antes da aplicação da análise, os parâmetros, objetivos e procedimentos de forma muito clara para que os táxons sejam selecionados corretamente, a maturidade da pesquisa, se é um impacto inicial ou mais avançado, seja determinada de forma condizente com o organismo, ou organismos selecionados, e os aspectos conhecidos para que se possa ter uma base de comparação.

Portanto, cabe observar as definições de categorias necessárias para se utilizar bioindicadores, ou seja, itens que devem ser considerados antes da implementação da análise. De acordo com Rocha (2009), são eles: “Identificação de objetivo claro, utilização de critérios ecológicos significativos para utilizar táxons relevantes para o objetivo posto, análise de custo-eficácia dos diferentes táxons amostrados e disponibilidade de campo diversificado e base empírica”. Por outro lado, são frisadas as características essenciais que os organismos devem possuir para que sejam elegíveis na análise de acordo com Fugimoto (2015), os seguintes aspectos: “Devem ser mensuráveis, devem ser sensíveis ao estresse do sistema, devem ser previsíveis e devem ser confiáveis”.

Por conseguinte, se mostra de extrema importância ter os conhecimentos mínimos necessários sobre os aspectos fisiológicos, comportamentais e bioquímicos de cada organismo que se pretende utilizar, bem como sobre os poluentes, substâncias ou impacto que se deseja analisar para que o procedimento possa se dar de forma confiável e mensurável e confira a base empírica de qualidade para o trabalho.

## V. CONCLUSÃO

Dessa maneira, a utilização das ferramentas de bioindicadores ou biomonitoramento se apresentam como excelentes comprovações empíricas para a análise não só do impacto em questão como também da avaliação ecossistêmica do local, observando as consequências diversas resultantes e como elas afetam demais aspectos do meio e espécies. Assim, sua utilização cada vez maior em trabalhos diversos permite que a compreensão interligada da natureza, ação antrópica e serviços ecológicos sejam consideradas de forma mais frequente pela sociedade civil e formuladores de políticas para que os efeitos negativos sejam minimizados e evitados. Para tanto, os parâmetros aqui destacados e itens essenciais pré-análise devem sempre ser observados a fim de que a qualidade e profundidade dessa seja assegurada.

Assinam esta Nota Técnica:

<b>Júlia Nascimento Santos</b> <i>Universidade Federal do Rio de Janeiro</i>	<a href="mailto:julicans0300@gmail.com">julicans0300@gmail.com</a>
<b>Raphael do Couto Pereira</b> <i>Troy University (Alabama - EUA)</i>	<a href="mailto:rcoutopereiral@gmail.com">rcoutopereiral@gmail.com</a>
<b>Helena Marquini Zuntini Pinto</b> <i>Universidade Estadual do Rio de Janeiro</i>	<a href="mailto:helenazuntini@gmail.com">helenazuntini@gmail.com</a>
<b>Allana Oliveira Lima</b> <i>Eneva</i>	<a href="mailto:allanaolima@gmail.com">allanaolima@gmail.com</a>
<b>Letícia Cardoso Ferreira</b> <i>Universidade Estadual do Rio de Janeiro- UERJ</i>	<a href="mailto:flcardoso.blog@gmail.com">flcardoso.blog@gmail.com</a>
<b>Patrícia dos Santos Matta</b> <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro -Z0</i>	<a href="mailto:patricia.matta@uerj.br">patricia.matta@uerj.br</a>
<b>Josimar Ribeiro de Almeida</b> <i>Universidade do Estado do Rio de Janeiro</i>	<a href="mailto:almeida@poli.ufrj.br">almeida@poli.ufrj.br</a>

## REFERENCIAS

CORDEIRO, A. M. et al. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa.** Rev. Col. Brasil. Cir., v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. **Revisão sistemática: noções gerais.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 45, n. 5, p. 1260-1266, 2011.

FUGIMOTO, Gilberto, **Indicadores de sustentabilidade**, UERJ, 2015, apresentação power point. Disponível em: [https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=dd45f20a33&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1723580320477955300&th=17eb632b67f144e4&view=att&disp=inline&realattid=f\\_igjasklj0a](https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=dd45f20a33&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1723580320477955300&th=17eb632b67f144e4&view=att&disp=inline&realattid=f_igjasklj0a). Acesso em: 14 de maio de 2022.

LIMA, Josanidia S et al. **Indicadores Ambientais: conceitos e Aplicações**. Univ. Pontifica Comillas, Cap. 5, 2001. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=20gKlAy-HIQC&oi=fnd&pg=PA95&dq=Bioindicadores+hist%C3%B3ria+da+sua+utiliza%C3%A7%C3%A3o+e+surgimento&ots=muNwxeaoJN&sig=T9PxMarImlhEFZOM0kasvA0pkDA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=20gKlAy-HIQC&oi=fnd&pg=PA95&dq=Bioindicadores+hist%C3%B3ria+da+sua+utiliza%C3%A7%C3%A3o+e+surgimento&ots=muNwxeaoJN&sig=T9PxMarImlhEFZOM0kasvA0pkDA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 14 de maio de 2022.

MARKERT, B. **Plants as biomonitors**. Germany, 1993. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/5470023>. Acesso em: 14 de maio de 2022.

ROCHA, José Renato Maurício, **OS INSETOS INDICADORES DE ALTERAÇÃO E POLUIÇÃO AMBIENTAL: Uma Análise das Espécies Indicadas e do seu Monitoramento**, 2009. Disponível em: [https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=dd45f20a33&attid=0.6&permmsgid=msg-f:1723580464001425763&th=17eb634cd29ba163&view=att&disp=safe&realattid=f\\_jw6xm50p5](https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=dd45f20a33&attid=0.6&permmsgid=msg-f:1723580464001425763&th=17eb634cd29ba163&view=att&disp=safe&realattid=f_jw6xm50p5). Acesso em: 14 de maio de 2022.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. **Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review**. MIS Quarterly, v. 26, n. 2, p. 13-23, 2002. WEB OF SCIENCE.