

## Avaliação ambiental de resíduos laboratoriais: uma abordagem pericial físico-química e microbiológica

Ana Júlia Cestak, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Andrielly Lorena, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Jade Ferreira, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Aline Santi, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,

[alinesanti@grupointegrado.br](mailto:alinesanti@grupointegrado.br)

Lilian Gavazzoni, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,

[Lilian.gavazzoni@grupointegrado.br](mailto:Lilian.gavazzoni@grupointegrado.br)

Caroline Bitencourt, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,

[caroline.silveira@grupointegrado](mailto:caroline.silveira@grupointegrado)

**Resumo:** Este projeto de extensão tem como foco investigar os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos laboratoriais, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de solo. A pesquisa envolveu a coleta de amostras em áreas suspeitas de contaminação e a realização de testes laboratoriais para identificar alterações e agentes patogênicos. Os resultados apontaram presença significativa de substâncias tóxicas e microrganismos nocivos, evidenciando riscos à saúde e ao meio ambiente. A investigação também revelou falhas no gerenciamento dos resíduos, contrariando normas legais. Conclui-se que a análise pericial é essencial para diagnosticar danos, propor soluções e promover a conscientização sobre práticas seguras de descarte, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e a saúde coletiva.

**Palavras-chave:** Resíduos Laboratoriais. Impacto Ambiental. Solo Contaminado. Análise Pericial

**Abstract:** This extension project focuses on investigating the environmental impacts caused by the improper disposal of laboratory waste through physicochemical and microbiological analyses of potentially contaminated soil samples. The research involved collecting samples from suspected areas and conducting laboratory tests to identify alterations and pathogenic agents. The results revealed a significant presence of toxic substances and harmful microorganisms, highlighting risks to public health and the environment. The investigation also exposed failures in waste management, in violation of legal regulations. It is concluded that forensic analysis is essential to diagnose environmental damage, propose solutions, and promote awareness of safe disposal practices, contributing to the preservation of natural resources and collective health.

**Keywords:** Laboratory Waste. Environmental Impact. Contaminated Soil. Forensic Analysis.

# SIMPAPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



CENTRO UNIVERSITÁRIO  
Integrado



Núcleo de  
Empreendedorismo,  
Pesquisa e Extensão  
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO  
ARAUCÁRIA

Apoio ao Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico do Paraná

## INTRODUÇÃO

A expansão dos serviços de saúde no Brasil, incluindo laboratórios clínicos e hospitalares, tem sido essencial para o avanço da medicina preventiva e diagnóstica. Entretanto, esse crescimento intensifica a geração de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), os quais representam um desafio significativo para a gestão ambiental e para a saúde pública. O aumento populacional e a crescente produção de resíduos, decorrente dos novos hábitos de consumo e do

desenvolvimento industrial, têm contribuído para a intensificação da degradação ambiental. Nos laboratórios de análises clínicas, a evolução das técnicas utilizadas no diagnóstico e no acompanhamento terapêutico contribui para o acúmulo de resíduos biológicos e químicos. O elevado volume gerado pode favorecer práticas inadequadas de descarte, resultando em contaminação de recursos hídricos e do solo (STÁBILE, Everson, 2019).

Os resíduos provenientes de laboratórios clínicos e ambientais diferem substancialmente do lixo comum devido à sua composição e ao potencial de risco. Enquanto os resíduos domésticos geralmente apresentam materiais orgânicos e recicláveis de baixo impacto, os resíduos laboratoriais podem incluir substâncias químicas corrosivas, reagentes tóxicos, solventes inflamáveis e amostras biológicas contaminadas (STÁBILE, Everson, 2019). Quando o manejo especializado não é corretamente aplicado, o descarte inadequado de resíduos químicos e biológicos pode ocasionar infiltração no solo ou atingir corpos d'água próximos. Essa prática resulta em contaminação por patógenos, alteração da composição físico-química do ambiente e riscos à saúde das comunidades expostas. A negligência no cumprimento das diretrizes legais compromete o equilíbrio ecológico e evidencia a necessidade de ações periciais e educativas para mitigar os impactos ambientais decorrentes dessas infrações (SOUZA et al., 2015).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358/2005, a responsabilidade pelo gerenciamento dos RSS cabe ao gerador, desde a produção até a disposição final. Na prática, observa-se que esse gerenciamento é descontínuo e apresenta poucas ações efetivas, resultando apenas em melhorias pontuais no cenário geral da gestão dos RSS (SOUZA et al., 2015). A análise pericial mostra-se fundamental para avaliar a extensão dos danos ambientais. Esse procedimento permite mensurar o nível de

poluição, identificar os agentes contaminantes e determinar a origem do problema. A partir da coleta e análise de amostras contaminadas, é possível elaborar relatórios técnicos detalhados que comprovam a ocorrência de impactos ambientais, auxiliando na busca por soluções e na adoção de medidas preventivas.

Este projeto, portanto, é essencial para compreender os impactos do descarte inadequado de resíduos laboratoriais sobre o meio ambiente. O diagnóstico obtido possibilitou a proposição de soluções voltadas à redução dos danos já existentes e à prevenção de novas ocorrências. Os resultados contribuem para a melhoria da qualidade do solo e da água, para a proteção da saúde da população e para o incentivo a práticas mais conscientes e responsáveis no manejo dos resíduos laboratoriais.

## MÉTODO

Este projeto teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental do solo por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, com foco na identificação de possíveis contaminações decorrentes de atividades antrópicas. Na primeira etapa, foram coletadas amostras de solo em um local simulado de crime, sob supervisão da docente responsável pela disciplina de Perícia Criminal. As amostras foram retiradas da camada superficial utilizando luvas, espátulas e frascos estéreis, de modo a evitar contaminações cruzadas. Cada amostra foi devidamente identificada com informações referentes à coleta. Após esse procedimento, os materiais foram acondicionados em caixas térmicas e transportados ao laboratório, onde permaneceram armazenados até o momento da análise.

Na segunda etapa do projeto foram realizadas a análise físico-químicas e microbiológicas do solo, sob orientação da professora responsável pela disciplina de Análise ambiental e de alimentos. A análise físico-química constituiu na prática para determinação do pH do solo, determinado por meio de suspensão em água destilada e solução de KCl 1 mol/L, utilizando pHmetro calibrado com soluções padrão. A diferença entre pH H<sub>2</sub>O e pH em KCl foi utilizada para avaliar a acidez potencial. Além disso, foi determinada a condutividade elétrica do solo, parâmetro essencial para avaliação da salinidade e da presença de íons dissolvidos. Os valores obtidos foram interpretados com base em faixas de referência que indicam possíveis níveis de contaminação por sais ou resíduos químicos. Também foi aplicado o método Walkley-Black modificado utilizando solução de permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) em meio ácido com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A quantificação do carbono orgânico foi realizada por titulação do excesso de reagente oxidante com solução padrão de oxalato de sódio, os resultados foram expressos em %C e convertidos em %M.O permitindo avaliar a carga orgânica do solo.

Na análise microbiológica, as amostras foram homogeneizadas e submetidas à técnica de tubos múltiplos, utilizando caldos LST, VB e EC, incubados em condições específicas de temperatura. A formação de gás nos tubos foi considerada indicativa de resultado positivo. Em seguida, procedeu-se à semeadura em Ágar PCA após diluições seriadas. As placas foram incubadas a 35 °C por 48 horas e, posteriormente, as colônias formadas foram contadas para o cálculo da concentração microbiana, possibilitando a avaliação da qualidade microbiológica do solo.

## CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

O projeto de avaliação ambiental de resíduos químicos foi desenvolvido no âmbito do curso de Biomedicina, integrando práticas laboratoriais e simulações forenses. A instituição responsável pela realização do projeto é o Centro Universitário Integrado, localizado em Campo Mourão – PR. Trata-se de uma entidade privada de

ensino superior, com atuação no setor educacional. Durante atividades práticas em disciplinas laboratoriais, observou-se a geração de resíduos químicos e biológicos que, se não forem devidamente tratados, podem representar risco à saúde pública e ao meio ambiente. A ausência de protocolos específicos para avaliação da qualidade do solo em áreas de descarte ou simulação de crime motivou a realização deste projeto. A proposta consistiu na coleta de amostras de solo em um local simulado de cena de crime, sob orientação dos professores, seguida de análises físico-químicas (pH, condutividade elétrica, carbono orgânico) e microbiológicas (coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas). O objetivo foi identificar possíveis contaminações e avaliar os impactos ambientais decorrentes da presença de resíduos laboratoriais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de solo analisada foi coletada por meio de perícia ambiental, realizada após a suspeita de contaminação por resíduos laboratoriais em uma área fictícia, com o intuito de verificar as condições de contaminação do solo. O objetivo da análise foi identificar alterações físico-químicas e microbiológicas, avaliando os possíveis impactos decorrentes do descarte inadequado de substâncias químicas.

O primeiro parâmetro de destaque foi o pH, cujo valor obtido foi 9,35, indicando que o solo apresenta caráter fortemente alcalino. Esse resultado sugere descarte irregular de substâncias básicas, capaz de alterar significativamente o equilíbrio natural do ambiente edáfico. Em condições tão alcalinas, os nutrientes tendem a permanecer indisponíveis e a microbiota do solo encontra dificuldades para se desenvolver, comprometendo a saúde e a capacidade de sustentação biológica do solo (Dias Oliveira, 2016). No que se refere à nutrição, os valores de Carbono Orgânico (0,31%) e de Matéria Orgânica Total (0,53%) encontram-se abaixo dos níveis considerados adequados, evidenciando o empobrecimento do solo. Esses resultados indicam que a ação de substâncias químicas pode ter acelerado processos de degradação ou

A avaliação microbiológica também apresentou resultados relevantes. Todos os meios de cultura utilizados demonstraram crescimento microbiano positivo, com destaque para o meio VB (Verde Brilhante), que evidenciou a presença de coliformes totais, e para o meio EC (Escherichia coli), que confirmou a contaminação por Escherichia coli. Os resultados foram superiores a 1.100, com crescimento observado até a diluição  $10^{-9}$ , não havendo desenvolvimento microbiano a partir dessa diluição. Esses dados indicam uma elevada carga bacteriana inicial, embora limitada em diluições mais altas, o que demonstra densidade microbiana significativa, mas não excessiva. Durante a análise microbiológica, foi observada uma placa de Petri referente à diluição  $10^{-5}$ , na qual foram contabilizadas 117 colônias bacterianas. A partir desse valor, a contagem em

placa resultou em  $1,1 \times 10^7$  UFC/g de solo, representando uma quantidade expressiva de micro-organismos viáveis. Esse achado demonstra que, apesar das condições químicas adversas, o solo mantém uma microbiota ativa, composta por espécies resistentes ou adaptadas à contaminação.

De forma mais específica, o meio VB evidenciou a presença de coliformes, confirmada pelo meio EC, que identificou Escherichia coli (E. coli), bactéria indicadora de contaminação fecal e biológica. A detecção desse micro-organismo reforça a hipótese de que o solo foi exposto não apenas a resíduos químicos, mas também a materiais biológicos de origem laboratorial, ampliando os riscos sanitários e ambientais da área (Liang Z. et al., 2011). Portanto, os resultados demonstram que a contaminação por resíduos laboratoriais alterou de forma significativa o equilíbrio do solo, tornando-o quimicamente alcalino, biologicamente empobrecido e colonizado por microrganismos resistentes, incluindo E. coli. Esses achados reforçam a necessidade de manejo e descarte rigoroso de resíduos químicos e biológicos, a fim de proteger o meio ambiente e preservar a integridade dos ecossistemas terrestres (Figura 1).

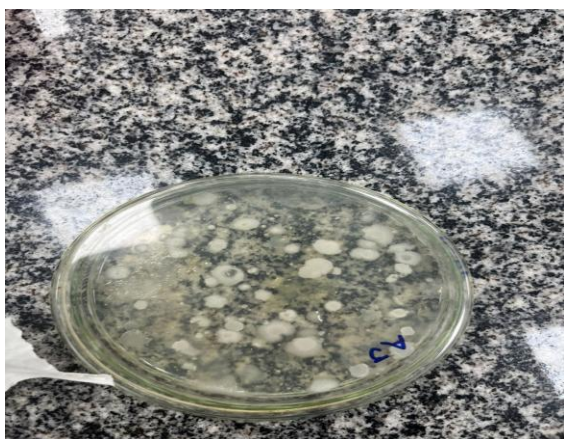


Figura 1- Placa de petri com diluição referente a  $10^{-5}$ .

O meio de cultura VB indicou a presença de coliformes, o que foi posteriormente confirmado pelo meio EC, que revelou a existência de *Escherichia coli* (E. coli), uma bactéria que serve como marcador de contaminação de origem fecal e biológica (Figura 2.)

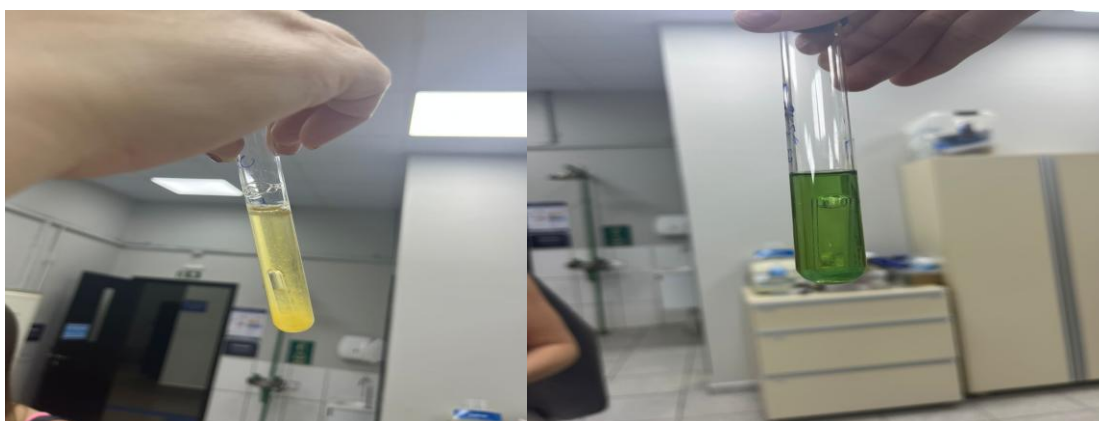


Figura 2- Tubo com meio de cultura EC positivo, e tubo com meio de cultura VB positivo.  
Fonte: Autores (2025)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo desse projeto demonstram que foi possível atingir os objetivos propostos inicialmente, ao identificar e analisar os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos laboratoriais. As análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de solo revelaram alterações significativas, confirmando a presença de agentes contaminantes e reforçando a necessidade de práticas mais seguras e conscientes no manejo desses resíduos.

Apesar da relevância dos dados obtidos, o trabalho enfrentou limitações como o acesso restrito a determinadas áreas de coleta e equipe reduzida para execução das

# SIMPAP

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação de Paroquias

atividades, e possível ampliar a investigação para outros tipos de resíduos de serviços de saúde, além de promover ações educativas e políticas públicas voltadas à gestão ambiental e à fiscalização do descarte de resíduos laboratoriais.

Realização



Núcleo de  
Empreendedorismo,  
Pesquisa e Extensão  
Integrado

Apoio



## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa gratidão à professora Aline Natalia de Santi e a professora Lilian Gavazzoni, cuja orientação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Agradecemos também ao Centro Universitário Integrado pela estrutura oferecida e pela oportunidade de aplicar nossos conhecimentos na prática. Reconhecemos com carinho todos os colegas e profissionais que contribuíram com ideias, incentivo e colaboração ao longo do processo. Este trabalho representa o esforço coletivo de pessoas comprometidas com a pesquisa, a educação e a preservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

SOUZA, Tania Cristina; OLIVEIRA, Cristiane Frizzo de; SARTORI, Hiram Jackson Ferreira. Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em estabelecimentos públicos de municípios que recebem Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológicos no Estado de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 571–580, out./dez. 2015.

STÁBILE, Everson. Identificação físico-química e bacteriológica dos resíduos em laboratório de análises clínicas ambientalmente correto. **Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto**, 2019.

LIANG, Z. et al. Survival of Escherichia coli in soil with modified microbial community. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n. 11, p. 2120-2126, 2011.

WANG, H. et al. Soil pH and microbial diversity constrain the survival of Escherichia coli in soil. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 79, n. 5, p. 1671-1679, 2013.

# SIMPAR

SIMPAR - Simpósio de Pesquisa, Inovação e Inovação do Paraná

DIAS, G. M., OLIVEIRA, V. R. pH e umidade do solo não explicam a montagem da comunidade vegetal de floresta estacional semidecidual em regeneração após silvicultura. **Revista do Instituto Florestal**, v. 28, n. 2, 2016.

Realização



Núcleo de  
Empreendedorismo,  
Pesquisa e Extensão  
Integrado

Apoio

