

## **Análise Laboratorial de Amostras de Solo como Ferramenta na Investigação de Danos Ambientais**

Andressa dos Santos Albanex , Biomedicina , Centro universitário integrado , Brasil

Isabeli Calsavara Poyer , Biomedicina , Centro Universitário Integrado , Brasil

Isabella Caetano Rocha , Biomedicina , Centro Universitário Integrado , Brasil

Ingridy Vitória Bárbara dos Santos , Biomedicina , Centro Universitário Integrado , Brasil

Aline Santi , Biomedicina , Centro Universitário Integrado , Brasil ,  
[alinesanti@grupointegrado.br](mailto:alinesanti@grupointegrado.br)

Caroline Bitencourt, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,  
[caroline.silveira@grupointegrado.br](mailto:caroline.silveira@grupointegrado.br)

Lilian Gavazzoni, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,  
[lilian.gavazzoni@grupointegrado.br](mailto:lilian.gavazzoni@grupointegrado.br)

### **Resumo**

O descarte inadequado de resíduos é um problema crescente que compromete a qualidade ambiental e a saúde pública. Diante disso, este estudo buscou compreender os impactos ambientais decorrentes do descarte irregular de resíduos por meio da análise pericial do solo. A metodologia consistiu em uma simulação prática de um cenário de crime ambiental, onde foram realizadas coletas de amostras de solo seguindo os princípios da cadeia de custódia, posteriormente submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas. Os resultados indicaram alterações significativas nos parâmetros avaliados, como pH, condutividade elétrica, matéria orgânica e perfil microbiano, evidenciando possível contaminação química e redução da atividade microbiana. A elevada condutividade e a acidez extrema demonstraram o acúmulo de substâncias tóxicas, afetando a biodiversidade e a regeneração natural do solo. A discussão reforça a importância da perícia ambiental na identificação e mensuração de danos, bem como o papel do biomédico na aplicação de técnicas laboratoriais para diagnósticos ambientais. Conclui-se que a simulação foi fundamental para o aprendizado metodológico e para a conscientização sobre práticas corretas de descarte e preservação ambiental.

Palavras chave : Biomedicina; Contaminação; Descarte irregular; Perícia ambiental; Solo.

### **Abstract**

The improper disposal of waste is an increasing problem that threatens environmental quality and public health. This study aimed to understand the environmental impacts of irregular waste disposal through forensic soil analysis. The methodology involved a practical simulation of an environmental crime scene, where soil samples were collected following chain of custody principles and later subjected to physicochemical and microbiological analyses. Results revealed significant changes in parameters such as pH, electrical conductivity, organic matter content and microbial profile, indicating possible chemical contamination and reduced microbial activity. High conductivity and extreme acidity demonstrated the accumulation of toxic substances, affecting biodiversity and soil regeneration. The discussion highlights the relevance of environmental forensics in identifying and quantifying environmental damage, as well as the contribution of biomedical professionals in applying laboratory techniques to environmental diagnostics. The

simulation proved essential for methodological learning and for raising awareness about proper waste disposal and environmental preservation practices.

Keywords : Biomedicine; Contamination; Environmental forensics; Illegal dumping; Soil.

## INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de resíduos é um dos principais problemas enfrentados na sociedade, esse problema afeta a qualidade de vida do mundo desde a sua geração até o descarte final, em que essa produção de resíduos sólidos desenvolvem um processo de degradação do meio ambiente devido a forma inadequada que são descartados (Costa, Chaves, Bibiano, Amaral, 2023). Dessa maneira, a gestão correta de resíduos é um tema desafiador na agência de políticas públicas ambientais, já que quando descartados incorretamente eles promovem impactos ambientais como a degradação de recursos hídricos e do solo, favorecendo a proliferação e transmissão de doenças levando até em acondicionamento de enchentes (Simonetti, Malheiros, Nery, Andrade , Silva , 2021).

Juntamente com o descarte inadequado de resíduos diversos danos ao meio ambiente ocorrem e para que a avaliação desses danos ocorra de maneira correta é utilizado a perícia ambiental, que avalia desde as causas desses danos ambientais até suas consequências (Milane, Lopes, Sampaio, 2021). Assim, como os demais crimes os crimes ambientais também deixam resíduos, como os crimes de descarte irregular de resíduos no solo, que além de vestígios deixam marcas prejudiciais nos locais onde foram descartados , dessa maneira na perícia criminal de locais de poluição o perito não pode se limitar apenas a constatação visual, ele deve também realizar a coleta de amostras para a análise laboratorial a fim de realizar uma constatação e mensuração dos danos (Cotomacio, 2023).

Portanto, esse projeto teve como objetivo investigar os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos a partir da análise pericial do solo, para a melhor realização dessa pesquisa foi feita uma simulação da maneira que a análise e a coleta pericial dos resíduos deve ser feita para que o projeto tenha maior confiabilidade e que os resíduos sejam descartados da maneira correta e evidenciando a importância da perícia nesse processo.

## MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma simulação de perícia ambiental envolvendo o descarte irregular de resíduos laboratoriais, seguida da realização de análises físico-químicas e microbiológicas das amostras coletadas. Inicialmente, foi apresentada uma cena simulada de crime ambiental, onde foram identificados pontos com suspeita de contaminação do solo. A coleta das amostras foi realizada com espátula esterilizada e recipientes adequados, seguindo todos os princípios da cadeia de custódia, incluindo identificação,

registro, lacre e armazenamento correto, garantindo a integridade e rastreabilidade das amostras até o momento das análises.

Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório para execução dos procedimentos descritos no roteiro prático. As análises físico-químicas incluíram a medição do pH em suspensão aquosa para detectar alterações de acidez ou alcalinidade, a determinação da condutividade elétrica para avaliar o teor de íons presentes no solo, a análise do teor de matéria orgânica por observação de cor, odor e turbidez após diluição, além da verificação de possíveis metais pesados por meio de reagentes indicadores e comparação com padrões laboratoriais. Esses testes permitiram identificar alterações compatíveis com contaminação química decorrente de descarte indevido de resíduos laboratoriais.

Em continuidade, foram realizadas as análises microbiológicas, seguindo o protocolo da aula prática. As amostras foram submetidas à semeadura por esgotamento em Ágar Nutriente com o objetivo de detectar e quantificar bactérias heterotróficas totais. Para a pesquisa de coliformes totais e termotolerantes, as amostras passaram por pré-enriquecimento em caldo Lactosado, seguido de inoculação em Caldo Verde Brilhante e posterior confirmação em Ágar EMB. Também foi feita a semeadura em Ágar Sabouraud para observação de fungos presentes no solo, além da realização da coloração de Gram para caracterização microscópica das bactérias isoladas. Microrganismos indicadores de contaminação, como *E. coli*, *Salmonella spp.* ou *Pseudomonas*, foram investigados conforme morfologia das colônias e testes básicos de identificação. Esses procedimentos permitiram avaliar a presença de microrganismos patogênicos ou indicadores de poluição ambiental.

Com os dados obtidos, elaborou-se um relato técnico-pericial descrevendo todos os procedimentos realizados, interpretando os resultados e avaliando os riscos ambientais e à saúde pública associados à contaminação. O trabalho possibilitou compreender, na prática, a importância da atuação do biomédico na perícia e no monitoramento ambiental, relacionando os achados laboratoriais ao descarte irregular de resíduos e à necessidade de práticas adequadas de preservação ambiental.

## CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

o descarte irregular de resíduo de laboratório, contendo substâncias químicas e biológicas são potencialmente contaminantes, causando assim impactos negativos ao meio ambiente, como a poluição do solo, rios, córregos, assim alterando os parâmetros físicos-químicos e favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos. A degradação do ambiente e uma preocupação constante dos pesquisadores e estão na busca de soluções para essa crescente geração de resíduos, eles têm relevante importância, pois tem riscos potenciais

de contaminação por agentes físicos, químicos, biológicos, de acidente e de aspectos epidemiológicos (Tonuci et al., 2007).

Portanto a análise pericial faz a investigação preliminar desses indícios de descartes irregulares lançados no ambiente, e elabora laudos para subsidiar medidas corretivas e políticas públicas, porém ainda assim há a falta de monitoramento adequado, tem ainda o desconhecimento sobre as práticas corretas de descarte e ausência da avaliação técnico-científica para comprovar os riscos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise pericial do solo que foi coletado no local de crime revelou alterações relevantes nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, indicando que houve um impacto ambiental. O solo é utilizado como destino final para resíduos desde os tempos pré históricos, conforme o homem foi evoluindo e construindo uma sociedade, essa contaminação começou a ficar pontual, porém com a revolução industrial mudou-se a composição dessas substâncias depositadas no solo aumentando significativamente os contaminantes no solo, consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico que ocorreu durante a revolução industrial (De Araújo Moura; caffaro filho, 2015).

Foram avaliados parâmetros físico-químicos como o pH total, condutividade elétrica, além de parâmetros microbiológicos. O pH total apresentou o valor de 1,36, indicando um solo extremamente ácido e fora dos padrões ambientais esperados, pois em condições normais dificilmente o pH total é inferior a 4,0. Esse nível de acidez sugere fortemente contaminação por substâncias químicas ácidas e aponta para um desequilíbrio severo na composição do solo.

A condutividade elétrica apresentou um valor de 1523  $\mu\text{S}/\text{cm}$  O que é considerado elevado quando se compara com os parâmetros e referência, que variam de 0 a 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Os valores acima de 1200 indicam a salinização ou também a contaminação por íons, como nitratos, sulfatos, cloretos e até mesmo metais pesados, deixando uma alta condutividade que sugere o acúmulo de sais e podendo reduzir a capacidade do solo de reter água afetando a biodiversidade do solo.

O pH total obteve resultado de 1,36 revelando um solo extremamente ácido, assim reforçando uma possível contaminação por substâncias químicas ácidas, em condições normais o pH total do solo dificilmente é inferior a 4,0. Revelando que o valor obtido foge totalmente dos padrões ambientais. O pH é referente a concentração de prótons  $\text{H}^+$  no solo, que está em equilíbrio energético com a superfície, predominantemente com cargas negativas, os íons  $\text{H}^+$  são fortemente atraídos para as superfícies carregadas negativamente, podendo substituir a maioria dos cátions (Campos, 2010).

O carbono orgânico obtido foi de 0,5988% e a matéria orgânica total foi de 1,032% indicando uma baixa quantidade de matéria orgânica, ela influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos dos solos, determinando sua

fertilidade, o solo e habitat para vários microorganismos que utilizam a matéria orgânica para se alimentar, além de a matéria orgânica ser considerado o melhor indicador de qualidade do solo pois tem grande influência na estruturação e agregação do solo, o monitoramento tem auxiliado para a recuperação dos solos, melhorando sua estrutura, reduzindo a densidade e resistência, o que favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas (Junior et al., 2019). A baixa porcentagem de matéria orgânica observada revela uma redução da atividade microbiana e baixa taxa de decomposição de resíduos biológicos, o que pode estar diretamente relacionado a uma possível contaminação química, como observado dos valores obtidos de condutividade e pH. Substâncias tóxicas e pH extremos interferem na sobrevivência dos microrganismos decompositores naturais do solo o que compromete a decomposição de nutrientes e a regeneração natural do solo. Além disso, a escassez de matéria orgânica reduz a capacidade de complexação de metais, aumentando a toxicidade e o risco de contaminação de lençóis freáticos.(Naz et al., 2022).

Em relação às análises microbiológicas efetuadas os resultados para todos os testes realizados foram positivos. Foi realizado o teste de tubos múltiplos de coliformes totais (VB) e teste de *escherichia coli* (EC) em todas as diluições os resultados foram positivos, como pode se observar nas imagens 1, 2, 3, 4, 5 e 6 o que indica a presença excessiva de enterobactérias, são microrganismos indicadores de contaminação fecal, o teste da contagem em placas obteve resultado de  $2,0 \times 10^{10}$  UFC/g ultrapassando os valores de referência que variam de  $10^5$  a  $10^8$  indicando uma carga microbiana muito elevada. Os processos de degradação tem afetado uma porção considerável dos solos, inventários sobre a capacidade produtiva dos solos indicam a degradação induzida pelo homem em quase 40%, esse processo de degradação não é recente, existem evidências da degradação do solo já o início da história da humanidade (Totola e Chaer, 2002).



Imagem 1 - tubos EC 10'

# 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



Imagem 2 - tubos EC 10<sup>2</sup>



Imagem 3 - tubos EC 10<sup>3</sup>



Imagem 4 - tubos VB 10<sup>1</sup>



Imagem 5 - tubos VB 10<sup>2</sup>



Imagem 6 - tubos VB 10<sup>3</sup>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório técnico permitiu compreender, de forma prática e aplicada, os impactos ambientais do descarte irregular de resíduos, reforçando a importância das análises físico-químicas e microbiológicas. Os resultados e discussões foram fundamentais para identificar indícios de contaminação e compreender medidas corretivas e preventivas. A atividade também contribuiu para o desenvolvimento de competências técnicas e investigativas essenciais para a atuação do biomédico em contextos ambientais e periciais.

A simulação utilizou amostras não provenientes de áreas reais de contaminação, o que limita a generalização dos resultados. Entretanto, a prática foi essencial para o aprendizado metodológico e para o fortalecimento da consciência crítica sobre responsabilidade socioambiental na área da saúde. Para estudos futuros, recomenda-se a realização de investigações em campo, com coletas em áreas suspeitas de descarte inadequado, a fim de ampliar o conhecimento sobre a extensão dos danos ambientais e aprimorar estratégias de remediação e fiscalização.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Centro Universitário Integrado pela oportunidade de desenvolver este projeto, contribuindo para nossa formação acadêmica e profissional. Agradecemos também à professora Aline Santi pela orientação, apoio e dedicação durante todas as etapas do nosso trabalho. Bem como as nossas colegas de grupo, que ajudaram com dedicação, cooperação e comprometimento, tornando possível a realização deste projeto de forma colaborativa.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO-MOURA, A. A. C. de; CAFFARO FILHO, R. A. Panorama do gerenciamento de áreas contaminadas no Brasil após a Resolução CONAMA 420/09. *Águas Subterrâneas*, v. 29, n. 2, p. 202–212, 2015. DOI: 10.14295/ras.v29i2.27972.

COSTA, Mithia Monik da; CHAVES, Euler Paixão; BIBIANO, Izabelle Sena Corrêa; AMARAL, Rafaella Corrêa. O papel da educação ambiental no combate ao descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na Rua D, no bairro Jaderlândia II, no município de Ananindeua – Pará. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 12, 2023. ISSN 2178-6925.

COTOMACIO, A. C. Perícia criminal em local de desabamento: estudo de falha em uma edificação pré-moldada. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 12, n. 1, p. 74–86, 2023. DOI: <https://doi.org/10.15260/rbc.v12i1.557>.

JUNIOR, A. P. et al. Indicadores ambientais e qualidade do solo: uma análise da matéria orgânica como parâmetro de avaliação. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 24, n. 3, p. 115–124, 2019.

MILANE, Ernane Machado; LOPES, Geisy de Cássia; SAMPAIO, Cristiane Pires. Perícia ambiental referente à apuração de suposta lesão ao meio ambiente por meio de intervenção em área de preservação permanente, intervenção no recurso hídrico e construção de barramento em curso d'água. *Revista Singular – Meio Ambiente e Agricultura*, v. 1, n. 2, p. 40–45, maio 2021. DOI: <https://doi.org/10.33911/singular-maa.v1i2.100>.

NAZ, Misbah et al. The soil pH and heavy metals revealed their impact on soil microbial community. *Journal of Environmental Management*, v. 321, p. 115770, 2022.

SIMONETTI, Vanessa Cesar; MALHEIROS, Ianca; NERY, Liliane Moreira; ANDRADE, Erik de Lima; SILVA, Darllan Collins da Cunha. Análise da relação espacial entre o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos e a vulnerabilidade social. *Revista DCMAIA*, v. 4, p. 61–70, 2021.

# 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

TONUCI, L. F. et al. Avaliação de riscos ambientais e laboratoriais associados a agentes físicos, químicos e biológicos. *Revista de Saúde e Ambiente*, v. 8, n. 1, p. 55–63, 2007.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. *Tópicos em Ciência do Solo*, v. 2, p. 195–276, 2002. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.