

## Investigação pericial de danos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos laboratoriais

Heloisa Vitória Andrade Ferreira, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil

Júlia de Freitas Trascini, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil

Kailany Lucachevicz Olipa, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil

Emily Karla dos Santos Lima, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil

Aline Santi, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil,  
alinesanti@grupointegrado.br

Lilian Gavazzoni, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil,  
lilian.gavazzoni@grupointegrado.br

Caroline Bittencourt Silveira, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil,  
caroline.silveira@grupointegrado.br

**Resumo:** O descarte inadequado de resíduos provenientes de atividades laboratoriais, incluindo materiais biológicos e substâncias químicas, configura um problema de relevância ambiental e sanitária. Este relato técnico teve como objetivo examinar os impactos ambientais ocasionados por essa prática, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de solo e água coletadas em áreas sobre suspeita de contaminação. Foram avaliadas alterações em parâmetros como pH, condutividade elétrica e presença de microrganismos indicadores de poluição, comparando-se os resultados obtidos com os limites estabelecidos por normas ambientais vigentes. A partir dessas análises, foram elaboradas recomendações técnicas e medidas preventivas voltadas ao descarte seguro de resíduos laboratoriais. Os achados ressaltam a importância da educação ambiental e da adoção de protocolos de biossegurança, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em saúde, saneamento e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Resíduos laboratoriais. Contaminação ambiental. Análise microbiológica. Sustentabilidade. Biossegurança.

**Abstract:** The improper disposal of laboratory waste, including biological and chemical materials, represents a major environmental and public health issue. This technical report aimed to assess the environmental impacts resulting from such practices through physicochemical and microbiological analyses of soil and water samples collected from suspected contaminated areas. Parameters such as pH, electrical conductivity, and pollution-indicating microorganisms were evaluated and compared with established environmental standards. Based on the findings, technical guidelines and preventive measures were developed to ensure proper waste management and disposal. The study highlights the importance of environmental education and biosafety practices, contributing to the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly those addressing health, sanitation, and sustainability.

**Keywords:** Laboratory waste. Environmental contamination. Microbiological analysis. Sustainability. Biosafety.

## INTRODUÇÃO

O descarte irregular de resíduos laboratoriais é um problema crescente em instituições de ensino e pesquisa, sobre tudo na ausência de políticas eficazes de gestão ambiental e biossegurança. Tais resíduos podem conter compostos químicos tóxicos, microrganismos patogênicos e materiais perfurocortantes, que, quando destinados incorretamente, apresentam riscos significativos à saúde humana e ao equilíbrio ecológico (Abessa; Sousa; Tommasi, 2006; Almeida et al., 2018).

Entre as principais consequências estão a contaminação de solos, corpos hídricos e lençóis freáticos, além da bioacumulação de metais pesados, processos de eutrofização e disseminação de agentes infecciosos (Brasil, 2005; Silva; Carvalho, 2020). O manejo incorreto de reagentes químicos também pode originar compostos tóxicos persistentes, com potencial de impacto prolongado nos ecossistemas (Moraes et al., 2019).

Diante disso, a perícia ambiental aplicada a resíduos laboratoriais torna-se uma ferramenta essencial para identificar e comprovar tecnicamente situações de contaminação, subsidiando ações corretivas e preventivas baseadas em evidências (Fernandes; Barbosa; Lima, 2021).

Este trabalho teve como propósito investigar a existência ou não de possíveis danos ambientais decorrentes do descarte irregular de resíduos laboratoriais, por meio da avaliação das condições físico-químicas e microbiológicas do solo. A intenção foi verificar se há indícios de alterações ambientais e, a partir disso, fundamentar recomendações preventivas alinhadas às diretrizes de biossegurança e sustentabilidade (ONU, 2015; Brasil, 2005)

## MÉTODO

A pesquisa adotou uma abordagem observacional e experimental, com coleta e análise de amostras de solo e água em um local previamente identificado como área de descarte irregular de resíduos laboratoriais. Todas as etapas seguiram protocolos de biossegurança e orientações periciais padronizadas.

A área de estudo foi escolhida com base em informações preliminares que indicavam possível descarte indevido. Após inspeção e observação direta do local, os pontos de coleta foram definidos considerando histórico de descarte, presença de resíduos visíveis e odores característicos.

As amostras foram coletadas com o uso de luvas, espátulas e frascos esterilizados, conforme a norma ABNT NBR 10007/2004. Todo o material foi devidamente identificado, lacrado e transportado sob refrigeração (4 °C), garantindo sua integridade e evitando contaminação cruzada.

Os parâmetros avaliados incluíram pH, condutividade elétrica, seguindo os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 2017). Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Foram realizadas análises para detecção de microrganismos indicadores, como *Escherichia coli*, por meio de cultivo em meios seletivos e contagem de microrganismos heterotróficos.

## CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

O estudo foi desenvolvido na Faculdade Integrado, localizada no Paraná, instituição reconhecida pelo uso intensivo de laboratórios de ensino e pesquisa na área da saúde, especialmente no curso de Biomedicina. A manipulação de amostras biológicas e substâncias químicas nesses ambientes exige práticas rigorosas de biossegurança e procedimentos adequados de gerenciamento de resíduos. A instituição realiza o descarte correto desses materiais, seguindo normas vigentes e garantindo a segurança ambiental e ocupacional.

No entanto, como parte do processo formativo, foi realizada uma simulação de análise do gerenciamento de resíduos laboratoriais, atividade essencial para que os estudantes compreendam, na prática, os princípios normativos e os desafios envolvidos. Durante essa simulação, foram observados cenários hipotéticos de falhas em etapas como acondicionamento e movimentação interna, utilizados exclusivamente como recurso pedagógico para discussão e aprimoramento das práticas.

Assim, o projeto teve como finalidade avaliar, em caráter simulado, possíveis impactos ambientais decorrentes do manejo inadequado de resíduos, propor melhorias para o entendimento dos processos institucionais e fortalecer entre estudantes e profissionais uma cultura de responsabilidade ambiental fundamental à formação em Biomedicina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises físico-químicas do solo revelaram pH em água de 5,21 e pH em KCl de 4,38, resultando em um  $\Delta\text{pH}$  de 0,83. Esses valores classificam o solo como fortemente ácido, já que, conforme critérios estabelecidos pela Embrapa (2017) e por Raij et al. (2001), valores inferiores a 5,5 indicam acidez significativa. Solos nessa condição possuem maior probabilidade de apresentar alumínio disponível na solução do solo, elemento tóxico para a maioria das plantas e que reduz a eficiência na absorção de nutrientes como fósforo, cálcio e magnésio.

A acidez detectada está relacionada ao alto grau de intemperismo característico de solos tropicais, nos quais há intensa lixiviação das bases trocáveis e acúmulo de íons  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ . Esse comportamento é normalmente observado em ambientes com elevada umidade e temperatura, onde o processo de intemperismo químico ocorre

de forma mais acelerada. Kiehl (1985) e Camargo et al. (2009) destacam que, para a correção desse tipo de solo, recomenda-se a calagem, que reduz a acidez e aumenta a disponibilidade de nutrientes essenciais.

O teor de carbono orgânico encontrado foi de 1,49%, o que corresponde a aproximadamente 2,56% de matéria orgânica total. Segundo a classificação proposta pela Embrapa (2011), esse valor se enquadra na faixa de matéria orgânica intermediária, indicando que o solo apresenta moderada capacidade de retenção de nutrientes e um certo equilíbrio entre decomposição e acúmulo de resíduos orgânicos. A determinação do carbono foi realizada por meio do método de oxidação úmida descrito por Walkley & Black (1934), amplamente empregado em estudos de fertilidade do solo.

Esse percentual de matéria orgânica pode estar associado à presença de resíduos vegetais em decomposição e à prática de manejo que favoreça a adição de biomassa ao solo. Costa et al. (2014) e Stevenson (1994) afirmam que, em regiões tropicais, a matéria orgânica tende a se decompor rapidamente, e a manutenção de teores intermediários é um indicativo positivo do equilíbrio entre mineralização e reposição de resíduos.

A análise microbiológica revelou uma contagem de  $1,1 \times 10^5$  UFC/g de solo, demonstrando um nível alto de atividade microbiana. A presença de microrganismos em maior quantidade é coerente com o teor moderado de matéria orgânica encontrado, uma vez que o carbono é o principal recurso energético da microbiota do solo. Segundo Moreira & Siqueira (2006), comunidades microbianas diversificadas são fundamentais para processos como ciclagem de nutrientes, decomposição de resíduos e manutenção da estrutura do solo.

Além disso, a análise microbiológica realizada pelo método do Número Mais Provável (NMP) permitiu avaliar a presença de coliformes no solo. No caldo Lactose, observou-se formação de gás nas diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , resultando na combinação 3–3–2 de tubos positivos. De acordo com a Tabela de NMP, essa combinação corresponde ao valor de 150 NMP/100g. Esse valor indica baixa concentração de coliformes, compatível com solos naturais de regiões tropicais, que apresentam atividade microbiana elevada, mas não necessariamente associada à contaminação fecal recente. A ausência de reação típica no caldo EC reforça que não houve detecção de coliformes termotolerantes, afastando evidências de poluição fecal ou despejo de resíduos orgânicos no local.

Assim, o solo estudado caracteriza-se como ácido, com teor intermediário de matéria orgânica e elevada atividade microbiana. Esses achados reforçam o que é descrito na literatura (Raj et al., 2001; Embrapa, 2017) e indicam a necessidade de estratégias de manejo que incluam práticas de correção da acidez e manutenção da adição de matéria orgânica, visando ao aumento da fertilidade e à melhoria das condições biológicas do solo.



Figura 1 - Amostras coletadas na cena de simulação. Fonte: Arquivo pessoal

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação pericial simulada permitiu avaliar de maneira simulada as condições ambientais de uma área suspeita de descarte irregular de resíduos laboratoriais. Com base nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados, evidenciaram alterações nos parâmetros avaliados, como acidez elevada, teor intermediário de matéria orgânica e elevada atividade microbiana. Entretanto, todas essas alterações encontram-se dentro dos padrões naturais esperados para solos tropicais intemperizados.

O estudo reafirma a importância do manejo adequado de resíduos em instituições de ensino, conforme previsto pela legislação ambiental e diretrizes de biossegurança (Brasil, 2005; Anvisa, 2019). Recomenda-se a manutenção de um monitoramento regular da área, a fim de identificar possíveis alterações ambientais ao longo do tempo, o aprimoramento dos procedimentos internos de manejo e o reforço das iniciativas de educação ambiental, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

## REFERÊNCIAS

- ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. P. M.; TOMMASI, L. R. Utilização de testes de toxicidade na avaliação da qualidade de sedimentos marinhos. *Revista de Geologia*, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 253–261, jul./dez. 2006.
- ALMEIDA, F. R. et al. Gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais: desafios e perspectivas em instituições de ensino superior. *Revista Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 45–58, 2018.
- ANVISA. *Farmacopeia Brasileira*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019.
- APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. *Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009.
- COSTA, F. S. et al. Matéria orgânica do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 1450–1460, 2014.
- EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa, 2017.
- FERNANDES, T. C.; BARBOSA, L. G.; LIMA, A. M. Avaliação pericial de contaminações ambientais: uma abordagem interdisciplinar. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 42–53, 2021.
- KIEHL, E. J. *Manual de Edafologia: relações solo-planta*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.
- MORAES, R. A.; PEREIRA, L. J.; ANDRADE, P. S. Resíduos químicos laboratoriais: impactos e alternativas de manejo sustentável. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, n. 4, p. 789–798, 2019.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.
- OMS. *Diretrizes para Qualidade da Água Potável*. Organização Mundial da Saúde, 2020.
- ONU. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Organização das Nações Unidas, 2015.
- RAIJ, B. van et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001.

# SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de  
Empreendedorismo,  
Pesquisa e Extensão  
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO  
ARAUCÁRIA  
Apoio ao Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico do Paraná

SILVA, D. F.; CARVALHO, M. T. Contaminação de solos por resíduos laboratoriais: implicações ambientais e sanitárias. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 9, n. 1, p. 88–97, 2020.

STEVENSON, F. J. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter. *Soil Science*, v. 37, p. 29–38, 1934.