

ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO POR METAIS EM UM CEMITÉRIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

ANA FLÁVIA RIBEIRO EVANGELISTA¹, NELÍRIA APARECIDA DIAS GONÇALVES DA SILVA², EVANEIDE NASCIMENTO LIMA³, TAÍS SILVA LOMBA⁴ e THAIS MARA MONTEIRO DOS SANTOS⁵

¹ Engenheira Ambiental, UEMG – Unidade João Monlevade, anaflaviasbn@gmail.com;

² Engenheira Ambiental, UEMG – Unidade João Monlevade, neliriaap@gmail.com;

³ DSc. em Química, Prof.^a na UEMG – Unidade João Monlevade, evaneide.lima@uemg.br;

⁴ Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, UNIFEI – Campus Itabira, tais.lomba21@gmail.com;

⁵ MBA em Data Science and Analytics (em andamento), USP/ESALQ - São Paulo, thaismonteiro.te@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
6 a 9 de outubro de 2025

RESUMO: O presente estudo avaliou a presença de metais e parâmetros físico-químicos no solo de um Cemitério Municipal em Minas Gerais, a fim de verificar seu potencial poluidor. Foram coletadas amostras em dois pontos internos e um externo, analisando-se pH, umidade, condutividade elétrica e teores de ferro, manganês, cobre e chumbo. Os resultados indicaram que cobre e chumbo apresentaram valores abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente, enquanto ferro e manganês mostraram concentrações compatíveis com solos tropicais. Diferenças de pH e condutividade entre pontos internos e externos sugerem influência da atividade cemiterial. Embora não tenha sido constatada contaminação acima dos padrões legais, o estudo reforça a importância do monitoramento contínuo e de práticas construtivas sustentáveis para prevenir impactos ambientais futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação do solo, metais pesados, impacto ambiental urbano, atividade cemiterial.

ANALYSIS OF METAL CONTAMINATION IN A CEMETERY IN THE STATE OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: The present study evaluated the presence of metals and physicochemical parameters in the soil of a Municipal Cemetery in Minas Gerais, in order to assess its pollution potential. Samples were collected from two internal points and one external point, and analyzed for pH, moisture, electrical conductivity, and concentrations of iron, manganese, copper, and lead. The results indicated that copper and lead levels were below the limits established by current legislation, while iron and manganese showed concentrations consistent with tropical soils. Differences in pH and conductivity between internal and external points suggest the influence of cemetery activities. Although no contamination above legal standards was detected, the study reinforces the importance of continuous monitoring and sustainable construction practices to prevent future environmental impacts.

KEYWORDS: Soil contamination, heavy metals, urban environmental impact, cemetery activity.

INTRODUÇÃO

O sepultamento é considerado atividade causadora de impacto ambiental porque os cadáveres geram fontes de poluição no meio físico. O corpo humano, ao se decompor, libera o necrochorume, que é um efluente rico em sais minerais e diversas substâncias orgânicas degradáveis, sendo tóxicas e podendo vir a contaminar o solo (Campos, 2007). Essa contaminação ocorre, principalmente, devido à implantação de cemitérios em locais que não têm um estudo prévio. O CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) através da Resolução 335, de 03 de abril de 2003, modificada pela Resolução 368, de 28 de março de 2006, dispôs sobre o Licenciamento Ambiental de Cemitérios.

A ausência de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo faz com que as áreas de muitos cemitérios fiquem contaminadas por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, oriundas dos cadáveres e dos caixões onde os corpos são depositados, e por microrganismos patogênicos.

O principal foco do estudo foi avaliar qual o potencial poluidor do solo cemitério municipal, levando em consideração a interação dos cadáveres com o meio geológico, os processos de putrefação e decomposição dos corpos, a atuação de microrganismos, a ocorrência de poluição e contaminação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um Cemitério Municipal localizado na Região Central de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar a presença de metais no solo e parâmetros físico-químicos.

Para a escolha de cada local das amostragens, foram avaliadas inicialmente as declividades do terreno, as áreas de maior influência da água de chuva e a localidade das sepulturas (Figura 1). Foram selecionados três pontos de amostragem: dois internos (P-1 e P-3) e um externo (P-2) ao cemitério, coletados em 20 de outubro de 2023.

Figura 1 – Mapa dos pontos de coleta



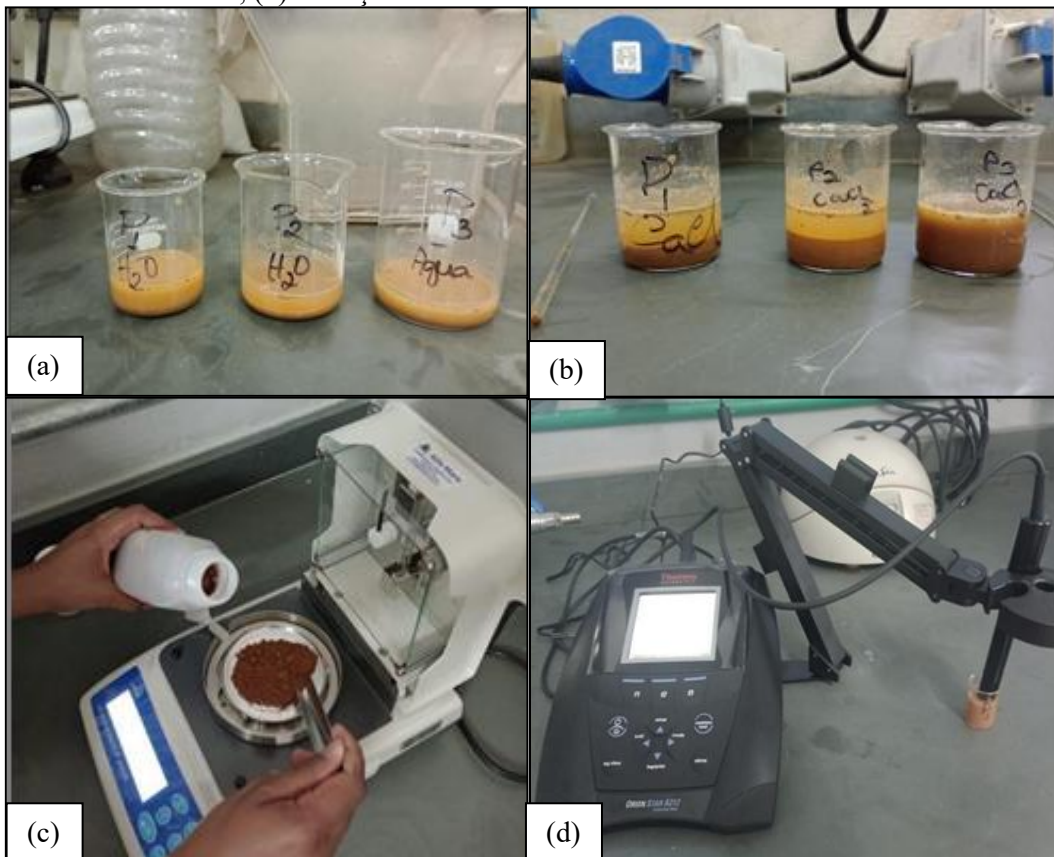
As amostras foram retiradas a 40 cm de profundidade, homogêneas, quarteadas (Figura 2) e acondicionadas em recipientes limpos e lacrados. As análises de pH, umidade e condutividade elétrica (Figura 3) foram realizadas no Centro Tecnológico da UEMG – Unidade João Monlevade, utilizando-se os métodos do Manual de Análise de Solo da Embrapa (1997).

Para a determinação dos teores de ferro, manganês, cobre e chumbo nas amostras foi utilizado o método de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES), seguindo protocolos da SMWW e EPA 3050B.

Figura 2. Coletas das amostras



Figura 3. (a) Soluções contendo o solo (em H_2O); (b) Soluções contendo o solo (em $CaCl_2$); (c) Análise da umidade; (d) Medição da condutividade elétrica



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comparar os níveis de contaminação do solo decorrentes da atividade cemiterial, foram consideradas as legislações vigentes: Resolução CONAMA 368/2006, Resolução CONAMA nº 420/2009, Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010. Nenhuma delas estabelece limites específicos para solos de cemitérios, sendo adotados, portanto, os valores de referência gerais. Os resultados obtidos para pH, umidade, condutividade elétrica e metais (Tabela 1) foram também confrontados com os de Bicalho e Santos (2021), que avaliaram a qualidade do solo no entorno de um cemitério em Betim/MG, auxiliando na interpretação da qualidade ambiental no presente estudo.

As análises indicaram pH ácido no ponto externo ao cemitério (P-2), característico de Latossolo, e valores de pH de neutro a alcalino nos pontos internos (P-1 e P-3), associados à liberação de íons cálcio e maior matéria orgânica durante a decomposição.

A condutividade elétrica foi mais alta nos pontos internos, possivelmente devido à proximidade de sepultamentos recentes e à presença de sais liberados pelo necrochorume.

A umidade foi baixa em todos os pontos, influenciada por período seco e altas temperaturas. Compostos provenientes da decomposição, como ácidos graxos, podem alterar a acidez e retardar a putrefação, afetando a qualidade do solo.

Tabela 1. Resultados dos ensaios laboratoriais do solo amostrado para os parâmetros físico-químicos

Amostra	H ₂ O	KCl	CaCl ₂	Umidade (%)	Condutividade (µS/cm)
P-1	7,80	6,08	7,54	15,8	140,9
P-2	5,52	4,89	4,95	17,7	101,5
P-3	8,20	6,37	7,10	17,5	146,1

Os teores de cobre (21,9–40 mg/kg) e chumbo (41,2–53,8 mg/kg) nas amostras dos três pontos (Tabela 2) estão abaixo dos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011.

O ferro apresentou concentrações entre 73.600 e 78.600 mg/kg e o manganês entre 124 e 194 mg/kg, valores compatíveis com solos tropicais do tipo Latossolo, sendo o manganês ligeiramente inferior à faixa citada na literatura.

A presença desses metais pode estar relacionada à decomposição de materiais dos caixões, como tintas, vernizes e guarnições, destacando-se a importância de utilizar materiais biodegradáveis e sem componentes metálicos para reduzir a contaminação.

Tabela 2. Resultados dos ensaios laboratoriais do solo amostrado para metais pesados

Amostra	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Chumbo (mg/kg)
P-1	73600	176	26,1	41,2
P-2	72700	124	40,0	53,8
P-3	78600	194	21,9	43,0
Valores de referência	-----	-----	60	72,0

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que os teores de cobre e chumbo nos três pontos analisados permaneceram abaixo dos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011, enquanto as concentrações de ferro e manganês apresentaram valores típicos de solos tropicais, sem indicação de contaminação significativa.

Os parâmetros físico-químicos revelaram diferenças entre pontos internos e externos, com pH variando de ácido a alcalino e condutividade elétrica mais elevada nas áreas internas, possivelmente

associada à decomposição e liberação de sais. A baixa umidade registrada reflete as condições climáticas no período de coleta.

Embora os resultados não indiquem contaminação acima dos padrões legais, recomenda-se a continuidade do monitoramento e a realização de estudos complementares, incluindo análises de outros metais e investigação de águas superficiais e subterrâneas, a fim de prevenir impactos ambientais futuros e subsidiar medidas de gestão mais eficazes.

REFERÊNCIAS

- Bicalho, K. A.; Santos, R. S. Qualidade do solo no entorno de cemitério em Betim/MG: avaliação de metais pesados e parâmetros físico-químicos. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 56, n. 1, p. 45-56, 2021.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 335, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 04 abr. 2003.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução CONAMA nº 335/2003. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 29 mar. 2006.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2009.
- Campos, J. E. G. Contaminação de solos e águas subterrâneas por necrochorume em cemitérios. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, n. 2, p. 282-292, 2007.
- COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 166, de 29 de junho de 2011. Dispõe sobre critérios e padrões para a qualidade do solo e dá outras providências. Minas Gerais: *Diário do Executivo*, 30 jun. 2011.
- COPAM/CERH – Conselho Estadual de Política Ambiental/Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 6 de setembro de 2010. Dispõe sobre critérios para o enquadramento de corpos de água. Minas Gerais: *Diário do Executivo*, 08 set. 2010.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.