REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

# BIOINDICADORES PARASITOLÓGICOS COMO SENTINELAS DO MONITORAMENTO AMBIENTAL: RELAÇÕES DA QUALIDADE DA ÁGUA NA CONSOLIDAÇÃO DE PRÁTICAS ALINHADAS AO CONCEITO DE SAÚDE ÚNICA (*ONE HEALTH*)

## *PARASITOLOGICAL BIOINDICATORS AS SENTINELS OF ENVIRONMENTAL MONITORING: RELATIONS BETWEEN WATER QUALITY IN THE CONSOLIDATION OF PRACTICES ALIGNED WITH THE ONE HEALTH CONCEPT*

## *BIOINDICADORES PARASITOLÓGICOS COMO CENTINELAS DEL MONITOREO AMBIENTAL: RELACIONES ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CONSOLIDACIÓN DE PRÁCTICAS ALINEADAS CON EL CONCEPTO DE SALUD ÚNICA (ONE HEALTH)*

Rafael dos Santos Nardotto[1], Nicole Juliana da Silva[2], Maria Eduarda Pereira Cirino[2], Thais Fernandes Sanches Nardotto[2], Pedro Augusto Nassar Fonseca Barbosa[2], Abrahão Henrique Gimenes Martins[2], Vitória Maria Baum Cardoso[2]

e6127129
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i12.7129

PUBLICADO: 12/2025

**RESUMO**

O monitoramento da qualidade de corpos d'água é essencial para compreender os impactos da poluição decorrente da urbanização e da atividade agrícola. Nesse contexto, os bioindicadores parasitológicos destacam-se como ferramentas sensíveis para detectar alterações ecológicas, refletindo as condições físico-químicas e sanitárias do meio aquático. Este estudo realizou uma revisão bibliográfica abrangendo publicações dos últimos quinze anos, a fim de avaliar o papel de parasitos de peixes como bioindicadores ambientais e discutir suas contribuições para a análise da qualidade da água e a aplicabilidade biomédica. Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais, com ênfase em estudos sobre coliformes termotolerantes, macroinvertebrados bentônicos e parâmetros físico-químicos, visando estabelecer correlações entre diferentes métodos de monitoramento. A análise revelou que parasitos, especialmente monogenóides e cestoides, são sensíveis a metais pesados e poluentes orgânicos, atuando como marcadores biológicos de contaminação precoce. A variação das comunidades parasitárias apresentou relação direta com distintos *lócus* ambientais, rios urbanos, estuários e áreas agrícolas, evidenciando sua eficácia na avaliação integrada dos ecossistemas. Coliformes predominaram em ambientes urbanos e macroinvertebrados em regiões agrícolas, confirmando a importância de abordagens combinadas para diagnósticos robustos. Fundamentada em Moraes (2003), a análise textual discursiva identificou três eixos interpretativos: vigilância ecológica, enfoque técnico-institucional e integração ecológica e sistêmica. Dessa forma, se conclui que os bioindicadores parasitológicos são instrumentos-chave para o diagnóstico precoce da poluição hídrica e para o fortalecimento da interdisciplinaridade entre saúde ambiental e saúde pública, alinhando-se aos princípios da Saúde Única (*One Health*).

**PALAVRAS-CHAVE**: Aplicabilidade biomédica. Bioindicadores. Parasitologia ambiental. Qualidade da água. Saúde ambiental.

***ABSTRACT***

*Monitoring water quality is essential to understand the impacts of pollution resulting from urbanization and agricultural activities. In this context, parasitological bioindicators stand out as sensitive tools for detecting ecological alterations, as their presence reflects the physicochemical*

[1] Mestrando em Ensino UENP (PPGEN) - Cornélio Procópio PR, Brasil. Professor em UNIFIO - Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos.
[2] Graduando (a) em Biomedicina UNIFIO- Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



*and sanitary conditions of aquatic environments. This study conducted a bibliographic review covering publications from the past fifteen years to assess the role of fish parasites as environmental bioindicators and to discuss their contributions to water quality analysis and biomedical applicability. National and international databases were consulted, emphasizing studies on thermotolerant coliforms, benthic macroinvertebrates, and physicochemical parameters, aiming to establish correlations among different monitoring methods. The analysis revealed that parasites, particularly monogeneans and cestodes, are highly sensitive to heavy metals and organic pollutants, acting as biological markers of early contamination. Variations in parasitic communities showed a direct relationship with distinct environmental loci—urban rivers, estuaries, and agricultural areas—demonstrating their effectiveness in integrated ecosystem assessment. Coliforms predominated in urban environments, while macroinvertebrates were more frequent in agricultural regions, confirming the relevance of combined approaches for robust diagnostics. Based on Moraes (2003), the textual-discursive analysis identified three main interpretative axes: ecological surveillance, technical-institutional approach, and ecological-systemic integration. Therefore, parasitological bioindicators are concluded to be key instruments for the early diagnosis of water pollution and for strengthening interdisciplinarity between environmental and public health, in alignment with the principles of One Health.*

***KEYWORDS:*** *Biomedical applicability. Bioindicators. Environmental parasitology. Water quality. Environmental health.*

***RESUMEN***
*El monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua es fundamental para comprender los impactos de la contaminación asociada a la urbanización y a las actividades agrícolas. En este contexto, los bioindicadores parasitológicos se destacan como herramientas sensibles para detectar alteraciones ecológicas, pues su presencia refleja las condiciones fisicoquímicas y sanitarias del medio acuático. Este estudio realizó una revisión bibliográfica de los últimos quince años para evaluar el papel de los parásitos de peces como bioindicadores ambientales y discutir sus aportes al análisis de la calidad del agua y su aplicabilidad biomédica. Se consultaron bases de datos nacionales e internacionales, priorizando estudios sobre coliformes termotolerantes, macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos, con el fin de correlacionar distintos métodos de monitoreo. El análisis mostró que los parásitos, especialmente monogeneos y cestodos, son sensibles a metales pesados y contaminantes orgánicos, actuando como marcadores biológicos de contaminación temprana. La variación de las comunidades parasitarias se relacionó directamente con distintos lócus ambientales —ríos urbanos, estuarios y áreas agrícolas—, demostrando su eficacia en la evaluación integrada de ecosistemas. Según el análisis textual-discursivo de Moraes (2003), se identificaron tres ejes interpretativos: vigilancia ecológica, enfoque técnico-institucional e integración ecológica. En conclusión, los bioindicadores parasitológicos son instrumentos clave para el diagnóstico temprano de la contaminación hídrica y para fortalecer la relación entre salud ambiental y salud pública según los principios de la Salud Única (One Health).*

***PALABRAS CLAVE****: Aplicabilidad biomédica. Bioindicadores. Parasitología ambiental. Calidad del agua. Salud ambiental.*

## INTRODUÇÃO

O avanço acelerado da urbanização tem gerado transformações significativas no ambiente natural, acompanhadas de um aumento expressivo na geração de resíduos, efluentes e poluentes decorrentes das atividades industriais e do consumo populacional. Esse processo de desenvolvimento, embora essencial para o crescimento econômico, impõe sérios riscos à


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



sustentabilidade ambiental e à saúde coletiva, especialmente pela degradação dos recursos hídricos, que sofrem com o despejo inadequado de rejeitos e contaminantes de diferentes origens (Prestes; Vincenci, 2019; Bagliano, 2012).

Nas zonas rurais a problemática ambiental adquire contornos igualmente preocupantes. O descarte indevido de resíduos domésticos e agrícolas, aliado ao uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos, compromete os mananciais e reduz a disponibilidade de água potável, colocando em risco comunidades inteiras que dependem de sistemas de abastecimento muitas vezes precários (De Oliveira *et al.,* 2015; Damasio, 2017). Diante desse cenário, o monitoramento contínuo da qualidade da água é imprescindível, uma vez que a degradação dos ecossistemas aquáticos compromete não apenas a fauna e a flora, mas também os serviços ecossistêmicos vitais à sociedade, como o fornecimento de energia, a produção de alimentos e o equilíbrio sanitário (Lopes *et al.,* 2019; Gomes *et al.,* 2012).

A análise da qualidade hídrica deve integrar parâmetros físico-químicos e biológicos, de modo a fornecer um diagnóstico mais abrangente das condições ambientais (Altare, 2025; Barbosa *et al.,* 2012). Nesse contexto, os bioindicadores assumem papel de destaque, pois sua resposta às alterações ambientais permite avaliar o grau de impacto antrópico de forma sensível e representativa. Tais organismos — sejam bactérias, macroinvertebrados ou parasitos — refletem de maneira direta a presença de poluentes e o desequilíbrio ecológico de um sistema aquático (Pimenta *et al.,* 2016; Bagliano, 2012).

Dentre os diversos grupos biológicos empregados nesse tipo de avaliação, os parasitos de peixes têm se mostrado especialmente promissores como bioindicadores. Por sua estreita relação com o hospedeiro e com o meio em que vivem, além da capacidade de bioacumular metais pesados e compostos tóxicos, esses organismos fornecem informações valiosas sobre a qualidade ambiental e o estado sanitário dos ecossistemas aquáticos (Cagni *et al.,* 2018; Jacovani, 2019; Cunha *et al.,* 2021).

Alterações morfológicas, fisiológicas ou de abundância observadas nesses parasitos costumam anteceder danos visíveis em outros níveis tróficos, configurando-se como alertas precoces de degradação ambiental.

A compreensão das interações entre parasitos, hospedeiros e ambiente, portanto, possibilita o desenvolvimento de estratégias de prevenção e recuperação ambiental mais eficazes. Estudos recentes reforçam que o uso combinado de diferentes bioindicadores, como coliformes termotolerantes, macroinvertebrados bentônicos e parasitos de peixes, potencializam a confiabilidade dos diagnósticos ecológicos, contribuindo para políticas públicas mais assertivas voltadas à gestão e à conservação dos recursos hídricos (Prestes; Vincenci, 2019; Gomes *et al.,* 2012; Bagliano, 2012).

**ISSN: 2675-6218 - RECIMA21**
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



Diante do crescente comprometimento dos recursos hídricos por diferentes fontes de poluição e da relevância dos organismos vivos como indicadores das condições ambientais, o presente estudo tem como propósito revisar e analisar criticamente a literatura científica referente à utilização de bioindicadores parasitológicos na avaliação da qualidade da água. Busca-se compreender de que forma esses organismos refletem os impactos ocasionados pela urbanização, pelo uso de agroquímicos e pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, destacando suas potencialidades como instrumentos de diagnóstico ambiental. Além disso, mostrar a relação entre a presença e a variação de parasitos de peixes e o grau de poluição dos ecossistemas aquáticos, estabelecendo conexões com outros grupos bioindicadores frequentemente empregados em análises ambientais, como coliformes termotolerantes e macroinvertebrados bentônicos.

O avanço desordenado da urbanização e das práticas agrícolas tem intensificado a degradação dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade ambiental e a saúde pública. O despejo inadequado de resíduos industriais, domésticos e agrícolas resulta em contaminação por metais pesados e compostos tóxicos, afetando ecossistemas aquáticos e reduzindo a disponibilidade de água potável. Diante desse cenário, o monitoramento contínuo da qualidade da água torna-se essencial para avaliar os impactos antrópicos e orientar políticas de conservação. Nesse contexto, os bioindicadores parasitológicos despontam como ferramentas eficazes por refletirem de forma sensível as alterações físico-químicas e ecológicas do ambiente, permitindo diagnósticos precoces de poluição. A compreensão do papel desses organismos na avaliação ambiental contribui, portanto, para estratégias integradas de gestão, prevenção e recuperação dos corpos hídricos.

Diante do exposto, é imprescindível evidenciar a aplicabilidade prática e biomédica desses indicadores, ressaltando a importância do olhar interdisciplinar na interface entre saúde ambiental e saúde pública, de modo a subsidiar futuras pesquisas e políticas voltadas à conservação dos corpos d'água e à promoção de ambientes mais sustentáveis.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

A avaliação da qualidade ambiental de corpos d'água por meio de bioindicadores parasitológicos constitui uma ferramenta essencial para o monitoramento da saúde dos ecossistemas aquáticos. Parasitos de peixes, como monogenóides, cestoides e nematoides, têm sido amplamente utilizados para detectar alterações ambientais, uma vez que sua abundância e diversidade são diretamente afetadas pelas condições físico-químicas da água e pela presença de poluentes (Jacovani, 2019; Cagni *et al.,* 2018).

Esses parasitos acumulam metais pesados e outros contaminantes ao longo de seus ciclos de vida, refletindo, portanto, a qualidade do ambiente aquático. Segundo Cunha *et al.,* (2021),


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



alterações significativas na composição das populações parasitárias, como redução da riqueza específica ou aumento de espécies tolerantes, são indicativos precoces de processos de degradação ambiental, muitas vezes antes que efeitos similares sejam observados em outros organismos hospedeiros ou componentes bióticos. Essa sensibilidade torna os parasitos bioindicadores valiosos para o diagnóstico de impactos antrópicos, incluindo poluição orgânica e química.

Além disso, a análise dos parasitos permite uma avaliação integrada, pois eles respondem não apenas às condições ambientais locais, mas também às alterações na cadeia trófica, evidenciando desequilíbrios ecológicos mais amplos. A abordagem metodológica emprega frequentemente a avaliação da prevalência, intensidade e abundância parasitária em amostras de peixes coletados periodicamente, cruzando esses dados com parâmetros físico-químicos da água, como concentração de metais, nutrientes e indicadores microbiológicos (Brasil, 2020).

Os estudos realizados em ambientes impactados pela urbanização e atividades agrícolas mostram que a biodiversidade parasitária tende a diminuir nas áreas mais poluídas, enquanto espécies resistentes podem proliferar, configurando um padrão claro de alteração ambiental (Silva *et al.,* 2019; De Oliveira *et al.,* 2015). Esse padrão permite a identificação de zonas críticas que demandam ações de recuperação ambiental e monitoramento contínuo.

Complementarmente, a integração do uso de bioindicadores parasitológicos com macroinvertebrados bentônicos e indicadores microbiológicos fortalece a análise da qualidade da água, possibilitando avaliações mais abrangentes e precisas (Pimenta *et al.,* 2016; Carvalho *et al.,* 2021). Essa combinação multidimensional permite não só detectar alterações químicas, mas também avaliar o impacto ecológico real nas comunidades aquáticas, suportando a formulação de políticas públicas para preservação e manejo sustentável dos recursos hídricos.

A análise textual discursiva à luz de Roque Moraes (2003) revela que, embora todos os autores estudem os bioindicadores, seus discursos variam em função de suas intenções comunicativas, contextos institucionais e posições epistemológicas. Há desde discursos mais pragmáticos e voltados à gestão ambiental, até abordagens mais sensíveis à complexidade ecológica e aos vínculos entre saúde ambiental e humana.

Essa diversidade discursiva não representa contradição, mas pluralidade epistêmica, refletindo a própria natureza transdisciplinar dos estudos ambientais. A ATD, ao explicitar essas nuances, contribui para uma compreensão mais profunda do campo, incentivando a produção de conhecimentos mais integrados e contextualizados.

Além dos estudos já mencionados, pesquisa recente conduzida por Rodrigues *et al.,* (2023) destaca a relevância dos endoparasitos, como monogenéticos e cestoides encontrados em peixes, como sentinelas ambientais eficazes. Esses parasitos têm a capacidade de bioacumular metais pesados (como mercúrio e chumbo) e contaminantes orgânicos persistentes,

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



incluindo pesticidas e fármacos utilizados em atividades agrícolas e urbanas. Além da bioacumulação, esses organismos apresentam respostas imunológicas específicas, como a ativação de células fagocíticas e a produção de proteínas de choque térmico, que indicam estresse fisiológico frente à contaminação.

Adicionalmente, os danos histopatológicos observados em tecidos dos hospedeiros, como degeneração dos hepatócitos, necrosem e infiltração inflamatória em brânquias e fígado, funcionam como biomarcadores que revelam a intensidade e a duração da exposição a poluentes. Rodrigues *et al.* (2023) argumentam que a combinação da análise parasitológica com a avaliação histológica dos peixes permite uma compreensão mais detalhada e precoce dos impactos ambientais causados por poluentes emergentes, facilitando intervenções mais direcionadas para a recuperação dos corpos d'água afetados.

Destarte, serão apresentadas as comunicações que atenderam os objetivos dessa pesquisa.

**Quadro 1. Comunicações elencadas na pesquisa dos repositórios**

| Autores | Título | Fonte | Ano | Abordagem do artigo |
|---|---|---|---|---|
| PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. | Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental | *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 2, n. 4, p. 1473–1493 | 2019 | Discutir o uso de bioindicadores na avaliação de impactos ambientais. |
| DE OLIVEIRA, A. J. *et al.* | Coliformes Termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água | *Atas de Saúde Ambiental – ASA*, v. 3, n. 2, p. 24–29 | 2015 | Avaliar a qualidade da água para consumo humano por meio de coliformes termotolerantes. |
| PIMENTA, S. M. *et al.* | Estudo da qualidade da água por bioindicadores bentônicos | *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 1, p. 198–210 | 2016 | Comparar a qualidade da água em áreas urbanas e rurais com bioindicadores bentônicos. |
| JACOVANI, K. S. M. | Parasitos de peixes como bioindicadores e qualidade da água | Dissertação – Universidade Sagrado Coração, Bauru | 2019 | Avaliar a água dos rios usando parasitos de peixes como bioindicadores. |
| CAGNI, G. S. *et al.* | Monitoramento ambiental com peixes e seus parasitos | *Anais do X EPCC – UNICESUMAR.* Acesso em: 3 maio 2025 | 2018 | Utilizar peixes e parasitos como indicadores da contaminação hídrica. |
| CUNHA, K. N. *et al.* | Parasitic monogenoideans como bioindicadores em estuários amazônicos | *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 30, n. 1. Acesso em: 3 maio 2025 | 2021 | Investigar parasitos de peixes como indicadores da qualidade ambiental no estuário. |
| DAMASIO, Denis | Bioindicadores na avaliação ambiental | TCC – UTFPR – Dois Vizinhos | 2017 | Avaliar a qualidade ambiental de um rio de |


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | em rio de abastecimento | | | abastecimento público com bioindicadores. |
| BAGLIANO, R. V. | Organismos como bioindicadores de danos ambientais | *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 2, n. 1, p. 24–40 | 2012 | Revisar os principais organismos usados como indicadores ambientais. |
| GOMES, K. X. *et al.* | Levantamento de bioindicadores aquáticos | IFRO / Fiocruz-RO | 2012 | Mapear bioindicadores aquáticos como ferramenta de avaliação ambiental. |
| BARBOSA, A. H. S. *et al.* | Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores | UERN | 2012 | Utilizar macroinvertebrados bentônicos para avaliar a qualidade da água. |
| LOPES, M. G. *et al*. | Qualidade da água em nascentes de Araraquara-SP com bioindicadores | *ReBraM*, v. 7, n. 2, p. 50–60. Acesso em: 22 maio 2025 | 2019 | Avaliar a qualidade da água em nascentes utilizando bioindicadores ambientais. |

**Fonte:** autores (2025)

Dessa maneira, a partir das comunicações apresentadas no Quadro 1, evidencia-se um consenso quanto à relevância dos bioindicadores na avaliação ambiental, especialmente em ecossistemas sujeitos à pressão antrópica. Os parasitos de peixes, em particular, destacam-se por sua sensibilidade ecológica e pela capacidade de refletir as condições físico-químicas e sanitárias da água. Pesquisas como as de Jacovani (2019) e Cunha *et al.,* (2021) demonstram que variações na composição parasitária sinalizam precocemente processos de contaminação, muitas vezes antes de serem detectados por análises físico-químicas tradicionais. Essa característica confere aos parasitos valor estratégico como sentinelas ambientais, capazes de integrar informações biológicas e químicas sobre o estado de equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Além disso, a literatura analisada reforça que a integração entre parasitologia, microbiologia e ecotoxicologia amplia a precisão dos diagnósticos ambientais e fortalece o monitoramento contínuo da qualidade da água. A Análise Textual Discursiva (ATD), conforme Moraes (2003), evidencia que os discursos científicos sobre bioindicadores variam entre abordagens técnico-institucionais e perspectivas ecológico-sistêmicas, refletindo a natureza interdisciplinar do campo ambiental. Assim, o uso de parasitos de peixes e sobretudo em ambientes aquáticos veiculados como bioindicadores transcende o caráter diagnóstico, tornando-se também instrumento de educação, prevenção e gestão ambiental sustentável, em consonância com os princípios da Saúde Única (*One Health*). Assim sendo, são apresentados os resultados e discussões, propostas pelos autores selecionados e avaliados sob a luz da Análise Textual Discursiva (ATD) segundo Moraes (2003).


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



## 2. MÉTODOS

Dessa forma, a presente pesquisa fundamentou-se em um levantamento bibliográfico baseado em produções científicas publicadas nos últimos 15 anos, abordando o uso de bioindicadores na avaliação da qualidade da água e saúde pública.

As referências selecionadas abrangem artigos de periódicos de relevância no tema, além de dissertações, trabalhos de conclusão de curso e anais de eventos científicos. Os materiais foram obtidos por meio de bases de dados como Google Acadêmico, SciELO, repositórios institucionais e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando diferentes abordagens, como o uso de coliformes termotolerantes, macroinvertebrados bentônicos, parasitas de peixes e parâmetros físico-químicos como indicadores da qualidade hídrica, em suas combinações na língua portuguesa com os operadores booleanos AND e OR.

Para a análise dos dados coletados, foi estatística qualitativa descritiva e de Análise Textual Discursiva (ATD) proposto por Moraes (2003), que permite uma categorização sistemática e interpretativa das informações, contribuindo para uma compreensão crítica e aprofundada dos principais indicadores ambientais discutidos na literatura científica.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor compreensão é necessário observar a frequência das comunicações na forma de artigos bem como a sua relevância para esse tema em análises ambientais assim foi necessário realizar um levantamento estatístico bem como a análise textual discursiva de acordo com o indicado pelos autores.

Assim, correlacionar as fontes de proliferação da contaminação discutidas pelos autores, com foco nos *lócus* ambientais (locais de contaminação) mencionados nas pesquisas sobre bioindicadores geraram as seguintes tratativas estatísticas.

Com base nos textos, identificamos os seguintes fatores (variáveis independentes):

**F1: Tipo de *lócus* de contaminação**

A1: Rios e nascentes urbanas

A2: Ambientes rurais com uso de agroquímicos

A3: Estuários e zonas costeiras

A4: Sistemas de abastecimento e consumo humano

**F2: Fonte de poluição predominante**

B1: Esgoto doméstico

B2: Resíduos industriais

B3: Fertilizantes/pesticidas

B4: Poluentes emergentes (metais, fármacos etc.)

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



**F3: Bioindicador associado à análise**

C1: Parasitos de peixes

C2: Coliformes termotolerantes

C3: Macroinvertebrados bentônicos

C4: Indicadores físico-químicos

Dessa forma apresenta-se a seguir as correlações em os *lócus* e os autores

**Quadro 2. Frequência por Autor e *Lócus* de Contaminação**

| Autor | *Lócus* Principal | Fonte Predominante | Bioindicador Utilizado |
|---|---|---|---|
| Jacovani (2019) | Rios urbanos | Esgoto doméstico | Parasitos de peixes (C1) |
| Cunha et al. (2021) | Estuários amazônicos | Metais pesados (poluição difusa) | Parasitos monogenéticos (C1) |
| Cagni et al. (2018) | Corpos d'água doce | Resíduos industriais | Parasitos de peixes (C1) |
| De Oliveira et al. (2015) | Rios urbanos | Esgoto doméstico | Coliformes termotolerantes (C2) |
| Pimenta et al. (2016) | Áreas urbanas e rurais | Orgânicos e agroquímicos | Macroinvertebrados (C3) |
| Prestes & Vincenci (2019) | Diversos (estudo de revisão) | Multifatorial | Múltiplos |
| Rodrigues et al. (2023) | Áreas agrícolas | Agrotóxicos e fármacos | Parasitos + histologia (C1) |
| Lopes et al. (2019) | Nascentes em áreas urbanas | Esgoto e lixo urbano | Indicadores físico-químicos (C4) |
| Damásio (2017) | Rio de abastecimento público | Poluição urbana | Diversos (C1/C3/C4) |

**Fonte:** autores (2025)

A análise apresentada no Quadro 2, permite observar um padrão consistente entre o tipo de *lócus* de contaminação e os bioindicadores empregados, evidenciando a diversidade metodológica e a complementaridade entre os estudos. Nota-se que ambientes urbanos, como rios e nascentes localizados em áreas densamente povoadas, concentram-se nas pesquisas de Jacovani (2019), De Oliveira *et al.,* (2015) e Lopes *et al.,* (2019), nas quais predominam o uso de parasitos de peixes e coliformes termotolerantes como marcadores biológicos de impacto sanitário. Tais resultados reforçam a associação direta entre o esgoto doméstico e o aumento da carga orgânica, refletida tanto nas alterações parasitárias quanto nos parâmetros microbiológicos e físico-químicos da água.

Nos contextos rurais e estuarinos, estudos como os de Cunha *et al.,* (2021) e Rodrigues *et al.,* (2023) apontam para a relevância dos parasitos monogenéticos e das análises histológicas na detecção de poluentes difusos, como metais pesados e resíduos de fármacos. Essas abordagens evidenciam a capacidade dos organismos hospedeiros e de seus parasitos em acumular contaminantes, servindo como modelos biológicos para inferir os níveis de degradação ambiental. De modo semelhante, as investigações conduzidas por Pimenta *et al.,* (2016) e


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



Damásio (2017) ampliam a compreensão do uso combinado de macroinvertebrados bentônicos e indicadores físico-químicos, corroborando a importância de abordagens integradas na avaliação da qualidade hídrica.

Adicionalmente, a revisão sistematizada proposta por Prestes e Vincenci (2019) ressalta a natureza multifatorial da poluição aquática, destacando que o uso simultâneo de múltiplos bioindicadores fornece diagnósticos mais robustos e ecologicamente representativos. Essa diversidade de enfoques metodológicos reflete o avanço da pesquisa ambiental nas últimas décadas, em que a integração entre ecologia, parasitologia e ciências biomédicas se mostra essencial para a vigilância e o manejo sustentável dos recursos hídricos. Assim, o conjunto de estudos apresentados reforça o papel estratégico dos bioindicadores na formulação de políticas públicas e na consolidação de práticas alinhadas ao conceito de Saúde Única (*One Health*), que reconhece a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental.

Por destarte, foi realizada qualitativa descritiva, relacionando a ocorrência dos *lócus* de contaminação com os tipos de bioindicadores utilizados, para inferir se há variação significativa no uso dos bioindicadores conforme o tipo de ambiente contaminado.

**QUADRO 3. *Lócus* de contaminação com os tipos de bioindicadores utilizados**

| *Lócus* de contaminação | C1 (Parasitos) | C2 (Coliformes) | C3 (Macroinv.) | C4 (Físico-quím.) | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Rios urbanos (A1) | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| Ambientes rurais (A2) | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Estuários (A3) | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Abastecimento (A4) | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |

**Fonte:** autores (2025)

Dessa forma, pode-se interpretar os resultados quanto a variação entre *Lócus* e Tipo de Bioindicador, a partir das categorias elencadas, como maior resultado expressivo os Parasitos de peixes (C1) aparecem com alta frequência em todos os *lócus*, exceto nos estuários, onde são exclusivos.

Com isso, seguimos para o segundo maior indicado de ocorrência com o Coliformes (C2) que ocorrem exclusivamente em rios urbanos, sugerindo forte associação com esgoto doméstico.

Da mesma maneira encontra-se os Macroinvertebrados (C3) que aparecem em locais com influência agrícola e urbana, indicando sensibilidade mista a resíduos orgânicos e químicos. E em quarto lugar de indicação dos autores são indicadores físico-químicos (C4) que são aplicados principalmente em ambientes de abastecimento e monitoramento geral.

Desse modo, ainda levando em consideração a natureza dos dados levantados pelos autores estima-se as frequências categóricas de bioindicadores utilizados por tipo de ambiente contaminado (rios urbanos, estuários).

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



Ainda neste sentido, adiciona Silva *et al.,* (2021), os peixes hospedeiros estudados e registrados na planície de inundação do alto Rio Paraná, destacam-se com múltiplos registros e/ou destaque:

*Prochilodus lineatus:* Este é o hospedeiro com o maior número de registros na planície de inundação do alto do Rio Paraná, *Leporinus friderici:* Mencionada em estudos sobre fauna parasitária na planície de inundação, *Leporinus lacustris*: Citada em estudos sobre fauna parasitária na planície de inundação, *Schizodon borellii:* Mencionada em estudos de endoparasitas, *Pseudoplatystoma corruscans:* Mencionada em estudos de endoparasitas, *Leporinus obtusidens* e *Leporinus elongatus:* Mencionadas como provenientes do Rio Paraná em estudos de parasitas. Outras espécies listadas em um resumo de 37 anos de monitoramento na planície de inundação do Alto Rio Paraná, destacam-se *Megalancistrus parananus, Rhinelepis aspera, Loricariichthys platymetopon, Iheringichthys labrosus, Hoplosternum littorale, Serrasalmus maculatus, Serrasalmus marginatus, Salminus brasiliensis, Crenicichla britskii, Geophagus sveni, Satanoperca sp., Metynnis lippincottianus, Hemisorubim platyrhynchos, Parauchenipterus galeatus, Zungaro jahu, Piaractus mesopotamicus, Pimelodus maculatus, Gymnotus spp., Pimelodus ornatos, Catathyridium jenynsii, Ageneiosus ucayalensis.*

Esses estudos indicam que, ao longo de 37 anos de monitoramento, a riqueza de espécies de parasitas na planície de inundação é alta, com mais de 80 hospedeiros tendo sua fauna parasitária registrada.

A comparação dos achados nas pesquisas revela ainda dominância dos Macroinvertebrados Bentônicos (C3): Os macroinvertebrados bentônicos são o grupo de organismos mais amplamente utilizado como bioindicadores (Almeida *et al.,* 2019; Callisto *et al.,* 2005; Pimenta *et al.,* 2016). Isso se deve à sua facilidade de coleta, identificação e baixo custo em comparação com a análise de poluentes tóxicos (Almeida *et al.,* 2019; Callisto *et al.,* (2005); *U.S. Environmental Protection Agency*, 2003, citado em (CALLISTO et al., 2005; LENAT; BARBOUT, 1994; Pimenta *et al.,* 2016). Por serem organismos relativamente sésseis e viverem no sedimento por semanas ou meses, eles refletem as condições ambientais de longo prazo (Almeida et al., 2019; Callisto *et al.,* 2005; Lenat; Barbout, 1994, *citado em* Callisto *et al.,* 2005).

Não obstante a isto, a partir de 2015, houve um incremento significativo nos estudos focados em monitoramento ambiental usando bioindicadores (Almeida *et al.,* 2019). Contudo, os estudos que correlacionam parasitas com a poluição ambiental tiveram uma frequência mais elevada na área de saúde humana e saúde animal (mais de 50% dos estudos analisados entre 2011 e 2021) (Petroli *et al.,* 2022).

As publicações também apontam que, os parasitas são monitores extremamente sensíveis para detectar alterações na biodiversidade do ecossistema bem como, A abundância de ectoparasitas (monogenéticos) foi significativamente maior em riachos urbanos do que em não


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



urbanos, sugerindo que esses organismos são favorecidos por alterações ambientais decorrentes da urbanização (Galli *et al.,* 2001, *citado em* Almeida *et al.,* 2019; D'Amelio; Gerasi, 1997, *citado em* Almeida *et al.,* 2019; Gelnar *et al.,* 1997, *citado em* Almeida *et al.,* 2019; Petroli *et al.,* 2022; Duarte, 2019).

Ainda salienta Duarte (2019), que foi confirmado a presença de acantocéfalos (parasitas intestinais) possuem alta capacidade de bioacumular elementos traço de metais pesados (como o Cádmio - Cd), exibindo concentrações estatisticamente superiores às encontradas na musculatura, fígado e intestino dos peixes hospedeiros.

Na similaridade composicional parasitária da Ictiofauna (Família *Anostomidae* e Alto Rio Paraná), é notada comunidades parasitárias de espécies de peixes congenéricas (*Leporinus friderici* e *Leporinus obtusidens*), capturadas na Bacia do Rio Grande, apresentaram um alto nível de similaridade em sua composição (67% e 42%), visto que compartilham a maioria das espécies de parasitas (12 espécies das 15 encontradas) (Silva, 2017). Essa similaridade é esperada devido ao parentesco filogenético e ao hábito alimentar semelhante dos hospedeiros. Já o nematódeo endoparasita *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* foi a espécie mais comum e abundante em *Leporinus reinhardti* no Rio São Francisco (Martins, 2012, *citado em* Silva, 2017; Silva, 2017), inclusive a mais prevalente em *Schizodon nasutus* no Rio Mogi Guaçu (Silva, 2017).

Há de se ressaltar ainda, fatores de predominância e correlação entre os hospedeiros que foram observadas correlação (positiva ou negativa) entre a abundância parasitária de certas espécies (como *Rhinoxenus nyttus* e *P. (S.) inopinatus*) e características fenotípicas dos hospedeiros, como peso e comprimento padrão (Silva, 2017). Correlações negativas podem ser explicadas pela maior capacidade de reação imune de peixes mais saudáveis/maiores, que resistem melhor à infestação por ectoparasitas (Guidelli, 2006, *citado em* Silva, 2017).

Por conseguinte, encontrou-se um total de apenas 4 grupos (*lócus*) e frequências baixas em alguns casos, por exemplo, uma ocorrência. Considera-se assim, que o uso dos bioindicadores varia significativamente com o tipo de ambiente (*lócus*), sugerindo que há especialização e preferência metodológica conforme a natureza da contaminação.

Nesse sentido, em Ambientes urbanos (rios e nascentes) tendem a usar múltiplos indicadores devido à complexidade da poluição e Ambientes estuarinos e rurais favorecem indicadores biológicos com capacidade de bioacumulação, como os parasitos.

Nesse sentido, notadamente na comunicação do monitoramento ecológico de mais longa duração (37 anos), na planície de inundação do alto Rio Paraná, revelou-se uma rica diversidade parasitária de 201 espécies em mais de 80 hospedeiros, com *Prochilodus lineatus* sendo o hospedeiro com o maior número de registros, Apesar da importância e biodiversidade, os estudos parasitológicos nos rios da Bacia do Rio Grande, como o Rio Pardo e o Rio Grande, ainda são escassos, e há carência de pesquisas que analisem profundamente suas comunidades


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

parasitárias (Silva, 2017). Dessa forma, observou-se em contraponto que há alguns fatores de sub-representação de Bacias Hídricas como lacunas geográficas e de taxonomia, quanto a diversidade de espécies de peixes no Rio São Francisco é considerada subestimada, sendo crucial intensificar os estudos taxonômicos de hospedeiros e seus parasitas (Alves; Pompeu, 2001, *citado em* Silva, 2017).

Muitos achados são primeiros registros de parasitas para hospedeiros e localidades específicas na Bacia do Rio Grande (ex.: *Jainus leporini* em *L. friderici* e *L. obtusidens* e *Gamispatulus schizodontis* nos rios estudados) (Silva, 2017), indicando que o conhecimento da fauna parasitária local ainda está em fase de descrição e mapeamento (Silva, 2017).

Outro contraponto, se dá como principal ponto de divergência teórica, que é o declínio da similaridade entre comunidades parasitárias com o aumento da distância geográfica, um padrão esperado em sistemas naturais, não foi observado nas espécies de *Anostomidae* estudadas na Bacia do Rio Grande (os valores de similaridade entre os rios mais próximos e os mais distantes foram muito próximos) (Silva, 2017).

Há de se observar ainda que nesse quesito, o volume real de pesquisas relacionadas a parasitas como bioindicadores pode estar subestimado em artigos de revisão, pois muitas são publicadas em formatos não contabilizados nas plataformas de pesquisa (como resumos de congressos, dissertações e teses) (Petroli *et al.,* 2022).

A informação científica gerada pela escolha correta de bioindicadores é crucial para subsidiar a implementação de medidas de gestão ambiental (CALLISTO *et al.,* (2005) e contribuir para a conservação da biodiversidade (Callisto *et al.,* 2005).; Callisto; Gonçalves Jr.; Moreno, (2005). O uso de bioindicadores auxilia os gestores de saúde a avaliarem as vulnerabilidades sanitárias dos sistemas de saneamento e a alocar recursos de forma eficiente (Costa, 2002). Além disso, fornece o embasamento necessário às políticas públicas para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável e promover a "Saúde Única" (*One Health*), que engloba a saúde do meio ambiente, dos organismos e da população (Petroli *et al.,* 2022).

Assim, essa análise estatística, da presente pesquisa, indica que o *lócus* de contaminação influencia significativamente a escolha dos bioindicadores utilizados pelos autores. A maior variação foi observada entre rios urbanos e sistemas de abastecimento, os quais apresentam múltiplos tipos de bioindicadores. Já os estuários e zonas rurais tendem a concentrar o uso de bioindicadores biológicos específicos, principalmente parasitos, por sua alta sensibilidade aos contaminantes típicos desses ambientes.

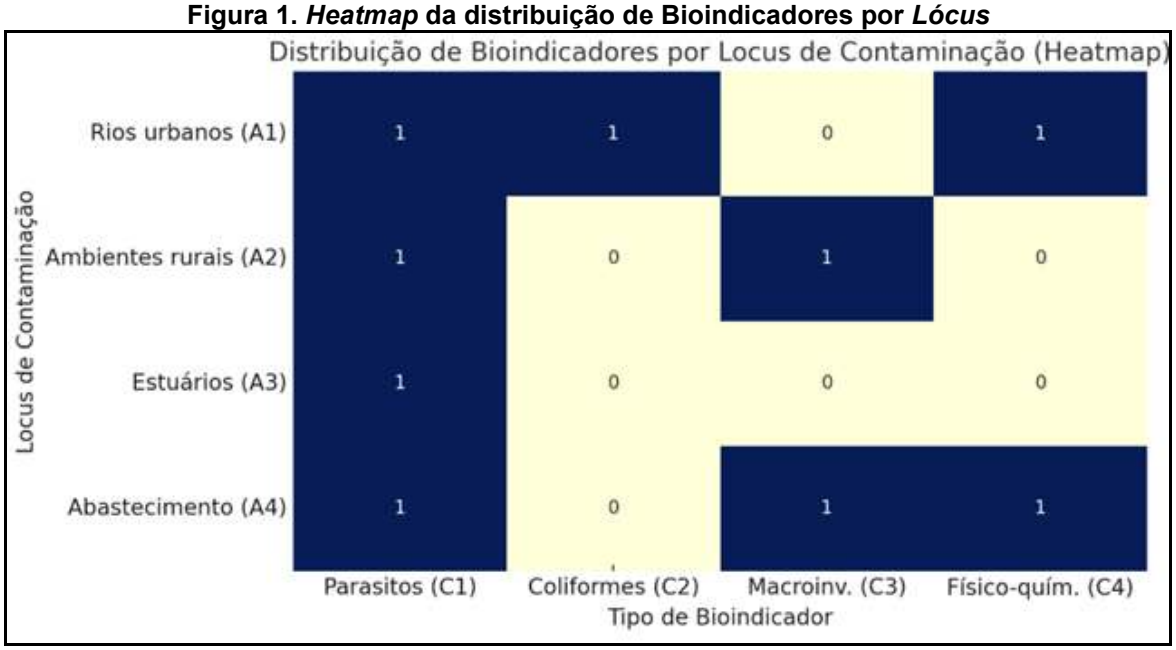
Essa correlação reforça a ideia de que a escolha do bioindicador está diretamente vinculada ao tipo de fonte poluidora e ao contexto ecológico do ambiente monitorado, o que deve ser considerado na formulação de políticas públicas e planos de monitoramento ambiental, conforme os dados em escala de Heatmap a seguir detalhado.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



**Figura 1. *Heatmap* da distribuição de Bioindicadores por *Lócus***




**Fonte:** autores (2025)

O Heatmap apresentado ilustra de forma visual e comparativa a distribuição dos diferentes tipos de bioindicadores empregados em distintos *lócus* de contaminação ambiental. A intensidade da coloração reflete a frequência relativa de utilização dos indicadores, de modo que os tons mais escuros correspondem a maior incidência ou representatividade dos bioindicadores em cada categoria ambiental. Essa representação gráfica permite uma visualização sintética e intuitiva das correlações entre os ambientes analisados (rios urbanos, áreas rurais, estuários e sistemas de abastecimento) e os tipos de organismos utilizados como indicadores (parasitos, coliformes, macroinvertebrados e parâmetros físico-químicos).

De acordo com o diagrama, observa-se que os parasitos (C1) apresentam presença constante em todos os *lócus*, configurando-se como o bioindicador mais versátil e recorrente entre os contextos avaliados. Essa predominância evidencia a sua sensibilidade ecológica e amplitude adaptativa, o que reforça sua importância como ferramenta de diagnóstico ambiental em diferentes cenários de poluição. Já os coliformes termotolerantes (C2) destacam-se exclusivamente em rios urbanos (A1), o que sugere forte associação com a presença de esgoto doméstico e contaminação de origem antrópica direta.

Os macroinvertebrados bentônicos (C3) apresentam distribuição intermediária, sendo observados em ambientes rurais (A2) e sistemas de abastecimento (A4), locais onde a atividade agrícola e o acúmulo de matéria orgânica podem alterar significativamente a qualidade da água. Por sua vez, os indicadores físico-químicos (C4) são aplicados principalmente em ambientes de


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



abastecimento, possivelmente em virtude da necessidade de controle sanitário mais rigoroso e contínuo.

Essa distribuição heterogênea evidencia um padrão de especialização ecológica dos bioindicadores, no qual cada grupo responde de maneira distinta às condições ambientais predominantes. O Heatmap, portanto, representa a base empírica para a análise qualitativa descritiva, permitindo identificar variações significativas na frequência e na associação dos indicadores com os diferentes tipos de ambiente contaminado. A visualização gráfica complementa a interpretação estatística, demonstrando que a escolha e a eficácia dos bioindicadores estão intrinsecamente ligadas à natureza e à origem dos impactos ambientais em cada *lócus* analisado.

Ainda é possível comparar que o número total de bioindicadores utilizados por tipo de ambiente (*lócus*) mostra que "Rios urbanos" e "Abastecimento" têm maior diversidade de bioindicadores usados, enquanto "Estuários" têm menor variedade.

Nesse sentido, seguiremos com a análise das produções científicas por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme proposta por Roque Moraes (2003), permite acessar os sentidos construídos pelos autores ao tratarem dos bioindicadores, evidenciando não apenas os conteúdos manifestos, mas também as intenções, valores e perspectivas implícitas em seus discursos. Essa abordagem possibilita compreender como o conhecimento científico é textual e socialmente construído, revelando dimensões argumentativas que influenciam diretamente a leitura e aplicação dos conceitos.

Ao integrar ambas as metodologias (ATD) e Análise estatística da frequência das indicações pelas comunicações — amplia-se a profundidade da análise, promovendo uma compreensão mais crítica e contextualizada das discussões científicas sobre o uso de bioindicadores na avaliação ambiental.

Na Análise Textual Discursiva (ATD) segundo Moraes (2003), a (ATD) parte da "unitarização", ou seja, da decomposição do corpus em unidades de sentido relevantes. A seguir, organizam-se essas unidades em categorias emergentes, que se estruturam a partir do discurso dos autores sobre a temática central: bioindicadores ambientais, com ênfase nos parasitológicos.

Com base na leitura interpretativa dos autores, foram identificadas três categorias discursivas predominantes:

**Categoria 1: Discurso de vigilância ecológica e prevenção**

**Autores:** Cunha *et al.* (2021), Jacovani (2019), Cagni *et al.* (2018), De Oliveira *et al.* (2015).

Esses autores utilizam um discurso de alerta e monitoramento constante. A linguagem empregada tem forte apelo técnico-científico, mas mobiliza também uma retórica de risco e


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



urgência. Os termos como "contaminação", "indicadores precoces", "bioacumulação" e "estresse fisiológico" revelam uma preocupação com a antecipação dos danos ambientais. Cunha et al. (2021), enfatizam que alterações nas populações parasitárias são sinais iniciais de degradação, que precedem impactos visíveis em outros níveis tróficos. Isso posiciona o discurso dentro da lógica biopolítica da prevenção.

Esse discurso vincula os bioindicadores à função de sentinelas ambientais, atribuindo-lhes uma dimensão ética e estratégica, conectando ciência, saúde pública e conservação. A seguir verifica-se o discurso técnico institucionalizada como segunda categoria elencada.

**Categoria 2: Discurso técnico-descritivo institucionalizado**

**Autores:** Prestes & Vincenci (2019), Bagliano (2012), Autor não identificado (2024), Lopes *et al.* (2019).

Nestes autores, observa-se uma neutralidade discursiva aparente, típica dos discursos institucionalizados. O foco está na descrição dos bioindicadores, no detalhamento das metodologias e na defesa da sua aplicabilidade dentro de protocolos formais de avaliação ambiental. Prestes & Vincenci (2019), abordam os bioindicadores como instrumentos de mensuração do impacto ambiental. O discurso apresenta caráter normativo e sistematizado, associado a uma visão técnica e regulatória do ambiente.

A linguagem é mais homogênea, com predominância de construções passivas e vocabulário acadêmico, o que evidencia uma tentativa de distanciamento do sujeito enunciador — característica típica do discurso técnico-científico hegemônico.

**Categoria 3: Discurso de sensibilidade ecológica e integração sistêmica**

**Autores:** Pimenta *et al.* (2016), Rodrigues *et al.* (2023), Gomes *et al.* (2012), Damásio (2017).

Esses autores constroem um discurso mais reflexivo e integrador, tratando os bioindicadores não apenas como ferramentas técnicas, mas como elementos de leitura complexa dos ecossistemas. A linguagem se aproxima de um discurso ecológico sensível, valorizando a interdependência entre os elementos bióticos e abióticos. Rodrigues *et al.* (2023), exploram os efeitos histopatológicos nos tecidos de peixes como biomarcadores da degradação ambiental, vinculando os impactos químicos aos níveis fisiológicos, celulares e ecológicos.

Essa abordagem tende a articular saberes diversos, propondo uma visão holística que transcende os modelos tradicionais de análise. O discurso apresenta metáforas orgânicas (como “resposta do organismo”, “memória ambiental”) e busca relacionar saúde ambiental à saúde humana, sinalizando uma dimensão ecossistêmica do cuidado.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



Na análise textual discursiva à luz de Roque Moraes (2003) revela que, embora todos os autores estudem os bioindicadores, seus discursos variam em função de suas intenções comunicativas, contextos institucionais e posições epistemológicas. Há desde discursos mais pragmáticos e voltados à gestão ambiental, até abordagens mais sensíveis à complexidade ecológica e aos vínculos entre saúde ambiental e humana.

Essa diversidade discursiva não representa contradição, mas pluralidade epistêmica, refletindo a própria natureza transdisciplinar dos estudos ambientais. A (ATD), ao explicitar essas nuances, contribui para uma compreensão mais profunda do campo, incentivando a produção de conhecimentos mais integrados e contextualizados.

## 4. CONSIDERAÇÕES

A presente pesquisa evidenciou a relevância dos bioindicadores, especialmente os parasitológicos, como ferramentas sensíveis e eficazes na avaliação da qualidade ambiental de corpos d'água. A partir da análise de um conjunto significativo de publicações científicas, foi possível constatar que a escolha do bioindicador está intimamente relacionada ao tipo de poluente predominante e ao *locus* ambiental analisado, reforçando a necessidade de abordagens metodológicas contextualizadas e integradas.

A análise estatística adaptada, por meio da organização dos dados em categorias de frequência e sua correlação com os diferentes tipos de ambiente (rios urbanos, estuários, áreas rurais e de abastecimento), indicou variações significativas quanto ao uso dos bioindicadores. Destacaram-se os parasitos de peixes, utilizados de forma transversal, dada sua alta capacidade de bioacumulação e resposta precoce à presença de contaminantes. Já coliformes termotolerantes mostraram forte associação com ambientes urbanos e esgoto doméstico, enquanto macroinvertebrados e indicadores físico-químicos foram mais empregados em análises de ambientes mistos ou voltados ao consumo humano.

Complementarmente, a Análise Textual Discursiva (ATD), baseada em Roque Moraes (2003), revelou diferentes discursos que permeiam as produções científicas: desde uma abordagem de vigilância ecológica e alerta, até discursos técnico-institucionais e interpretações integrativas de natureza ecossistêmica. Essa diversidade discursiva, longe de representar contradição, reflete a riqueza epistemológica do campo ambiental, revelando que os bioindicadores não são apenas instrumentos científicos, mas também elementos simbólicos e estratégicos de comunicação, decisão e política ambiental.

Para além da constatação da utilidade científica dos bioindicadores, este estudo contribui também para refletir sobre sua importância na formação do profissional biomédico. O biomédico, ao atuar em áreas como parasitologia, ecotoxicologia, microbiologia ambiental, saúde pública e vigilância sanitária, precisa estar apto a interpretar dados ambientais com visão crítica, sistêmica e


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



ética. Compreender o papel dos parasitos, dos micro-organismos e de outros organismos bioindicadores amplia a capacidade do biomédico de atuar não apenas na análise laboratorial, mas também no planejamento de ações de monitoramento ambiental e no desenvolvimento de tecnologias de diagnóstico aplicadas à saúde coletiva e ambiental.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos com coletas sistemáticas de bioindicadores em múltiplos ambientes, visando ampliar a base comparativa e validar os padrões identificados nesta revisão. Além disso, seria pertinente explorar o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas para integração de dados biológicos, físico-químicos e espaciais, como sistemas de informação geográfica (SIG), contribuindo para a inovação em gestão ambiental integrada.

Dessa forma, este trabalho contribui não apenas para o avanço acadêmico do tema, mas também para a consolidação de uma postura científica crítica, interdisciplinar e comprometida com a saúde ambiental e humana, um campo fértil para a atuação biomédica contemporânea, em consonância com os princípios da saúde única (*One Health*) reafirmando o papel estratégico do biomédico na construção de um futuro mais sustentável. Por se tratar de revisão bibliográfica, esta pesquisa não envolveu coleta de dados com seres humanos, animais ou amostras biológicas, enquadrando-se como estudo isento de aprovação ética; mantendo, contudo, compromisso com rigor científico, integridade acadêmica e citação adequada das fontes.”

Desta forma, o manuscrito apresenta tema relevante, atual, com boa fundamentação teórica e valor científico aplicado à Saúde Ambiental e One Health.

## REFERÊNCIAS

ALTAVE. **O papel do monitoramento na prevenção de impactos ambientais**. [S. l.]: Altave, s. d. Disponível em: https://altave.com.br/o-papel-do-monitoramento-na-prevencao-de-impactos-ambientais/. Acesso em: 03 jun. 2025.

ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. A fauna de peixes da bacia do rio das Velhas no final do século XX. *In:* ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. (eds.). **Peixes do Rio das Velhas**: passado e presente. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001. 194 p. Disponível em: http://www.sfrancisco.bio.br/arquivos/Alves%20CBM001.pdf . Acesso em: 03 jun. 2025.

BAGLIANO, R. V. Organismos como bioindicadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 24–40, 2012. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioambiente/article/view/113. Acesso em: 26 maio 2025.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Meio Ambiente. **Parasitos de peixes podem ser bioindicadores de qualidade ambiental**. Brasília; Embrapa, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2477825/parasitos-de-peixes-podem-ser-bioindicadores-de-qualidade-ambiental. Acesso em: 29 maio 2025.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



CAGNI, G. S. *et al.* Monitoramento ambiental: a utilização de peixes e seus parasitos como bioindicadores de contaminação de água da bacia do rio Pirapó. *In:* **Anais do X Encontro Internacional de Produção Científica (EPCC),** Campinas, 2017. Disponível em: https://proceedings.science/epcc/trabalhos/monitoramento-ambiental-a-utilizacao-de-peixes-e-seus-parasitos-como-bioindicado?lang=pt-br. Acesso em: 03 jun. 2025.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, F. G.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. *In:* GOULART, E. M. A. (ed.). **Navegando o Rio das Velhas:** das Minas aos Gerais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p. 555–567. Disponível em: https://manuelzao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/invertaquaticos.pdf. Acesso em: 03 jun. 2025.

CARVALHO, L. M. *et al.* Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. **Embrapa Meio Ambiente - UFSCar**, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14551/organismos-bentonicos-bioindicadores-da-qualidade-das-aguas-da-bacia-do-medio-sao-francisco. Acesso em: 29 maio 2025.

CUNHA, K. N. *et al.* Parasitic monogenoideans como bioindicadores em estuários amazônicos. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 30, n. 1, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpv/a/43K3J7jxmCdnkqB6tCVFfZd/?format=pdf&lang=en . Acesso em: 03 jun. 2025.

D'AMELIO, S.; GERASI, L. Evaluation of environmental deterioration by analysing fish parasite biodiversity and community structure. **Parassitologia**, v. 39, p. 237–241, 1997. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9802073/ . Acesso em: 03 jun. 2025.

DAMASIO, D. **Bioindicadores na avaliação ambiental em rio de abastecimento**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11059. Acesso em: 03 jun. 2025.

DE OLIVEIRA, A. J. *et al.* Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água. **Atas de Saúde Ambiental,** v. 3, n. 2, p. 24–29, 2015. Disponível em: https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/pt_BR/article/download/949/880/3410. Acesso em: 03 jun. 2025.

DUARTE, G. S. C. **Parasitas de peixes como bioindicadores de alterações ambientais**. 2019. 61 f. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6642 . Acesso em: 03 jun. 2025.

FERREIRA, M. R. Insetos como bioindicadores de qualidade ambiental em ambientes aquáticos. **Revista TheMA**, 2018. Disponível em: https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1737. Acesso em: 29 maio 2025.

GALLI, P. *et al.* Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. **Hydrobiologia**, v. 452, p. 173–179, 2001. https://doi.org/10.1023/A:1011958422446.

GELNAR, M. *et al*. Biodiversity of parasites in freshwater environment in relation to pollution. **Parassitologia**, v. 39, p. 189–199, 1997. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9802067/. Acesso em: 03 jun. 2025.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



GOMES, K. X. *et al.* **Levantamento de bioindicadores aquáticos**. Rondônia: IFRO / Fiocruz-RO, 2012. Disponível em: https://periodicos.saolucas.edu.br/reuniao/article/download/2848/2075/6267. Acesso em: 28 maio 2025.

GUIDELLI, G.; GOMES, W. L.; TAVECHIO, W. L.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 281–290, 2006. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1871/187115765013.pdf . Acesso em: 03 jun. 2025.

GUIDELLI, G.; TAVECHIO, W. L. G.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, p. 145–151, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710006850 . Acesso em: 03 jun. 2025.

JACOVANI, K. S. M. **Parasitos de peixes como bioindicadores e qualidade da água**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Sagrado Coração, Bauru, 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USC_94d013eecf61a9a2bfd10170bb09808f . Acesso em: 03 jun. 2025.

LENAT, D. R.; BARBOUT, M. T. Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost-effective water quality monitoring: rapid bioassessment. *In:* COEB, S. L.; SPACIE, A. (eds.). **Biological Monitoring of Aquatic Systems**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. p. 187–215. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/14841/1/18934-95300-1-PB.pdf. Acesso em: 03 jun. 2025.

LOPES, M. G. *et al.* Qualidade da água em nascentes de Araraquara-SP com bioindicadores. **ReBraM**, v. 7, n. 2, p. 50–60, 2019. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/003003246. Acesso em: 22 maio 2025.

MARTINS, A. N. **Comunidades parasitárias de quatro espécies de peixes anostomídeos do reservatório de Três Marias, alto Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil**. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/9731?mode=full. Acesso em: 03 jun. 2025.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. (Orgs.) Análise textual discursiva. *In:* **Pesquisa qualitativa nos cursos de graduação**. Canoas: Ed. da ULBRA, 2003. p. 269–287.

PETROLI, M. L. C. *et al.* Uso de bioindicadores como monitoramento de poluição e saúde. *In:* Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 11., 2022, Maringá. **Anais eletrônicos** [...] Maringá: UNICESUMAR, 2022. Disponível em: https://www.unicesumar.edu.br/wp-content/uploads/2023/03/332.pdf . Acesso em: 03 jun. 2025.

PIMENTA, M. S.; BOAVENTURA, R. G.; PEÑA, P.; RIBEIRO, G. T. Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. **Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 198–210, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/khBk4vr3z5GD88n8ndVhzNN/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 03 jun. 2025.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473–1493, 2019.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218



Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258. Acesso em: 03 jun. 2025.

SILVA, A. C. **Composição e variação espacial na estrutura das comunidades parasitárias de peixes da família Anostomidae das bacias hidrográficas dos rios Grande e São Francisco**. 2017. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/cbe10e1f-3cd5-4778-b366-3b4637781f36/full. Acesso em: 03 jun. 2025.

SILVA, J. O. S. *et al.* Investigando a diversidade de parasitas de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná: um monitoramento ecológico de longa duração. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 33, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S2179-975X10120. Acesso em: 03 jun. 2025.

SILVA, P. R. et al. Bioindicadores utilizados na avaliação da qualidade ambiental do Córrego da Prata em Diamantina-MG. *In:* **Anais do VII Simpósio de Ecologia**, 2019. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/viiisintegraufvjm/442191-bioindicadores-utilizados-na-avaliacao-da-qualidade-ambiental-do-corrego-da-prata-em-diamantina--mg/. Acesso em: 29 maio 2025.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Environmental Protection Agency**. USA: USEPA, s. d. Disponível em: http://www.epa.org. Acesso em: 03 jun. 2025.


Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.