



# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## USO DE BIOINDICADORES COMO AUXÍLIO NO MONITORAMENTO DE RIOS COM PRESENÇA DE DEJETOS DE ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA

\* Milla Gomes Albuquerque<sup>1</sup>  
Shara Sonally Oliveira de Sousa<sup>1</sup>  
Valmir Cristiano Marques de Arruda<sup>1</sup>  
Soraya Giovanetti El-Deir<sup>1</sup>

### THE USE OF BIOINDICATORS AS AN AID IN MONITORING RIVERS WITH THE PRESENCE OF ANIMAL WASTES: A LITERATURE REVIEW

Recibido el 27 de noviembre de 2020. Aceptado el 17 de diciembre de 2021

#### Abstract

Animal waste has a high amount of nutrients and can be used as fertilizer or for energy generation. When improperly disposed of, they cause damage to the environment and may cause eutrophication of the aquatic environment. Bioindicators are living beings that present ethological, physiological or morphological alterations in the face of abiotic modifications, and can be water monitors. This aims to assess whether *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus havanaensis* can be considered ideal bioindicators for water monitoring. The bibliographic survey was summarized in a table for each species. Then, qualitative analysis was performed using ten pre-defined parameters, with variable weights and notes. These results were multiplied generating an indicator for each of the characteristics. These values were summed and stipulated ranges from the result of the average between the sum of the weights and the sum of the total notes of the parameters. Both species present poorly defined taxonomy, small size and difficulty of recognition by non-specialists, which shows a disadvantage in the study of the species. However, these were used recurrently in the laboratory and with wide geographical distribution. *B. calyciflorus* was shown to be a good environmental bioindicator and *B. havanaensis* was rated as regular for eutrophic zones, and may be a good option for monitoring the presence of animal waste.

**Keywords:** environmental parameters, environmental pollution, rotifers, water quality.

<sup>1</sup> Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

\* *Autor correspondente:* Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Rua Manuel de Medeiros, 610-876, Dois Irmãos, Recife – PE. CEP: 52071-000. Email: [millagomes0410@gmail.com](mailto:millagomes0410@gmail.com)

## Resumo

Os dejetos de animais apresentam alta quantidade de nutrientes, podendo servir para fertilizante ou para geração energética. Quando dispostos incorretamente, causam prejuízos ao meio, podendo provocar eutrofização do ambiente aquático. Os bioindicadores são seres vivos que apresentam alterações etológicas, fisiológicas ou morfológicas face a modificações abióticas, podendo ser monitores hídricos. Este visa avaliar se *Brachionus calyciflorus* e *Brachionus havanaensis* podem ser consideradas bioindicadoras ideais para o monitoramento hídrico. O levantamento bibliográfico foi resumido num quadro para cada espécie. Depois, foi realizada análise qualitativa usando dez parâmetros pré-definidos, com pesos e notas variáveis. Estes resultados foram multiplicados gerando um indicador para cada uma das características. Estes valores foram somados e estipuladas faixas a partir do resultado da média entre a soma dos pesos e a soma das notas totais dos parâmetros. As duas espécies apresentam taxonomia pouco definida, tamanho pequeno e dificuldade de reconhecimento por não especialistas, o que mostra um desfavorecimento no estudo das espécies. Entretanto, estas foram usadas de forma recorrente em laboratório e com ampla distribuição geográfica. *B. calyciflorus* mostrou-se como um bom bioindicador ambiental e *B. havanaensis* foi classificada como regular para zonas eutróficas, podendo ser uma boa opção para monitorar a presença de dejetos de animais.

**Palavras chave:** parâmetros ambientais, poluição ambiental, qualidade das águas, rotíferos.

## Introdução

A água é de fundamental importância à vida dos seres vivos, serve para a manutenção da vida na Terra no consumo humano, dessedentação de animais e processos industriais, por exemplo (Silva e Pereira, 2019). A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938 (Brasil, 1981), surgiu com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar – caso necessário - a qualidade ambiental segura à vida para buscar a manutenção do equilíbrio ecológico. Diante disto, visto a necessidade de se ter um controle quanto ao uso da água, surgiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei nº 9.433 (Brasil, 1997), para direcionar a gestão integrada dos recursos hídricos, na esfera nacional e estadual.

Os problemas ambientais relacionados à água mostram-se presentes devido a ações de atividades antrópicas, como as atividades provenientes do setor industrial e agropecuário, dando origem a poluição ambiental hídrica (Alves *et al.*, 2013). Thompsom *et al.* (2008) relataram que o método tradicional de avaliação de qualidade de águas, onde utiliza-se apenas as características físico-químicas, foi sendo trocada por avaliações que envolvem também as características biológicas dos ecossistemas, ao longo dos anos.

De acordo com Candiotto (2019), um dos grandes fatores da contaminação de rios em ambiente rural é a deposição de dejetos de animais no solo, de forma exagerada ou incorreta. Às vezes, um agravante pode ser a localização dos chiqueiros, currais e/ou galinheiros, que são construídos em Áreas de Preservação Permanente (APP), como margem de rios. Segundo Gatiboni *et al.* (2019), os dejetos de animais apresentam elevada quantidade de nutrientes e possuem composição apropriada para serem utilizadas como fertilizantes em plantas. Entretanto, o uso deste de

maneira errada pode acarretar problemas ambientais graves. Um exemplo de impacto ambiental visto em corpos hídricos é a mudança na característica natural da água, causado pela elevada disponibilidade no meio do elemento químico Fósforo (P). Esta situação ocorre quando o solo recebe os dejetos de animais de forma contínua como fertilizantes, provocando o escoamento superficial para o rio, causando a eutrofização do ambiente aquático.

A avaliação da poluição de um rio pode ser realizada a partir do uso de bioindicadores, que são populações biológicas que podem demonstrar que há uma alteração na condição ambiental por meio de resposta etológica, fisiológica ou da dinâmica da população (Santos *et al.*, 2016). De acordo com Almeida *et al.* (2017), o uso de bioindicadores como biomonitor ambiental pode ser visualizada através da alteração na quantidade de animais e plantas devido a sensibilidade de espécies à agentes externos de poluição. Diante disso, visto a importância da água, o intuito deste trabalho é avaliar se as espécies *Brachionus calyciflorus* e *Brachionus havanaensis*, que são rotíferas, podem ser consideradas bioindicadores ideais para o monitoramento da qualidade ambiental de corpos hídricos.

### Metodologia

A primeira etapa do trabalho foi o método de estruturação do tipo “pesquisa bibliográfica” “consulta bibliográfica” (Marconi e Lakatos, 2010), sendo consultada algumas bases de dados como o Science Direct, Scholar Google e Scielo, seguindo o critério de inclusão os termos “dejetos de animais da pecuária” + “poluição ambiental”, “bioindicadores ambientais”, “poluição de corpos hídricos” + “dejetos de animais”, “impactos ambientais”, “rotíferos” + “*Brachionus*” e “zooplâncton” e critério de exclusão artigos sem relação com o tema. Foram coletadas informações das bibliografias consultadas e estas foram agrupadas em um quadro resumo para cada espécie, de forma a avaliar dez parâmetros e relatar se o organismo vivo estudado pode ser considerado um bioindicador ideal ou não. Quando a resposta do parâmetro não era encontrada para a espécie, foi preciso buscar características de forma mais geral, fazendo-se buscas pelos rotíferas ou zooplâncton.

Para saber o nível de contaminação do corpo hídrico, utiliza-se bioindicadores. Estes são manuseados como análise do possível impacto ambiental. Nesta pesquisa realizaram-se estudos sobre as espécies *Brachionus havanaensis* e *Brachionus calyciflorus*.

A segunda etapa consistiu na análise das espécies para saber se o bioindicador era ideal, a partir dos dez critérios apresentados por Neumann-Leitão, El-Deir (2009) e Johnson *et al.* (1993). Foi utilizada a metodologia de Pinheiro *et al.* (2015), onde os pesos variaram de 1 (baixa relevância), 2 (média relevância) e 3 (alta relevância), respectivamente (Tabela 1). Para os pesos atribuídos à cada critério, também foram dadas notas com valores de 1 (mínima representatividade), 2 (baixa

representatividade), 3 (média representatividade), 4 (boa representatividade) e 5 (excelente representatividade). A multiplicação entre o peso e a nota resultou no total. Posteriormente, foi somado o peso e o total de todos os parâmetros, respectivamente.

**Tabela 1.** Parâmetros para um bioindicador ideal.

	PARÂMETROS	Peso	Nota	Total
1	Atributos ecológicos devidamente estabelecidos	3		
2	Disposição geográfica	2		
3	Prontamente identificado por não especialistas	3		
4	Extenso ciclo de vida	2		
5	Existir de forma numerosa	1		
6	Taxonomia bem definida	3		
7	Apresenta movimentos restritos	3		
8	Ter pequena mutabilidade ecológica e gênica	2		
9	Ter possibilidade de uso em estudos de laboratório	1		
10	Ter preferencialmente tamanho grande	2		

Fonte: Pinheiro et al. (2015).

Foram estipuladas faixas a partir do resultado da média entre a soma dos pesos e a soma das notas totais dos parâmetros (Equação 1).

$$Mp = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i * n_i)}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde

Mp = Média ponderada

pi = Valor do peso

ni = Valor da nota

Para a qualificação do bioindicador, obteve-se faixas (Tabela 2) com o intuito de relatar se a espécie pode ser considerada uma boa ou má escolha como bioindicador ambiental.

**Tabela 2.** Faixas de classificação do bioindicador.

Valores	Classificação
4.1 a 5	Ótimo
3.1 a 4	Bom
2 a 3	Regular
2 <	Péssimo

## Resultados

### ***Bioindicadores ambientais em corpos hídricos***

Segundo Abrantes e Piroli (2019), os bioindicadores ambientais são seres vivos que alteram a fisiologia ou o comportamento decorrente de efeitos provenientes de poluentes presentes no meio. A utilização dos bioindicadores para a apreciação da qualidade da água é feita a partir da sensibilidade dos organismos ao aumento da carga de nutrientes e poluentes, o que pode permitir a identificação do aumento do grau de eutrofização do local, devido a ação antrópica (Santos *et al.*, 2016). Os bioindicadores apresentam respostas diferentes de acordo com a espécie observada e o tipo de poluente despejado, visto que cada um destes dispõe de uma vulnerabilidade particular (Nishiwaki *et al.*, 2017).

O zooplâncton é um relevante elemento para o processo dinâmico do ambiente aquático (Bastos *et al.*, 2010). Os seres que vivem ali são animais microscópicos que habitam os corpos hídricos (Macêdo *et al.*, 2016), alguns são indicadores de impactos ambientais, visto que reagem à inserção de poluentes nas águas, o que denota uma modificação do meio nos parâmetros físicos, químicos ou biológicos. O motivo pelo qual espécies que compõem o zooplâncton numa fase do ciclo de vida ou durante todo seu desenvolvimento pode ser como bioindicador é porque estas possuem o ciclo de vida curto, ampla sensibilidade a determinados poluentes e a existência em grande quantidade no meio aquático (Veado, 2008).

O trabalho de Santos *et al.* (2009) ressaltam que no zooplâncton há espécies importantes para estudos de impactos ambientais, porque apresentam rápida resposta às alterações da qualidade da água. A comunidade zooplanctônica é estruturada por organismos de diferentes táxons, sendo que os três grupos com maior representatividade são os copépodos, rotíferas e cladoceras (Silva *et al.*, 2020).

### ***Rotíferos como bioindicadores***

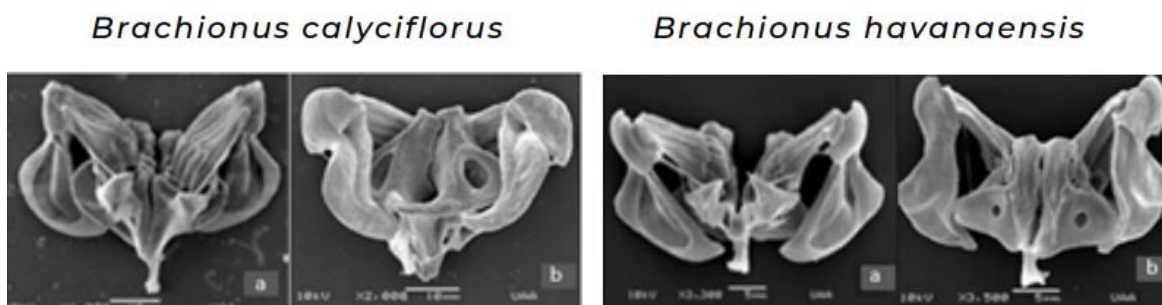
Os rotíferos são organismos zooplanctônicos encontrados em quase todos os corpos hídricos, estes possuem contribuição na cadeia alimentar, pela importância do seu papel na transferência de energia (Elser *et al.*, 1988). Estes têm uma importância devido a sua ampla reprodução e modificação da produção primária, consumido pelos produtores secundários, sendo capaz de originar até 30% da biomassa do plâncton (Andreoli e Carneiro., 2005). A duração do ciclo de vida dos rotíferos é determinada pela temperatura da água (Moreira *et al.*, 2001).

A vantagem dos rotíferos pode ser vista na presença em diversos ambientes com aumento de eutrofização, sendo utilizado como bioindicador (Oliveira *et al.*, 2015). Os rotíferos também apresentam importância por serem pequenos e de alto valor proteico, fator relevantes nas primeiras fases de vida dos peixes (Moreira *et al.*, 2001).

Foi percebida a relação da concentração de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica com a poluição de corpos hídricos por Jorge-Filho *et al.* (2014), onde registram-se que em meses com baixa precipitação, as rotíferas mostraram-se mais presentes devido a elevação da quantidade de sólidos totais e condutividade; o inverso também ocorreu em meses chuvosos, quando as rotíferas apresentaram-se em menor quantidade no momento que houve a diminuição da quantidade de sólidos totais e condutividade.

Os rotíferos podem ser classificados como seres oportunistas, visto que podem se adaptar às diversas situações ambientais, assim como também acarretam em um desequilíbrio na disposição da comunidade dos zooplânctons por causa da competição por alimentos (Meirinho e Pompêo, 2015).

Estudos apresentados por Ejsmont-Karabin (2012) e Eler *et al.* (2003) demonstraram que as espécies do gênero *Brachionus*, como as *B. calyciflorus* e *B. havanaensis* (Figura 1), são espécies bioindicadoras de ambientes eutrofizados.



**Figura 1.** Visão ventral (a) e dorsal (b) dos *Brachionus* s (Fonte: Guerrero-Jiménez *et al.*, 2015).

*Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766) e *Brachionus havanaensis* (Rousselet, 1911) pertencem a um gênero que é excelente indicador de águas eutróficas, sendo um dos relevantes gêneros que compõem o zooplâncton (Soares *et al.*, 2010). Este faz parte da Classe Rotatoria, da Subclasse Eurotratoria, Família Brachionidae (Vitório, 2006), que é encontrada com frequência na América do Sul (Brito *et al.*, 2011).

As espécies do gênero *Brachionus* possuem uma importância na cadeia alimentar dos corpos hídricos, pois são importante alimento de espécies ciclídeos (Abdel Aziz e Aboul Ezz, 2004). De acordo com o estudo realizado por Perbiche-Neves *et al.* (2012), o aparecimento de várias espécies *Brachionus* aponta que o ecossistema aquático está eutrofizado, sendo frequente o registro de *B. calyciflorus* e *B. havanaensis* (Galvão, 2014).



Quando bioindicador, *B. calyciflorus* com quantidades elevadas num corpo hídrico aponta que há alta carga de resíduos orgânicos no local, comprovando que no local existem nutrientes que denotam a eutrofização. Um ambiente encontrado com número em excesso da espécie *B. calyciflorus* representa que a quantidade de DBO, profundidade local e medidas hidrológicas são inversamente proporcionais (Vitório, 2006). Vale salientar que *B. calyciflorus* é uma espécie altamente indicada para águas poluídas (Silva, 2013).

Quando se fala da espécie *B. havanaensis*, esta também é considerada como indicadora de ambientes eutrofizados (Silva, 2013). De acordo com o estudo de Galvão (2014) em reservatórios da região semiárida tropical, a *B. havanaensis* é uma espécie considerada abundante neste meio estudado.

### **Observação das espécies**

As duas espécies apresentam uma taxonomia pouco definida, necessitando de mais observação e estudos referente a este tema. Além de serem espécies de tamanho pequeno, são de difícil reconhecimento por pessoas não especializadas no tema, o que mostra outra dificuldade sobre estes bioindicadores. No entanto, estas são espécies com uso recorrente em laboratórios e de ampla disposição geográfica, sendo encontradas em diversos ambientes aquáticos pelo mundo, o que facilita o seu uso.

Em relação à abundância da espécie *B. calyciflorus*, este aspecto mostra-se positivo, pois é a espécie mais encontrada em ambientes aquáticos. Os atributos ecológicos desta são pouco definidas, porém evidencia-se que estão em processo de busca pelos especialistas.

Na avaliação da espécie *B. havanaensis* (Quadro 2), mostrou-se mais difícil a obtenção de todos os dados. A dificuldade de encontrar estas informações deveu-se ao pouco estudo observado na literatura para esta espécie. É uma espécie que devido a estas limitações de estudos, as definições dos atributos ecológicos e da Taxonomia sejam ainda menos bem definidas que as da espécie *B. calyciflorus*.

Em relação a análise dos parâmetros (Tabela 3), a atribuição de notas seguiu de acordo com os aspectos encontrados nos quadros-resumo de cada espécie. Pode-se observar que o *B. calyciflorus* apresentou uma maior definição sobre os atributos ecológicos, uma abundância maior e uma taxonomia mais bem definida que o *B. havanaensis*, devido aos estudos que foram encontrados na literatura. De acordo com a nota atribuída para cada parâmetro por meio do que foi observado na literatura, a espécie *B. calyciflorus* é um bioindicador bom, já a espécie *B. havanaensis* está num nível de bioindicador regular.

**Quadro 1.** Resumo da avaliação dos parâmetros do *B. calyciflorus*.

Parâmetro	Detalhamento do parâmetro	Referência
Taxonomia bem definida	Não, apesar de ser a espécie provavelmente mais estudada em ecologia, a sua taxonomia permanece confusa. Muita da confusão é decorrente de sua grande variabilidade fenotípica.	Michaloudi <i>et al.</i> (2018)
Prontamente identificado por não especialistas	Não, as espécies de <i>Brachionus</i> mostram-se de difícil reconhecimento por não-especialistas.	Kim <i>et al.</i> (2018)
Disposição geográfica ampla	Sim, a espécie é tolerante e de ampla disposição geográfica.	Galvão (2014)
Existir de forma numerosa	Sim, entre onze espécies da comunidade rotífera mais abundantes encontradas no Rio Paraná, a espécie <i>B. calyciflorus</i> foi a terceira mais abundante com 219.76 org./m <sup>3</sup> .	Mantovano <i>et al.</i> (2015)
Ter pequena mutabilidade ecológica e gênica	Não, existem diferenças sistemáticas entre as espécies.	Michaloudi <i>et al.</i> (2018)
Tem preferencialmente um tamanho grande	Não, as rotíferas possuem tamanho pequeno. Enquanto o gênero <i>Asplanchna</i> é considerado grande com tamanho $\geq 310$ $\mu\text{m}$ na fase adulta, o <i>B. calyciflorus</i> é considerado pequeno por ter comprimento de 169-195 $\mu\text{m}$ .	Serra <i>et al.</i> (2019)
Apresenta movimentos restritos	Sim, os rotíferos apresentam baixa mobilidade de migração e de nadarem por vários metros.	Oliveira Neto (1993)
Extenso ciclo de vida	Os rotíferos possuem um dos mais curtos ciclos de vida dentre os zooplânctons.	Fersous e Muktadir (2009)
Dispõe de atributos ecológicos bem conhecidos	Não, a descrição original de <i>B. calyciflorus</i> necessita de detalhes.	Michaloudi <i>et al.</i> (2018)
Tem possibilidade de uso em estudos em laboratório	Sim, Serra <i>et al.</i> (2019) utilizaram amostras de <i>B. calyciflorus</i> em laboratório. O estudo de Xiang <i>et al.</i> (2017) faz análise comparativa de <i>B. calyciflorus</i> em laboratório.	Serra <i>et al.</i> (2019) / Xiang <i>et al.</i> (2017)



**Quadro 2.** Resumo da avaliação dos parâmetros do *B. havanaensis*.

Parâmetro	Detalhamento do parâmetro	Referência
Taxonomia bem definida	Não, a taxonomia dos rotíferos é pouco estudada.	Fontaneto <i>et al.</i> (2009)
Prontamente identificado por não especialistas	Não, as espécies de <i>Brachionus</i> mostram-se de difícil reconhecimento por não-especialistas.	Kim <i>et al.</i> (2018)
Disposição geográfica ampla	Sim, a espécie é tolerante e de ampla disposição geográfica. A <i>B. havanaensis</i> é uma espécie cosmopolita.	Galvão (2014) / Kutikova (2002)
Existir de forma numerosa	Sim, no reservatório de Poções foi possível observar a abundância numérica de <i>B. havanaensis</i> (31,94% ou 10.220 indivíduos), que fica localizado no semiárido paraibano.	Azevedo <i>et al.</i> (2015)
Ter pequena mutabilidade ecológica e gênica	Não, esta espécie exibe uma plasticidade fenotípica quando submetida a diferentes níveis de alimento, estresse predatória e mudanças de temperatura.	Garcia <i>et al.</i> (2007)
Tem preferencialmente um tamanho grande	Não, as rotíferas possuem tamanho pequeno.	Serra <i>et al.</i> (2019)
Apresenta movimentos restritos	Sim, os Rotíferas apresentam baixa mobilidade de migração e de nadarem por vários metros.	Oliveira Neto (1993)
Extenso ciclo de vida	Os rotíferos possuem um dos mais curtos ciclos de vida dentre os zooplanctons.	Fersous e Muktedir (2009)
Dispõe de atributos ecológicos bem conhecidos	Não, a riqueza de cunho ecológico dos rotíferos necessita de mais estudos em áreas litorâneas e estudos associados às macrófitas.	Joko (2007)
Tem possibilidade de uso em estudos em laboratório	Sim, González-Perez <i>et al.</i> (2016) utilizaram o <i>B. havanaensis</i> em laboratório para produzir o estudo. O <i>B. havanaensis</i> é utilizado em bioensaios.	González-Perez <i>et al.</i> (2016) / González-Pérez <i>et al.</i> (2018)

**Tabela 3.** Média ponderada dos parâmetros encontrados para *B. calyciflorus* e *B. havanaensis*.

Parâmetros	<i>Brachionus calyciflorus</i>			<i>Brachionus havanaensis</i>		
	Peso	Nota	Total	Peso	Nota	Total
Atributos ecológicos devidamente estabelecidos	3	3	9	3	2	6
Distribuição geográfica	2	5	10	2	5	10
Prontamente identificado por não especialistas	3	1	3	3	1	3
Extenso ciclo de vida	2	2	4	2	2	4
Existir de forma numerosa	1	5	5	1	4	4
Taxonomia bem definida	3	3	9	3	2	6
Apresenta movimentos restritos	3	5	15	3	5	15
Ter pequena mutabilidade ecológica e gênica	2	2	4	2	2	4
Ter possibilidade de uso em estudos de laboratório	1	5	5	1	5	5
Ter preferencialmente tamanho grande	2	2	4	2	2	4
Soma total	22		68	22		61
Média ponderada		3.1			2.8	

### Conclusões

Os bioindicadores são importantes para saber as condições ambientais referentes ao possível nível de poluição de um local. Estes podem auxiliar no monitoramento dos corpos hídricos afetados por dejetos de animais da pecuária, visto que as espécies *B. calyciflorus* e *B. havanaensis* são indicadoras de ambientes eutróficos.

A espécie *B. havanaensis* foi considerada como bioindicador regular da qualidade ambiental, apesar de não haver muitas informações e detalhamentos na literatura sobre a Biologia, Ecologia e Fisiologia. Percebeu-se a necessidade de realização de mais estudos sobre a espécie, visando aprofundar o grau de conhecimento científico a respeito de diversos aspectos relativos a esta, assim como o potencial uso para fins de bioindicação e biomonitoramento.

Já a espécie *B. calyciflorus* mostrou-se como um bioindicador bom para ambientes eutróficos. Observou-se que há estudos esclarecedores a respeito de aspectos relativos à Biologia, Ecologia e Fisiologia que são determinantes para um maior grau de conhecimento da interação desta espécie com parâmetros abióticos e biocenóticos do ambiente, facilitando a compreensão da reação desta à ambientes poluídos.

Os bioindicadores são essenciais para a bioindicação e o biomonitoramento do ambiente, mostrando-se importantes para a identificação da poluição proveniente de dejetos de animais neste meio. Necessita-se de estudos mais aprofundados acerca do tema, como também o auxílio de Políticas Públicas de incentivo.

A relevância do estudo sobre o tema em programas de pós-graduação ajuda como forma complementar a compreensão das problemáticas ambientais advindas de possíveis fatores impactantes, observando as consequências de atividades antrópicas neste meio e buscando maneiras mais eficientes do monitoramento ambiental. O presente artigo pretende ser um estudo inicial do uso de espécies para bioindicação e biomonitoramento, auxiliando a melhoria do gerenciamento dos recursos naturais.

### Referências bibliográficas

- Abdel Aziz, N. E., Aboul Ezz, S. M. (2004) The structure of zooplankton community in lake Maryout, Alexandria, Egypt. ISSN 1110-0354. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. **30**, 160-170.
- Abrantes, A. S. M., Piroli, E. L. (2019). A utilização de indicadores biológicos em pesquisas geográficas. *Revista Formação (online)*. **26**(47), 203-219. <https://doi.org/10.33081/formacao.v26i47.5537>
- Almeida, C. C. S., Barreto, T. N. A., Lira, E. B. S., Lorena, E. M. G., Santos, I. G. S., Bezerra, A. P. X. G. (2017) Bioindicators of Air Quality Species. *Revista Geama*. Recife, **3**(2), 94-102. ISSN 2447-0740.
- Alves, D. M., Lima, F. K. C., Nóbrega, C. C., Falcão, J. C., Araújo, E. S., Barros, H. L. F., Lima, A. S. M. (2013) Qualidade da água em rios urbanos: Um estudo de caso sobre o rio Tambay-Bayeux-Pb/Brasil. *Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. **8**(1), 21-31, ISSN 0718-378X.
- Andreoli, C. V., Carneiro, C. (2005) Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. **10**(2), Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522005000200001>
- Azevedo, D. J. S., Barbosa, J. E. L., Porto, D. E., Gomes, W. I. A., Molozzi, J. (2015) Biotic of abiotic factors: which has greater influence in determining the structure of rotifers in semi-arid reservoirs? *Acta Limnologica Brasiliensia*. **27**(1), 60-77. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2914>
- Bastos, R. K. X., Dornelas, F. L., Rios, E. N., Ruas, D. B., Okano, W. Y. (2010) Dinâmica da Qualidade da Água e da Comunidade Planctônica em Lagoas de Polimento. Estudo de Caso no Sudeste Brasileiro. *Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, **3**(1), 97-107. ISSN 0718-378X.
- Brasil (1981). *Lei n. 6.938 de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.
- Brasil (1997). *Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). Secretaria dos Recursos Hídricos. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília.
- Brito, S. L., Maia-Barbosa, P. M., Pinto-Coelho, R. M. (2011) Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. *Lakes and reservoirs: research and management*. **16**, 253-264. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2011.00484.x>
- Candiotto, L. Z. P. (2019) Conservação de recursos hídricos em unidades rurais familiares com produção de alimentos orgânicos no alto curso da bacia do rio Cotegipe, município de Francisco Beltrão – Paraná. *Caminhos da Geografia*. Uberlândia, Minas Gerais, **20**(69), 174-192. <https://doi.org/10.14393/RCG206941132>
- Ejsmont-Karabin, J. (2012) The Usefulness Of Zooplankton As Lake Ecosystem Indicators: Rotifer Trophic State index. *Polish Journal of Ecology*, **60**(2), 339-350.
- Eler, M. N., Pareschi, D. C., Espíndola, E. L. G., Barbosa, D. S. (2003) Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu-SP. *Boletim Técnico do CEPTA*. **16**, 41-56.
- Elser, J. J., Elser, M. M., Mckay, N. A., Carpenter, S.R. (1988) Zooplâncton – Mediated Transitions Between N. And P-Limited Algal Growth. *Limnology And Oceanography*. **33**(1), 1- 14. <https://doi.org/10.4319/Lo.1988.33.1.0001>
- Ferdous, Z.; Muktedir, A.K.M. (2009) A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. *American Journal of Applied Sciences*. **6**(10), 1815-1819.
- Fontaneto, D., Kaya, M., Herniou, E. A., Barraclough, T. G. (2009) Extreme levels of hidden diversity in microscopic

- animals (Rotifera) revealed by DNA taxonomy. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **53**, 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.04.011>
- Galvão, A. M. F. (2014) *A comunidade zooplanctônica como bioindicadora do estado trófico de reservatórios em região semiárida tropical*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 47 p.
- Garcia, C. E.; Chaparro-Herrera, D. J.; Nandini, S.; Sarma, S. S. S. (2007) Life-history strategies of *Bachionus havanaensis* subject to kairomones of vertebrate and invertebrate predators. *Chemistry and Ecology*. **23**(4), 303-313.
- Gatiboni, L. C., Nicoloso, R. S., Palhares, J. C. P. (2019) *Produção animal e recursos hídricos: tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos*. Brasília, DF, Embrapa.
- González-Perez, B. K., Sarma, S. Ss., Nandini, S. (2016) Effects of selected pharmaceuticals (ibuprofen and amoxicillin) on the demography of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus havanaensis* (Rotifera). *The Egyptian Journal of Aquatic Research*. **42**(3), 341-347.
- González-Pérez, B. K., Sarma, S. S. S., Castellanos-Páez, M. E., Nandini, S. (2018) Multigenerational effects of triclosan on the demography of *Platyonus patulus* and *Brachionus havanaensis* (ROTIFERA). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **147**, 275-282. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.08.049>
- Guerrero-Jiménez, G., Silva-Briano, M., Adabache-Ortiz, A., Hernández-Rodríguez, S. (2015) Ultra Structural Comparison of Trophi in Species of the Genus *Brachionus* Pallas, 1766 in Aguascalientes State, Mexico. *Natural Science*. **07** (09), 12 p. <https://doi.org/10.4236/ns.2015.79045>
- Johnson, R. K., Wiederholm, T., Rosenberg, D. M. (1993) Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall, 40-158.
- Joko, C. Y. (2007) *Morfologia, morfometria e distribuição das espécies de Brachionidae e Lecanidae (Rotifera) na planície de inundação do alto rio Paraná (MS/PR - Brasil)*. Dissertação. 83 f. Universidade Estadual de Maringá. Paraná.
- Jorge-Filho, S. J., Neumann-Leitão, S., Silva, T. A., Melo Júnior, M. (2014) Planktonic rotifers from a tropical estuary under high marine influence (Passos River, PE, Brazil). *Tropical Oceanography*, **42**(especial), 68-79.
- Kim, H., Lee, B., Han, J., Jeong, C., Hwang, D., Lee, M., Kang, H., Kim, P., Kim, H. O. (2018) The genome of the freshwater monogonont rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Molecular Ecology Resources*. **18**(3). <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12768>
- Kutikova, L. A. (2002) Rotifera. In: Fernando, C. H. (Ed.). A guide to tropical freshwater zooplankton. Leiden, Netherlands: *Backhuys Publisher*, 23-68.
- Macedo, I. M. E., Oliveira, F. H. P. C., Shinohara, N. K. S., Lira, O. O., Padilha, M. F. R. (2016) Effect of micronutrients on the zooplankton community. *Revista Geama*. **2**(4). ISSN 2447-0740.
- Mantovano, T., Arrieira, R. L., Schwind, L. T. F., Bonecker, C. C., Lansac-Tôha, F. A. (2015) Rotifer community structure along a stretch under the influence of dams in the Upper Paraná River floodplain. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, **37**(3), 281-289. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v37i3.27759>
- Marconi, M. De A., Lakatos, E. M. (2010) *Fundamentos da Metodologia científica*. 7ª ed. São Paulo: Atlas.
- Meirinho, P. A., Pompêo, M. (2015) *Histórico de estudos sobre a comunidade zooplanctônica do reservatório Rio Grande ao longo do tempo e sua heterogeneidade espacial*. In: Pompêo, M.; Moschini-Carlos, V.; Nishimura, P.; Cardoso-Silva, S. & Lopez-Doval, J. C. eds. Ecologia de reservatórios e interfaces. São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 460 pp.
- Michaloudi, E., Papakostas, S., Stamou, G., Neděla, V., Tihlaříková, E., Zhang, W., Declerck, S. A. (2018) Reverse taxonomy applied to the *Brachionus calyciflorus* cryptic species complex: Morphometric analysis confirms species delimitations revealed by molecular phylogenetic analysis and allows the (re)description of four species. *Plos One*. **13**(9), 1-25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203168>
- Moreira, H.L.M.; Vargas, L., Ribeiro, R.P.; Zimmermann, S. (2001) *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Canoas: Ed Ulbra.

- Neumann-Leitao, S., El-Deir, S. G. (2009) *Uso de bioindicadores no monitoramento da qualidade ambiental*. In: NEUMANN-LEITAO, S.; EL-DEIR, S. G. (org.). *Bioindicadores de qualidade ambiental*. 1. ed. Recife: Instituto Brasileiro Procidadania, 19-49.
- Nishiwaki, A. A. M., Pinheiro, S. M. G., Gusmão, L. O., Silva, E. C., Santos, A. F. M. S., El-Deir, S. G. (2017) Scarabaeidae family (Coleoptera) as potential environmental quality bioindicador. *Revista Geama*. Recife, **3**(2), 68-77.
- Oliveira Neto, A. L. (1993) *Estudo da variação da comunidade zooplânctônica, com ênfase na comunidade de rotíferos, em curtos intervalos de tempo (variações diárias e nictemerais) na represa do Lobo (Broa), Itirapina, SP*. Dissertação (Mestrado de Zoologia), Universidade de São Paulo. 74 pp.
- Oliveira, T. B., Silva, T. A., Terra Nova, L. S. (2015). Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. **3** (1), 65-76. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2015.3.1.65-76>
- Perbiche-Neves, G., Serafim-Júnior, M., Portinho, J. L., Shimabukuro, E. M., Ghidini, A. R., Brito, L. (2012). Effect of Atypical Rainfall on Lotic Zooplankton: comparing downstream of a reservoir and tributaries with free stretches. *Tropical Ecology*. **53**(2), 149-162.
- Pinheiro, S. M. G., Gonçalves, M. D. L. A., Moreira, E. (2015) *Espécie vegetais do bioma caatinga com potencial como bioindicador da qualidade ambiental*. In: II WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA SEMIÁRIDO, 1, Campina Grande. *Anais*. **2**(1), 1-7.
- Santos, M. F., Silva, M. S. G. M., Ishikawa, M. M., Losekann, M. E., Zambon, G. V (2016). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água em viveiros escavados com produção de tilápia. In: *10º CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – CIIC*, Campinas. 1 - 9.
- Santos, T. G. D., Gusmão, L. M. O., Neumann-Leitão, S., Cunha, A. G. (2009) Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá-PE. *Revista Brasileira Engenharia de Pesca*. **4**(1), 44-56. DOI: 10.18817/repesca.v4i1.129.
- Serra, M., Carmona, M. J., García-Roger, E. M., Ortells, R. (2019) Sobrevivir a la incertidumbre – Biodiversidade, adaptación y fluctuación em rotíferos. *Métode: Revista de difusió de la investigació*. ISSN: 2171-911X, **4**(103), 55-63. <https://doi.org/10.7203/metode.10.14398>
- Silva, J. F. A., Pereira, R. G. (2019) Panorama global da distribuição e uso de água doce. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, **10** (3), 263-280. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0023>
- Silva, L. J. G., Silva, M. B., Fraga, R. E., Anjos, M. S., Rocha, C. V. S., Santos, S. P., Rocha, M. A. (2020) Amebas testáceas (Arcellinida e Euglyphida) em dois biótopos de um corpo aquático temporário contaminado por dejetos orgânicos: novas ocorrências para o estado da Bahia. *Scientia Plena*. **16**(6). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.068001>
- Silva, L. T. D. (2013) *Zooplâncton Como Indicador De Estado Trófico Em Reservatórios No Semiárido*. Dissertação. 67 f. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.
- Soares, M. C. S, Lüring, M., Huszar, V. L. M. (2010) Responses of the rotifer *Brachionus calyciflorus* to two tropical toxic cyanobacteria (*Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa*) in pure and mixed diets with green algae. *Journal of Plankton Research*, Oxford. **32**(7), 999–1008. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq042>
- Veado, L. (2008) *Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton do Baixo Estuário do Rio Itajaí-Açu, SC*. [Dissertação de Mestrado]. Itajaí (SC): Universidade do Vale do Itajaí.
- Vitório, U. S. R. (2006) *Rotíferos (Rotatória) como indicadores da qualidade ambiental da Bacia do Pina, Recife (PE – Brasil)*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. 87 pp.
- Xiang, X., Wang, X., Tao, Y., Jiang, R.; Ke, L.; Xi, Y. (2017) Comparative Studies on Population Growth of Two *Brachionus calyciflorus* Sibling Species. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. **87**, 369-376. <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0613-y>