



PEQUENAS AÇÕES GERAM RESULTADO: um estudo de caso com foco em macroinvertebrados bentônicos

Maria Clara Cornélio Luz

1

Danielle Maria Rocha²

Jéssica Soares de Souza³

Elisa de Pinho Barroso Mesquita⁴

Patrícia Pereira Gomes⁵

Grazielle Wolff de Almeida Carvalho⁶

Recursos hídricos e qualidade da água

Resumo

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos considerados bioindicadores da qualidade da água, além de serem uma alternativa barata para obter esses resultados. Diante disso, foram realizados estudos baseados na comunidade de macroinvertebrados em um ponto do Rio Bom Sucesso, do município de Guanhães, onde houve um extravasamento de esgoto no interceptador. Assim, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), realizou obras para conter o vazamento, que além de poluir o leito, também causou um grande mau cheiro na região. Portanto, para analisar a eficácia das obras e a conclusão do que se propõem, foram realizadas duas amostragens de macroinvertebrados no ponto próximo ao interceptador. A primeira ocorreu em 2023, quando o vazamento ainda era constante, e a segunda em 2024, quando já haviam se iniciado as obras do SAAE. Desse modo, a partir das análises da comunidade de macroinvertebrados coletados em ambos anos, foi possível perceber que houve uma mudança nesse período de tempo, havendo o aumento tanto da abundância, quanto da diversidade de táxons presentes no ambiente.

Palavras-chave: Bioindicadores; Limnologia; Impactos ambientais.

¹ Aluna do Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, mariaclara.cluz@gmail.com.

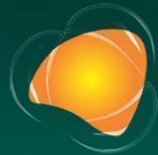
² Aluna do Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, daniellemariarochoa2000@gmail.com.

³ Aluna do Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, jessicasoaresss50@gmail.com.

⁴ Assessora de Gestão Ambiental do Serviço Autônomo de Água e Esgoto - Setor de Operação, Manutenção, elisapbm@hotmail.com.

⁵ Prof. Dra. do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, patricia.pereira@ifmg.edu.br.

⁶ Prof. Dra. do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, graziele.wolff@ifmg.edu.br.



INTRODUÇÃO

Sabe-se que o mundo atual tem enfrentado grandes problemas relacionados à crise hídrica. Por mais que o planeta Terra seja composto por 75% de água, ainda existem populações que sofrem com a escassez desse recurso, e esse problema cresce mais a cada ano. Diante disso, o mundo como um todo tem pensado em formas de preservar os recursos hídricos disponíveis, principalmente os dulcícolas, que correspondem a apenas 2,6% desse valor (Venancio *et al.*, 2015).

Devido ao crescente aumento da população e industrialização, a poluição dos recursos naturais se torna recorrente, incluindo os ambientes aquáticos (Venancio *et al.*, 2015). Um dos tipos de poluição mais observado, é o acúmulo de dejetos em rios e lagos, o que causa um aumento excessivo de matéria orgânica que prejudica toda a biodiversidade local e a qualidade da água (Queiroz; Dias, 2023). Ocasionalmente, o despejo de esgoto em áreas hídricas pode ser realizado pelos próprios moradores locais, por falta de consciência acerca da problemática, por empresas, ou por falhas em sistemas de interceptação.

Diante dos problemas envolvendo a poluição de recursos hídricos, e a dependência humana pela água, é necessário buscar formas de evitar a sua contaminação, bem como realizar o devido monitoramento. Costa, Silva & Linares (2024) ressaltam os crescentes impactos nos recursos hídricos, afetando o equilíbrio ecológico e a própria humanidade, fazendo-se necessário realizar intervenções e monitoramentos dos ambientes aquáticos. Já Callisto *et al.* (2019) afirma que o uso de indicadores biológicos para determinar a qualidade da água é extremamente necessário, por ser mais esclarecedor que quando utilizadas apenas análises físico-químicas. Desse modo, os macroinvertebrados bentônicos se apresentam como importantes bioindicadores da qualidade da água por uma série de motivos, tais como a sua ampla distribuição nos ecossistemas aquáticos, grande variedade de táxons, os quais apresentam diferentes reações aos impactos, possibilitando que as alterações antrópicas sejam facilmente visualizadas, além de apresentarem um ciclo de vida consideravelmente longo, o que permite a realização de análises com uma maior veracidade temporal (Callisto *et al.*, 2019). O autor



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

supracitado ainda diz que a compreensão das respostas dadas pela comunidade de macroinvertebrados bentônicos, é possível pois essa comunidade apresenta táxons

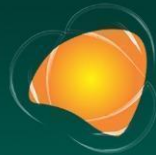
categorizados em três níveis de tolerância aos impactos ambientais: os resistentes, que apresentam adaptações que lhes permite sobreviver em ambientes poluídos e, dessa forma, não precisam de ambientes muito preservados para sobreviverem; os tolerantes, que suportam um nível moderado de poluição; e os sensíveis, que sobrevivem apenas em locais bastante preservados, com nenhum ou baixíssimos níveis de poluição. Dessa forma, a presença, quantidade e distribuição dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados pode indicar a proporção de impactos ambientais em um ecossistema e sua bacia de drenagem (Holt, 2010).

Além das respostas provenientes da análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, também é essencial analisar as características físicas e químicas da água, visto que esses parâmetros também afetam a diversidade dos macroinvertebrados, bem como a qualidade da água.

Dentro dessa temática, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) da cidade de Guanhães-MG tem trabalhado para fornecer água de qualidade para a população do município. Todavia, foi identificado um extravasamento de esgoto em um interceptor do Córrego Bom Sucesso (Figura 1), devido a um entupimento da rede, que começou no ano de 2021, gerando mau cheiro e contaminação do leito. Para solucionar esse problema, o SAAE realizou diversos atendimentos e deu início à uma obra para manutenção do interceptor.



Figura 1: Interceptador do Córrego Bom Sucesso. Fonte: SAAE



Desse modo, o presente estudo teve como objetivo analisar o impacto do extravasamento de esgoto no Córrego Bom Sucesso nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos, e analisar a eficácia das obras para contê-lo sobre a estrutura dessa comunidade.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Coletas para o monitoramento da qualidade da água na sub-bacia do Ribeirão Graipú dentro do município de Guanhães-MG (Figura 2), vêm sendo realizadas desde o ano de 2022, a partir de uma parceria entre o IFMG - *Campus* São João Evangelista e o SAAE de Guanhães. No presente estudo, foram analisados os resultados de duas das coletas realizadas dentro desse projeto de monitoramento, separadas por um espaço temporal de aproximadamente um ano. O ponto escolhido para a análise deste trabalho pertence ao rio Bom Sucesso, cujas coordenadas são 717878; 7922737 (Figura 3), o qual foi interceptado em outubro de 2005, porém com vazamento identificado no ano de 2021. A primeira coleta ocorreu no dia 05 de maio de 2023, quando o extravasamento ainda estava acontecendo. Já a segunda coleta foi realizada em 18 de abril de 2024, quando as obras já haviam iniciado.

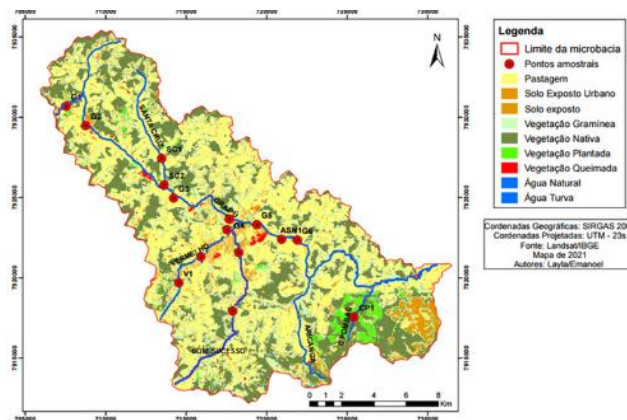


Figura 2: Mapa da sub-bacia do Ribeirão Graipú. Fonte: as autoras.



Figura 3: Ponto próximo ao extravasamento de esgoto em 2023 (à esquerda) e em 2024 (à direita). Fonte: as autoras

Amostragem

A amostragem dos macroinvertebrados bentônicos foi realizada com uma rede em D com malha de 250 μm , que é ideal para coletar esses animais em áreas rasas. Foram coletadas três amostras no ponto, tanto em 2023 quanto em 2024, totalizando seis amostras, que foram transferidas para sacos plásticos e fixadas em álcool etílico 70%. Além das amostras de macroinvertebrados, também foram coletadas amostras de água para as análises físicas e químicas. Os resultados de oxigênio dissolvido (OD), temperatura e pH foram verificados *in situ* por meio de uma sonda da marca AKSO e modelo AK87, para a análise de OD, e do modelo AK88, para análises de pH e temperatura. Amostras da água também foram coletadas para serem levadas ao laboratório do *Campus* para realizar as análises de fósforo total (PT).

Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório para serem lavadas em peneiras metálicas, sendo conservadas em álcool 70% e refrigeradas. Em seguida, os macroinvertebrados encontrados foram triados com o auxílio de um microscópio estereoscópio, conforme o protocolo



Dando seguimento ao processo de triagem, todos os macroinvertebrados encontrados foram identificados utilizando as chaves dicotômicas elaboradas por Hamada, Nessimian & Querino (2014) e por Mugnai, Nessimian & Baptista (2009). Após a identificação dos macroinvertebrados, a riqueza e abundância dos táxons encontrados foi analisada por meio de índices ecológicos: riqueza e diversidade (Shannon), dominância (Simpson) e equitabilidade (Pielou). Os valores de diversidade das duas coletas foram comparados por meio do teste t de Hutcheson. Além disso, também foram utilizados os índices bióticos *Biological monitoring working party score system* (BMWP) e *Biological monitoring working party score system/average score per taxon* (BMWP/ASPT) para avaliar as famílias de macroinvertebrados bentônicos considerando seu grau de tolerância à poluição orgânica (Junqueira *et al.*, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram diferenças entre as duas coletas, tanto em relação à comunidade de macroinvertebrados bentônicos, quanto aos aspectos físico-químicos. O que evidencia a importância da interceptação e posterior tratamento dos efluentes para a qualidade da água dos ecossistemas aquáticos. No total foram coletados 3300 macroinvertebrados bentônicos, classificados em 17 táxons. A partir da análise dos táxons de macroinvertebrados encontrados (Tabela 1), pode-se notar que houve alteração significativa na comunidade de macroinvertebrados do trecho analisado. Observou-se um aumento na riqueza taxonômica, já que na coleta de 2023 foram encontrados apenas 6 grupos taxonômicos, enquanto em 2024 essa quantidade subiu para 15. A diversidade também apresentou um aumento significativo, saindo de 0,1684 para 0,5703. Também pode-se observar a presença de mais grupos tolerantes, como Libellulidae (Odonata), famílias de Hemiptera e outras famílias de Coleoptera. As diversidades foram significativamente diferentes de acordo com o teste Hutcheson, que apresentou um valor de -8,3512, sendo o seu valor de confiabilidade (p) igual a 4,04E-16.

É possível inferir que em um intervalo de um ano houve uma maior proporção entre os grupos



Chironomidae, classificada como resistente aos impactos antrópicos, obteve uma grande dominância nas amostras em relação aos demais táxons. Embora na segunda coleta a abundância de Chironomidae também tenha sido alta, houve uma maior diversidade de táxons após as ações da SAAE para reparar o vazamento no interceptor.

Tabela 1. Índices ecológicos observados nos anos de 2023 e 2024..

ÍNDICES ECOLÓGICOS		
	P(2023)	P(2024)
Riqueza	6	15
Diversidade Shannon	0,1684	0,5703
Dominância	0,9441	0,7797
Equitabilidade	0,094	0,2106

Também foi utilizado, o índice biótico BMWP, adaptado para a bacia do Rio Doce, que permite classificar um corpo hídrico com base em aspectos de presença de ausência de táxons, que possuem diferentes valores de peso conforme a tolerância a impactos. Com base na análise obtida a partir desse índice (Tabela 2), pode-se notar que em 2023 o ponto obteve um resultado de qualidade de água péssimo, enquanto no ano seguinte a pontuação foi alterada positivamente para uma qualidade regular. Ademais, o índice BMWP/ASPT, também contemplado neste trabalho, pois diferente do anterior, gera uma maior proporcionalidade na pontuação com base na quantidade de grupos encontrados (Junqueira et al., 2018). Nesse índice, ambos os pontos receberam o *status* de qualidade da água ruim. Apesar disso, é inegável que entre as duas coletas houve um aumento na diversidade, inclusive o aumento de grupos tolerantes.

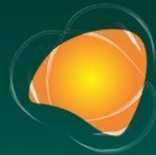


Tabela 2: Resultados dos índices BMWP e BMWP/ASPT observados nos anos de 2023 e 2024 .

	BMWP		BMWP_ASPT	
	Pontuação	Qualidade da água	Pontuação	Qualidade da água
P(2023)	19	Péssima	3,17	Ruim
P(2024)	45	Regular	3,46	Ruim

Os resultados observados podem ser explicados pelas variações das características da água no ponto analisado (Tabela 3). É possível observar um leve aumento do na concentração de oxigênio dissolvido (OD) após o início das obras de reparo do interceptor. A variação na concentração do fósforo total (PT) entre os anos, também evidencia que o extravasamento do interceptor realmente foi minimizado, já que o fósforo é um dos principais indicadores químicos de contaminação por efluentes domésticos (Fonseca, 2021).

Tabela 3.
das análises físico-
observados nos anos
2024.

	Temperatura	pH	OD	PT
P(2023)	19,00°	6,4	3,4	0,124
P(2024)	18,20 ^a	6,9	3,9	0,078

Resultados
químicas
de 2023 e



EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

De acordo com os resultados obtidos, é possível inferir que as obras realizadas pelo SAAE para conter o extravasamento de esgoto do interceptor do rio Bom Sucesso estão sendo eficazes. Isso é perceptível pelas evidentes diferenças nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos, com

aumentos significativos na diversidade biológica bem como na abundância de táxons tolerantes à poluição, cuja representatividade foi bastante escassa na coleta que ocorreu quando o extravasamento ainda acontecia.

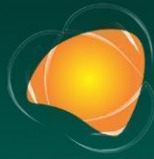
É importante ressaltar, contudo, que apesar das obras realizadas para melhorar a qualidade de água, dificilmente o ponto analisado obterá resultados de qualidade de ambientes com alta preservação, contendo grupos taxonômicos bastante sensíveis, como Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. O que é justificável, porque o ponto se encontra em um riacho urbano, com diversas construções ao seu redor, sem fatores importantes como a mata ciliar e meso-habitats específicos para a ocorrência desses seres mais sensíveis, o que também implica em pontuações do BMWP de baixas a médias. Apesar disso, a obra cumpre com a sua função de evitar o extravasamento de esgoto e melhorar a qualidade do corpo hídrico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) da cidade de Guanhães_MG, pela concessão de bolsas de pesquisa e pelo financiamento do projeto de pesquisa em parceria com o IFMG *Campus* de São João Evangelista. Também agradeço a toda a equipe do Laboratório de Ecologia que ajudou no processo de pesquisa descrito neste trabalho e em tantos outros.

REFERÊNCIAS

CALLISTO, M.; MACEDO, D. R.; CASTRO, D. M. P. de; ALVES, C. B. M. **Bases Conceituais para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas**. Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais, 2019. Disponível em: https://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_bases/Callisto_etal_2019_Bases_conceituais.pdf. Acesso em: 02 set. 2024.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS**

COSTA, E.; SILVA, J. G. M. da; LINARES, M. S. Macroinvertebrados bentônicos como

bioindicadores de qualidade da água em um cenário de mudanças climáticas: uma revisão sistemática.

Revista Espinhaço, [S. l.], v. 13, n. 1, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.10700733. Disponível em:

<https://revistas.ufvjm.edu.br/revista-espinhaco/article/view/313>. Acesso em: 4 ago. 2024.

FONSECA, E. K. B. **Avaliação da contaminação e interferência antropogênica através da análise de fósforo em sedimentos superficiais da bacia hidrográfica do rio Japarutuba.**

Universidade Federal de Sergipe (UFS), 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/15661>.

Acesso em: 06 set. 2024.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira:**

taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: Editora do Inpa, 2014. 723 p.

HOLT, E. A.; MILLER, S. W. Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts.

Nature Education Knowledge, v. 3, n. 10, p. 8, 2010.

JUNQUEIRA, M. V. *et al.* Índices bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais –

síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do alto rio doce. **Revista Brasileira de Ciências**

Ambientais (Online), n. 49, p. 15–33, set. 2018. Disponível em:

<https://distantreader.org/stacks/journals/publicacoesrbciamb/publicacoesrbciamb-38.pdf>. Acesso em:

04 set. 2024.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F.. **Manual de identificação de**

macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. [S. L.]: Technical Books, 2009. 174 p.

QUEIROZ, M. T. A.; DIAS, E. V.. Análise da qualidade da água do Rio Piracicaba, Minas Gerais,

Brasil. **Inovae: Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, [S. l.], v. 11, n. 1, p.

632-650, 13 dez. 2023. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/2994>. Acesso em: 04 ago. 2024.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Protocolo de Coleta Preparação de Amostras**

de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Jaguariúna: EMPRAPA, 2004. 7 pp. (Comunicado

Técnico 19). Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14553/protocolo-de-coleta-e-preparacao-de-amostras-de-macroinvertebrados-bentonicos-em-riachos)

[/publicacao/14553/protocolo-de-coleta-e-preparacao-de-amostras-de-macroinvertebrados-bentonicos-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14553/protocolo-de-coleta-e-preparacao-de-amostras-de-macroinvertebrados-bentonicos-em-riachos)

[em-riachos](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14553/protocolo-de-coleta-e-preparacao-de-amostras-de-macroinvertebrados-bentonicos-em-riachos). Acesso em: 05 ago. 2024.

VENANCIO, D. F. V.; SANTOS, R. M.; CASSARO, S.; PIERRO, P. C. C.. A Crise Hídrica e sua

Contextualização Mundial. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 11, n. 22, 2015. Disponível em:

<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1356>. Acesso em: 4 ago. 2024.