



## IV-231 - METAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO CÓRREGO MUMBUCA, ÁREA URBANA DE MONTE CARMELO, TRIÂNGULO MINEIRO

### **Roseli Mendonça Dias<sup>(1)</sup>**

Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia (PPGEQ/UFU). Professora Adjunta na Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia (FECIV/UFU).

### **Caroline Yuka Mori Saito<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU).

### **Thaís Cristina de Jesus Fábio Santos<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU).

### **Edmar Isaias de Melo<sup>(4)</sup>**

Doutor em Química Analítica pela Universidade Federal de Uberlândia. Professor Associado no Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia (IQ/UFU).

### **Marcio Ricardo Salla<sup>(5)</sup>**

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professor Titular na Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia (FECIV/UFU).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia LMG, 746 - km 01, Monte Carmelo - MG - Campus Monte Carmelo - CEP: 38500-000 - Brasil - Tel: (34) 3810-1029 - e-mail: rmdias@ufu.br.

## **RESUMO**

Os sedimentos suspensos sobrenadantes em cursos de água apresentam capacidade de adsorver metais pesados, com conseqüente sedimentação para a camada de fundo. Assim, o presente estudo acompanhou o comportamento das concentrações de metais por diâmetros das partículas nos sedimentos de fundo do córrego Mumbuca, localizado no município de Monte Carmelo-Minas Gerais, em período seco. O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise química nas frações granulométricas dos sedimentos de fundo do córrego Mumbuca para determinação das concentrações dos metais pesados cádmio (Cd), cobre (Cu) e manganês (Mn). A coleta das amostras de sedimentos de fundo foi realizada nos meses de abril e agosto de 2023, em quatro pontos de amostragem ao longo do perfil longitudinal do córrego Mumbuca. As amostras dos sedimentos de fundo seguiram os procedimentos para digestão ácida determinação por espectrometria de absorção atômica em chama. As concentrações dos metais Cd, Cu e Mn apresentaram diferenças nas duas amostragens realizadas, porém, as maiores concentrações dos metais foram encontradas nas frações granulométricas 0,15-0,075 mm. Os sedimentos de fundo com os menores diâmetros possuem maior área interfacial para um mesmo volume amostral, o que otimiza o processo de adsorção entre o metal e o material inerte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metal Pesado, Sedimento de Fundo, Digestão de Sedimentos.

## **INTRODUÇÃO**

As ações antrópicas têm provocado alterações na qualidade ambiental, influenciando os ecossistemas aquáticos. Quando se trata de qualidade ambiental das águas, sedimentos e solos, a análise dos metais pesados torna-se significativa (REGINATO et al., 2023).

Os metais comportam-se no ambiente em função da sua forma química, de modo que a mobilidade, biodisponibilidade e toxicidade dos organismos são influenciadas por ela (PORTO et al., 2014).

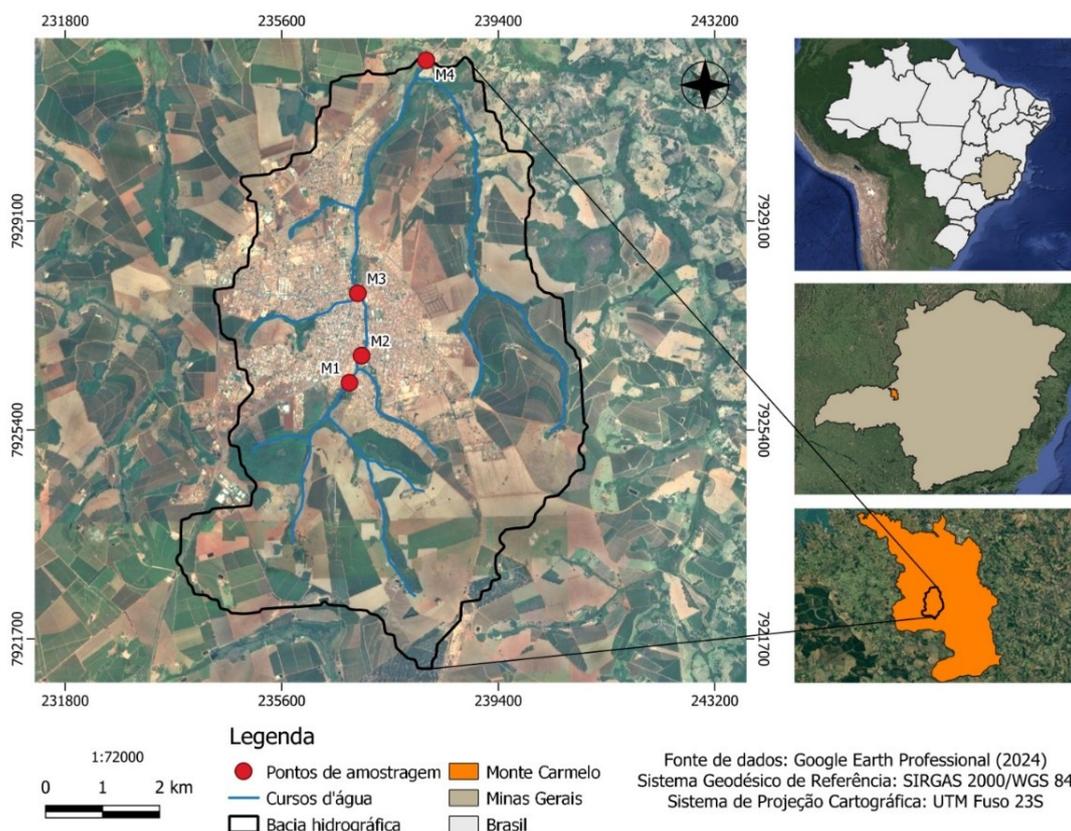


Uma relevância é dada aos sedimentos de corrente e de fundo por apresentarem alta capacidade de adsorver metais tóxicos (TRINDADE et al., 2012). Estudos como o de Souza e Baggio Filho (2020) e Porto et al. (2014) demonstram como as concentrações de metais pesados se comportam nas frações granulométricas dos sedimentos de fundo. Sendo assim, o presente estudo busca contribuir com resultados acerca de concentrações de metais em sedimentos de fundo de um córrego urbano.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a relação entre a granulometria do sedimento de fundo com a capacidade de adsorção dos metais pesados cádmio (Cd), cobre (Cu) e manganês (Mn).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na região do Alto Paranaíba, localizada na cidade de Monte Carmelo, em Minas Gerais, e possui as coordenadas geográficas 18° 44' 5'' Sul, 47° 29' 47'' Oeste (Figura 1). A principal atividade econômica da região é a produção de telhas, tijolos, artefatos cerâmicos, além do destaque na produção de café, dentre outras culturas (PELEGRINI e SANTIL, 2021). Segundo o IBGE (2022), o município possui uma área de 1.343,035 km<sup>2</sup> e uma população 47.692 habitantes.



**Figura 1: Localização da área de estudo e pontos de amostragem no córrego Mumbuca.**

A coleta das amostras de sedimentos de fundo foi realizada em quatro pontos de amostragem ao longo do perfil longitudinal do córrego Mumbuca, denominados M1, M2, M3 e M4 (Figura 1). As campanhas de campo, para coleta das amostras, ocorreram em 16 de abril e 23 de agosto de 2023, período seco. As amostras coletadas, de aproximadamente 2 kg, foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas até o laboratório.

O preparo e a determinação das frações granulométricas das amostras em laboratório foram orientados pela Norma Técnica ABNT: NBR 7181/2016 (ABNT, 2016).

Os procedimentos para a digestão ácida das amostras dos sedimentos de fundo por análise pelo espectrofotômetro de absorção atômica em chama seguiram o método EPA 3050B (U.S. EPA, 1996). A análise, em triplicata, para determinação das concentrações dos metais cádmio (Cd), cobre (Cu) e manganês (Mn) ocorreu no espectrofotômetro de absorção atômica em chama da marca Shimadzu, modelo AA7000.

As concentrações dos metais dos sedimentos foram comparadas com os níveis de classificação dos metais conforme Resolução CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012). A referida resolução estabelece diretrizes gerais e procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. A área de estudo do córrego Mumbuca está localizada em área urbana e não se enquadra pela resolução supracitada, porém, como não há legislação específica para contaminantes de sedimentos em água, utilizou-se de tais níveis de classificação em termos comparativos para análise dos metais cádmio e cobre.

## RESULTADOS

As amostras dos sedimentos de fundo para análise das concentrações de metais foram o material resultante do peneiramento para os diâmetros das partículas 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075 mm.

As concentrações dos metais Cd, Cu e Mn, determinadas para cada diâmetro de partícula, encontram-se na Tabela 1 para os quatro pontos de amostragem (M1, M2, M3 e M4).

**Tabela 1: Concentrações médias (mg/kg) e desvio padrão dos elementos analisados dos sedimentos.**

<b>Fração granulométrica (1,2-0,60 mm)</b>				
1ª. Amostragem – 16 de abril de 2023				
	M1	M2	M3	M4
Cd	2,03±0,910	1,93±0,960	2,4±0,880	2,83±0,550
Cu	71,06±0,013	54,36±0,015	59,33±0,008	16,5±0,022
Mn	230,20±0,016	164,87±0,027	99,17±0,001	34,97±0,032
2ª. Amostragem – 23 de agosto de 2023				
	M1	M2	M3	M4
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	82,8±0,012	59,8±0,033	71,46±0,035	43,56±0,066
Mn	439,67±0,055	81,20±0,041	139,50±0,045	15,47±0,049
<b>Fração granulométrica (0,42-0,60 mm)</b>				
1ª. Amostragem – 16 de abril de 2023				
	M1	M2	M3	M4
Cd	2,06±0,95	2,10±0,92	2,56±0,71	3,03±0,53
Cu	53,3±0,037	34,90±0,017	34,83±0,028	16,80±0,016
Mn	201,67±0,022	141,90±0,013	94,33±0,027	85,07±0,030
2ª. Amostragem – 23 de agosto de 2023				
	M1	M2	M3	M4
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	68,46±0,045	49,53±0,041	53,80±0,001	39,57±0,039
Mn	251,33±0,041	67,97±0,067	65,17±0,042	49,47±0,038

(Continua)



<b>Fração granulométrica (0,15-0,075 mm)</b>				
<b>1ª. Amostragem – 16 de abril de 2023</b>				
	M1	M2	M3	M4
Cd	4,20±0,50	2,13±0,93	2,70±0,56	3,37±0,45
Cu	51,2±0,017	179,4±0,011	51,37±0,018	14,20±0,024
Mn	266,83±0,025	241,40±0,020	142,30±0,026	149,20±0,030
<b>2ª. Amostragem – 23 de agosto de 2023</b>				
	M1	M2	M3	M4
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	102,37±0,023	75,47±0,055	93,37±0,038	62,47±0,049
Mn	338,73±0,033	134,87±0,070	106,30±0,060	128,77±0,032

O cádmio foi detectado nas amostras da primeira amostragem (16 de abril de 2023), porém não foi identificado nas amostras da segunda amostragem (23 de agosto de 2023). Observou-se que as maiores concentrações do metal foram encontradas nas frações granulométricas 0,15-0,075 mm para os pontos de amostragem M1, M2, M3 e M4.

O cobre teve a maior concentração encontrada na primeira amostragem em M2 para a fração granulométrica 0,15-0,075 mm. Na segunda amostragem as maiores concentrações de Cu foram para os diâmetros 0,15-0,075 mm para os pontos de amostragem M1, M2, M3 e M4.

O manganês seguiu o mesmo comportamento para a primeira amostragem, as maiores concentrações do metal foram encontradas nas frações granulométricas 0,15-0,075 mm para os quatro pontos de amostragem. Para a segunda amostragem, as maiores concentrações foram encontradas nos pontos M2 e M4 para os diâmetros 0,15-0,075 mm.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

As concentrações de cádmio e cobre podem ser comparadas à Resolução CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012). Para o cádmio a resolução estabelece como limite de classificação dos elementos 0,6 mg/kg para o Nível 1 e 3,5 mg/kg para o Nível 2. Observa-se que os resultados encontrados neste estudo estão abaixo dos limites estabelecidos para o Nível 2, embora, para o ponto M1, a concentração encontrada foi de 4,20±0,50 mg/kg em 16 de abril de 2023.

Para o cobre a Resolução estabelece Nível 1 de 35,7 mg/kg e Nível 2 de 197 mg/kg. Todas as amostras de sedimento de fundo analisadas apresentaram concentrações abaixo de 197 mg/kg.

O manganês não possui limite estabelecido pela referida Resolução CONAMA, assim, comparou-se as concentrações obtidas com o estudo de Porto et al. (2014). Os autores encontraram concentrações médias nos sedimentos de fundo para o Mn de 340 µg/g para o rio Caceribu e 245 µg/g para o rio Guaxindiba (os quais atravessam municípios da região, localizados no Rio de Janeiro – Brasil), ambas concentrações estão abaixo de 527 µg/g, que é a concentração para a crosta terrestre continental (WEDEPOHL, 1995). No presente estudo nenhum dos pontos de amostragem apresentou concentração acima de 527 µg/g. A maior concentração encontrada para Mn foi de 338,73±0,033 mg/kg em M1 para 23 de agosto de 2023.

Teste de comparação de médias em função da granulometria pôde ser realizado e os resultados estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2: Concentração média dos metais no sedimento em função da granulometria.**

Granulometria (mm)	Metais (mg/Kg)		
	Cd	Cu	Mn
1,2-0,6	1,15 b	57,36 b	150,63 b
0,42-0,25	1,22 b	43,90 b	119,62 b
0,15-0,075	1,55 a	78,72 a	188,55 a
CV (%)	33,4		

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste *Scott-Knott* (p-valor < 0,05, n=3).  
CV: coeficiente de variação.

O teste estatístico evidenciou que existe relação entre os metais adsorvidos e os diâmetros das partículas; os sedimentos de fundo com os menores diâmetros possuem maior área superficial para um mesmo volume amostral, o que otimiza o processo de adsorção entre o metal e o material inerte.

## CONCLUSÕES

O estudo permitiu acompanhar o comportamento das concentrações de metais por diâmetros das partículas nos sedimentos de fundo do córrego Mumbuca em período seco.

As concentrações dos metais Cd, Cu e Mn mostraram diferenças nas duas amostragens realizadas, porém, as maiores concentrações dos metais foram encontradas nas frações granulométricas 0,15-0,075 mm, favorecendo a adsorção dos metais nos sedimentos de fundo.

Uma maior quantidade de amostragens, em épocas climatológicas distintas, mostrará a importância dos processos físicos de sedimentação e ressuspensão de fundo do metal adsorvido a uma partícula inerte com densidade superior à da água.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da pesquisa (processo APQ01699-17 Demanda Universal), à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), ao Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil Campus Santa Mônica da UFU, ao Laboratório de Mecânica dos Fluidos, Hidráulica e Hidrologia Campi Santa Mônica e Monte Carmelo da UFU, ao Laboratório de Recursos naturais e agrícolas-RENAGRI do Instituto de Química Campus Monte Carmelo da UFU e ao Departamento Municipal de Água e Esgoto de Monte Carmelo-Triângulo Mineiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2016. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016. 12 p.
2. BRASIL. Resolução CONAMA Nº 454, 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=128537>>. Acesso em: 18 jan 2024.
3. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monte Carmelo – Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/panorama>>. Acesso em 18 jan 2024.
4. PELEGRINI, M. S.; SANTIL, F. L. P. 2021. Aplicação de geotecnologias para auxílio na administração do cemitério municipal de Monte Carmelo - MG /Application of geotechnologies to assist in the administration of the Monte Carmelo municipal cemetery – MG. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 4(2): 2696-2713.
5. PORTO, L. J. L. S.; ALMEIDA, C. N.; DEZOTTI, M. W. C.; CORRÊA, J. A. M.; FAIAL, K. C. F.; FAIAL, K. R. F. 2014. Distribuição de metais pesados nos sedimentos de fundo dos rios Caceribu e Guaxindiba, afluentes da Baía de Guanabara – Rio de Janeiro, Brasil. Geochimica Brasiliensis, 28(2): 171-188.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



6. REGINATO, B. C.; SILVEIRA, V. F.; SCHAIDHAUER, A. C. G.; MADEIRA, A. R.; OLIVEIRA, A. A. D.; BERNARDI, F. F.; BORGMANN, G.; FERREIRA, H. C.; PLAUTZ, K.; BRITTO, K. L. B.; NUNES, L. V.; SCHROEDER, M. W.; HORNER, M. B. W.; BOTELHO, N. G. N. T.; KORN, R.; SIERTH, R.; JOSINO, T. F.; STANGARLIN, T. S.; GRAWE, V. H.; LORENZI, L.; OLIVEIRA, T. M. N.; JUNIOR, J. C. F. M. 2023. Análise de metais pesados pelo método de biomonitoramento no Rio Cachoeira, região Nordeste de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 16(01): 310-324.
7. SOUZA, B. T.; BAGGIO FILHO, H. 2020. Análise dos metais pesados nos sedimentos de fundo do alto rio Jequitinhonha em áreas afetadas pela atividade de extração mineral, Diamantina MG. *Geochimica Brasiliensis*, 34(1): 110-129.
8. TRINDADE, W. M.; HORN, A. H.; RIBEIRO, E. V. 2012. Concentrações de metais pesados em sedimentos do rio São Francisco entre Três Marias e Pirapora-MG: geoquímica e classificação de risco ambiental. *Revista Geonomos*, 20(1): 64-75.
9. U.S. EPA. 1996. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils, Revision 2. Washington, DC.
10. WEDEPOHL K. H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59(7): 1217-1232.