



# ANÁLISE DE METAIS PESADOS NAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ: UMA PESQUISA DE FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS

Natalia Frimmel Gavino<sup>1</sup>, Sara Yasmim Estaianov Melo<sup>2</sup>, José Eduardo Gonçalves<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. frimmelnatalia@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. saraestaianov91@gmail.com

<sup>3</sup>Orientador, Doutor, Docente no Curso de Biomedicina, UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. [jose.goncalves@unicesumar.edu.br](mailto:jose.goncalves@unicesumar.edu.br)

## RESUMO

A contaminação por metais pesados representa uma das principais ameaças aos ecossistemas aquáticos e à saúde humana, especialmente em regiões impactadas por atividades urbanas, industriais e agrícolas. Este trabalho tem como objetivo identificar, determinar e quantificar a presença de metais pesados na bacia hidrográfica do rio Pirapó (PR), por meio da análise de amostras de água, sedimentos e tecidos de peixes. As coletas serão realizadas em seis pontos estratégicos da bacia, previamente selecionados com base em diferentes níveis de interferência antrópica. Serão mensurados parâmetros físico-químicos in situ, e as amostras serão processadas em laboratório para digestão ácida, seguindo protocolos padronizados, e analisadas por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES). Serão avaliados elementos como cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), zinco (Zn) e arsênio (As). Espera-se identificar padrões de distribuição espacial dos contaminantes, bem como níveis de bioacumulação nos organismos aquáticos, especialmente peixes, que são bioindicadores importantes da qualidade ambiental. Os resultados devem contribuir para a caracterização do grau de poluição da bacia e para a compreensão da dinâmica ecológica e toxicológica associada aos metais traço. Além disso, os dados poderão subsidiar políticas públicas de controle ambiental, orientar práticas sustentáveis de uso do solo e promover ações de educação ambiental voltadas à conservação dos recursos hídricos. O estudo também visa contribuir com a formação acadêmica e científica na área de Ciências Ambientais, além de gerar subsídios para publicações técnicas e apresentação em eventos científicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** ecossistema; meio ambiente; recursos hídricos; peixes; poluição ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água doce de qualidade é um fator-chave para a sustentabilidade ecológica e o bem-estar humano, sendo essencial para o consumo, agricultura, indústria e conservação dos ecossistemas aquáticos. No entanto, a crescente pressão sobre os corpos d'água, sobretudo em países em desenvolvimento, compromete sua qualidade e disponibilidade (Alves *et al.*, 2008; Debnath *et al.*, 2021).

O avanço da urbanização, a expansão agrícola e a industrialização têm contribuído para a poluição hídrica, frequentemente intensificada pela ausência de políticas públicas eficazes e pela escassez de investimentos em saneamento básico (Alves *et al.*, 2008). O descarte inadequado de resíduos sólidos e líquidos, aliado ao uso intensivo de combustíveis fósseis e materiais eletrônicos, resulta na liberação de compostos potencialmente tóxicos nos ecossistemas aquáticos (Leite *et al.*, 2024; Khan *et al.*, 2021).

Embora mais de 11 milhões de substâncias químicas sejam conhecidas, apenas uma fração delas é regulada por normas de potabilidade, o que agrava a exposição da população a compostos nocivos, como os metais pesados (Fontenelle *et al.*, 2010).

Esses metais apresentam propriedades que os tornam especialmente perigosos: são persistentes, não se degradam, acumulam-se nos organismos e podem se biomagnificar ao longo das cadeias tróficas, gerando efeitos adversos mesmo em ecossistemas distantes



de sua origem (Sheikzadeh; Hamidian, 2021). A avaliação da contaminação pode ser feita por meio de bioindicadores, organismos que respondem a alterações ambientais em níveis genômico, bioquímico, fisiológico ou ecológico (Leite *et al*, 2020).

A presença de metais pesados em ambientes aquáticos representa uma das principais ameaças à saúde ambiental e humana, devido à sua toxicidade, persistência no ambiente, capacidade de bioacumulação e potencial de biomagnificação ao longo da cadeia alimentar. Mesmo em baixas concentrações, elementos como chumbo, mercúrio, cádmio, cromo e níquel podem desencadear efeitos crônicos nos organismos aquáticos, afetando a biodiversidade e a qualidade dos recursos hídricos utilizados para abastecimento público, irrigação e pesca (Mwalikenga *et al*, 2020).

No ambiente aquático, peixes são frequentemente utilizados para avaliar a bioacumulação de metais. Metais como Hg, Cd e Pb tendem a se acumular em diferentes tecidos, como músculos, fígado, rins e brânquias, dependendo de suas propriedades químicas e da qualidade da água (Moiseenko *et al*, 2020). Fatores como pH, salinidade, concentração de íons e presença de matéria orgânica influenciam diretamente na biodisponibilidade desses metais, afetando a sua absorção pelos organismos (Toro *et al*, 2001).

A exposição prolongada pode provocar alterações morfológicas e bioquímicas, disfunções metabólicas, produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs) e estresse oxidativo. Além disso, metais como Al, Cd, Cu e Pb atuam como disruptores endócrinos, interferindo na sinalização hormonal e representando riscos reprodutivos aos organismos aquáticos (Paschoalini *et al*, 2018).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio Pirapó possui uma área aproximada de 5.096,86 km<sup>2</sup> e abrange, total ou parcialmente, 33 municípios do Estado do Paraná. A população residente em sua área de abrangência é estimada em cerca de 950 mil habitantes (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2020). O rio Pirapó nasce no município de Apucarana, a uma altitude de 863 metros, e percorre 168 km até desaguar no rio Paranapanema, no município de Jardim Olinda, a 321 metros de altitude (Da Graça; Silveira, 2020).

Considerando a relevância da Bacia do Rio Pirapó para o abastecimento hídrico regional e os potenciais riscos ambientais decorrentes das atividades antrópicas, foram selecionados pontos amostrais distribuídos em diferentes setores da bacia hidrográfica. A escolha desses pontos visou representar áreas com diferentes níveis de uso e ocupação do solo, bem como distintos graus de susceptibilidade à contaminação por metais pesados, além proporcionar uma compreensão mais abrangente da dinâmica de bioacumulação espaço temporal nos compartimentos ambientais. A **Tabela 1**, apresenta a localização geográfica e a descrição dos pontos utilizados para a coleta de amostras de água, sedimento e organismos aquáticos.

**Tabela 1.** Identificação e caracterização dos pontos amostrais na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó.

| Ponto | Característica do Ambiente                                | Coordenadas UTM (Fuso 22J)  |
|-------|---|-----------------------------|
| P1    | Nascente do rio Pirapó, Distrito de Pirapó, Apucarana, PR | 23°33'27.59"S 51°31'29.80"O |
| P2    | Localizado próximo à BR 369.                              | 23°27'13.04"S 51°33'20.57"O |



|           |  |                             |
|-----------|--|-----------------------------|
| <b>P3</b> | Localizado próxima à captação de água da Sanepar, Maringá, PR. | 23°19'24.89"S 51°50'1.61"O  |
| <b>P4</b> | Localizado próxima a PR 454, entre Maringá e Iguaraçu.         | 23°18'16.78"S 51°53'37.05"O |
| <b>P5</b> | Localizada próximo a ponte da PR 463, Paranacity, PR.          | 22°54'31.61"S 52° 5'40.70"O |
| <b>P6</b> | Localizado próximo a foz com o rio Paranapanema.               | 22°33'3.47"S 52° 1'41.94"O  |

Fonte: elaborado pelo autor.

## 2.2 AMOSTRAS E COLETAS

As amostras de água, peixe e sedimentos serão obtidas dos pontos de coleta pré-estabelecidos, estas serão coletadas nos 6 pontos citados na tabela, acondicionadas em caixa térmica para transporte até o laboratório, onde serão armazenadas em freezer a -4 °C para não haver degradação até o momento do processamento e da análise.

Antes da coleta das amostras de água, serão mensuradas as variáveis abióticas, como temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e turbidez, utilizando uma sonda multiparâmetro Horiba U52. Em seguida, serão coletados 3 litros de água da superfície com o auxílio de garrafas de polietileno estéreis. A coleta das amostras será realizada de acordo com as diretrizes do Manual de Procedimentos de Coleta e Preservação de Amostras da USEPA, com cuidados específicos para evitar contaminações cruzadas.

## 2.3 METODOLOGIA DE PREPARO E PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

A metodologia utilizada será estabelecida conforme Leite *et al.*, (2024). As amostras de sedimento devem ser homogeneizadas e secas em estufa com a temperatura média de 40 °C até gerar uma massa constante. Após esse processo as amostras serão pulverizadas com a utilização de almofariz e pistilo de porcelana. Na sequência, serão peneiradas com a utilização de um agitador de peneiras eletromagnético e peneira granulométrica de malha 62 µm, onde as fases de maior granulometria como cascalhos e areia serão descartadas. As amostras com sedimento peneirado serão acondicionadas em sacos plásticos até o momento da extração dos metais.

Após o descongelamento, 2 mL de água e 300 mg de cada tipo de amostra (sedimento e tecido de peixe) serão digeridos utilizando misturas de reagentes inorgânicos na proporção de 1:3 de HNO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em um acessório e digestor alternados com forno de micro-ondas (DGT 100 Plus, Provecto Analítica, São Paulo, Brasil). O programa utilizado será o seguinte: 1ª etapa: 2 min a 200 W, 2ª etapa: 8 min a 400 W e 3ª etapa: 10 min a 600 W. As concentrações dos elementos crômio (Cr), ferro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), cádmio (Cd), e chumbo (Pb) foram determinadas utilizando um espectrômetro de emissão óptica empregando plasma de argônio indutivamente acoplado (ICP-OES) iCAP PRO XP, Thermo Fisher. Para a análise será preparado uma curva de calibração nas seguintes concentrações: 0,01 mg L<sup>-1</sup>, 0,05 mg L<sup>-1</sup>, 0,5 mg L<sup>-1</sup>, 0,8 mg L<sup>-1</sup> e 1 mg L<sup>-1</sup> a partir de um padrão puro de cada metal analisado. Para eliminar o efeito de matriz, será utilizado uma solução aquosa com 5 % de ácido nítrico e peróxido de hidrogênio como branco.

## 2.4 SOLVENTES, PADRÕES E ANÁLISES

Todos os padrões, solventes e reagentes utilizados no trabalho são de grau analítico ou adequados ao método espectrofotométrico. Todas as soluções aquosas utilizadas neste estudo foram preparadas com água ultra purificada obtida a partir do sistema de ultrapurificação Satorius Arium® Mini Ultrapure Water System.



### 3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que este estudo contribua significativamente para o avanço científico na área, fornecendo dados inéditos e metodologicamente robustos sobre a presença e distribuição de metais pesados nos compartimentos água, sedimento e biota da bacia hidrográfica do Rio Pirapó. A geração dessas informações permitirá aprofundar a compreensão sobre os processos de contaminação e bioacumulação, subsidiando futuras pesquisas acadêmicas e tecnológicas, além da possibilidade de publicação dos achados em periódico científico e apresentação em evento da área.

Do ponto de vista **social**, os resultados poderão apoiar ações educativas e de conscientização ambiental junto às comunidades da região, promovendo o engajamento popular na defesa da qualidade da água e da saúde pública.

Em termos **econômicos**, o diagnóstico da presença de metais pesados poderá orientar medidas de controle e remediação, evitando prejuízos relacionados ao abastecimento de água contaminada, à saúde coletiva e à produção pesqueira.

No aspecto **ambiental**, este trabalho poderá indicar áreas críticas de contaminação e promover a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados, favorecendo a conservação da biodiversidade e a gestão sustentável dos recursos hídricos da região.

Quanto aos **aspectos socioculturais**, espera-se que os resultados estimulem a valorização da cultura ambiental local, a participação cidadã e o fortalecimento das práticas de educação ambiental e o desenvolvimento de uma consciência coletiva sobre a importância da água como bem comum e estratégico para a vida.

Por fim, em relação à **saúde**, o trabalho visa alertar sobre os potenciais riscos associados à exposição crônica a metais pesados por meio do consumo de água e pescados contaminados.

### REFERÊNCIAS

ALVES, E. C *et al.* Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó - Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. v. 1 . Maringá, Paraná, Brasil. **Acta Sci. Technol**, 2008.

DEBNATH, D; SINGH, P. K; SHARMA, Y. C. Metallic contamination of global river sediments and latest developments for their remediation. Varanasi, India. **Elsevier**, 2021.

Di Toro DM, Allen HE, Bergman HL, Meyer JS, Paquin PR, Santore RC. Biotic ligand model of the acute toxicity of metals. 1. Technical basis. Environ Toxicol Chem, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11596774/>

FONTENELE, E. G. P *et al.* Contaminantes ambientais e os interferentes endócrinos. Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arq Bras Endocrinol Metab**, 2010.

KHAN, S *et al.* Global soil pollution by toxic elements: Current status and future perspectives on the risk assessment and remediation strategies – A review. Riyadh, Saudi Arabia. **Elsevier**, 2021.



LEITE, C. E *et al.* Biodisponibilidade de metais em sedimentos e peixes em áreas agrícolas e urbanas do rio Pirapó: toxicidade potencial e monitoramento ambiental. **Fórum ambiental da alta paulista**, 2024.

LEITE, L. A. R *et al.* Patterns of distribution and accumulation of trace metals in *Hysterothylacium* sp. (Nematoda), *Phyllodistomum* sp. (Digenea) and in its fish host *Hoplias malabaricus*, from two neotropical rivers in southeastern Brazil. **Elsevier**, 2020.

MOISEENKO, T. I.; GASHKINA, N. A. Distribuição e bioacumulação de metais pesados (Hg, Cd e Pb) em peixes: influência do ambiente aquático e do clima. *IOPscience Environmental Research Letters*, v. 15, n. 11, 2020. Disponível em:  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abbf7c>.

MWALIKENGA, Maria Kapepa *et al.* PERFIL DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS E PEIXES POR METAIS PESADOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE HUMANA. **Revista Brasileira de Ciências Biomédicas**, 2020. Disponível em:  
<https://rbcbm.com.br/journal/index.php/rbcbm/article/view/1/12>.

PASCHOALINI, A. L *et al.* Heavy metals accumulation and endocrine disruption in *Prochilodus argenteus* from a polluted neotropical river. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Elsevier**, 2018.

SHEIKHZADEH, H; HAMIDIAN, A. H. Bioaccumulation of heavy metals in fish species of Iran: a review. Karaj, Iran. **Springer Nature B. V**, 2021.