

## Perícia ambiental e saúde pública: impactos dos resíduos laboratoriais no solo

Ana Gabriela dos Santos Pauluk, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Gabrielly Borgo de Oliveira, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Karolyne Nauroski, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

Sabrina Bianca da Silva de Souza, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil

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

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

Caroline Bitencourt, Biomedicina, Centro Universitário Integrado, Brasil,  
caroline.silveira@grupointegrado.br

O objetivo principal deste projeto é analisar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos laboratoriais, empregando análises físico-químicas e microbiológicas em amostras do meio ambiente. Isso ajuda na melhoria e fornece informações técnicas que auxiliam na identificação e prevenção desses danos. O estudo incluiu a coleta de solo em uma cena de crime simulada para fins acadêmicos, sob a supervisão da professora de Perícia Criminal. A amostra foi composta por três porções de solo coletadas em diferentes locais da área, representando diversas condições de exposição e possíveis níveis de contaminação. Os resultados indicam que as metodologias utilizadas para avaliar a qualidade ambiental do solo são eficientes, possibilitando a identificação de alterações associadas à presença de contaminantes.

**Palavra-chave:** Descarte de resíduos laboratoriais. Contaminação do solo. Análise microbiológica. Perícia ambiental. Saúde Pública.

The main objective of this project is to analyze the environmental impacts resulting from the improper disposal of laboratory waste, employing physicochemical and microbiological analyses on environmental samples. This helps improve and provides technical information that assists in the identification and prevention of these damages. The study included soil collection at a simulated crime scene for academic purposes, under the supervision of a professor of Criminalistics. The sample consisted of three soil portions collected from different locations in the area, representing various exposure conditions and possible levels of contamination. The results indicate that the methodologies used to assess the environmental quality of the soil are efficient, enabling the identification of alterations associated with the presence of contaminants.

**Keywords:** Disposal of laboratory waste. Soil contamination. Microbiological analysis. Environmental expertise. Public health.

## INTRODUÇÃO

A análise simulada pericial de danos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos laboratoriais tem como objetivo identificar e medir os efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de solo, água e ar, a fim de detectar contaminantes como metais pesados e microrganismos patogênicos e outros compostos que representam riscos ambientais (Penatti,2011).

Devido à grande complexidade da composição dos resíduos de laboratório que envolvem misturas químicas, biológicas e materiais de diferente natureza, torna-se indispensável que sua destinação seja feita de forma correta e específica, a fim de evitar impactos negativos a sociedade e ao meio ambiente (Penatti,2011). Os Laboratórios de Análises Clínicas utilizam diariamente diversos produtos químicos perigosos, reagentes tóxicos, e até substâncias cancerígenas, que, quando não recebe o tratamento e a destinação adequada, tornam-se potenciais fontes de contaminação (Lopes,2019).

No contexto do gerenciamento de resíduos laboratoriais, está na falha do manejo especializado, que é devido ao descarte irregular desses resíduos ao meio ambiente, pois muitos laboratórios, por ausência de controle rigoroso ou desconhecimento técnico, ou até mesmo falha na cobrança de um supervisor, acabam liberando resíduos perigosos sem o devido tratamento ou fora das normas legais estabelecidas. E com isso faz com que haja graves ameaças ao meio ambiente, causando contaminação no solo, recursos hídricos, acometendo alterações físico-químicas, como variações de pH (Lopes,2019).

O descarte irregular desses resíduos compromete a qualidade do solo e da água, podendo alterar parâmetros físico-químicos (como o pH e a condutividade), além de favorecer a presença de microrganismos patogênicos. Isso gera sérias consequências para o meio ambiente e para a saúde pública, já que aumenta o risco de doenças, degrada ecossistemas e coloca em perigo comunidades que dependem desses recursos naturais.

O objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos laboratoriais por meio das avaliações físico-químicas e microbiológicas em amostras ambientais, ajudando na melhoria e fornecendo dados técnicos que auxiliem para identificação e prevenção desses danos.

## MÉTODO

Este projeto é do tipo experimental e descritivo, com abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvido em ambientes de campo e de laboratório. A primeira etapa do trabalho consistiu na coleta de solo em uma área simulada de crime com fins acadêmicos, sob a supervisão da professora de Perícia Criminal. A amostra foi composta por três porções de solo coletadas em pontos distintos da área, representando diferentes condições de exposição e possíveis níveis de contaminação. Foram utilizadas luvas, espátulas e frascos estéreis, a fim de evitar

contaminações cruzadas. As amostras foram devidamente identificadas com informações sobre o ponto de coleta, data e hora.

Posteriormente à coleta, as amostras foram transportadas em caixas térmicas para o laboratório, onde permaneceram acondicionadas até a etapa de análise. Na segunda fase do projeto, foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas das amostras, sob a orientação da professora da disciplina de Análises Ambientais e de Alimentos.

A análise físico-química teve como objetivo determinar parâmetros como pH, condutividade elétrica e matéria orgânica. Na prática 1, foi determinado o pH do solo por meio de suspensão em água destilada e em solução de KCl 1 mol/L, utilizando um pHmetro calibrado com soluções padrão. A diferença entre os valores de pH em H<sub>2</sub>O e em KCl foi utilizada como indicativo da acidez potencial do solo.

Outro parâmetro avaliado foi a condutividade elétrica do solo, essencial para avaliar a salinidade e a presença de íons dissolvidos. Os dados obtidos foram interpretados com base em faixas de referência que indicam os possíveis níveis de contaminação por sais e resíduos químicos.

Para complementar, foi aplicado o método Walkley-Black modificado, utilizando permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) em meio ácido preparado com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para determinar o teor de carbono orgânico nas amostras. A determinação quantitativa foi realizada por titulação do reagente oxidante com solução padrão de oxalato de sódio. Os resultados foram expressos em percentual de carbono (%C) e, após conversão para percentual de matéria orgânica (%M.O.), permitiram avaliar a concentração de material orgânico no solo.

Na última etapa, correspondente à análise microbiológica, as amostras foram homogeneizadas e foi retirada uma unidade analítica para os ensaios. Utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, com os caldos Lauril sulfato triptose (LST), Verde Brilhante (VB) e *Escherichia coli* (EC), incubados em temperaturas específicas. A formação de gás nos tubos foi considerada indicativa da presença de microrganismos.

## CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO-PROBLEMA

A falta de informação e de orientação adequada sobre o descarte correto de resíduos laboratoriais ainda é uma realidade em muitos ambientes de ensino, pesquisa e serviços. Essa ausência de conhecimento pode resultar em práticas inadequadas que comprometem a qualidade do solo, a saúde pública e o equilíbrio ambiental.

Diante desse cenário, este projeto busca aproximar os alunos da realidade enfrentada em situações de contaminação ambiental, promovendo a compreensão dos riscos associados ao manejo incorreto de resíduos. Para isso, será realizada uma investigação em um local previamente identificado com solo contaminado, permitindo que os estudantes analisem o problema de forma prática e crítica.

Assim, o projeto tem como objetivo sensibilizar e formar profissionais mais conscientes, evidenciando a importância do descarte responsável e os impactos que a desinformação pode causar tanto à população quanto ao meio ambiente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises físico-químicas e microbiológicas realizadas na amostra de solo coletada na área simulada de crime revelaram diferenças marcantes entre os pontos avaliados, refletindo variações nas condições ambientais e possíveis indícios de contaminação de origem antrópica.

Os parâmetros analisados incluíram o pH, que é um dos parâmetros químicos mais monitorados e controlados nos processos industriais. Através do valor do pH determina-se se uma solução apresenta caráter ácido, neutro ou alcalino (Digimed, [s.d.]). Observou-se que a amostra apresentou um pH em torno de 5,4, indicando um solo levemente ácido. Esse tipo de acidez dificulta a absorção de nutrientes essenciais pelas plantas e pode aumentar a disponibilidade de elementos tóxicos, como alumínio e manganês, prejudicando o desenvolvimento da vegetação (Agro advance, [s.d.]).

Em relação à condutividade elétrica, observou-se que a amostra apresentou o valor mais elevado, próximo a 610  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sugerindo um aumento da concentração de sais dissolvidos e, conseqüentemente, maior salinidade. Esse valor ultrapassa a faixa considerada normal para solos não impactados, que geralmente não excede 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

O teor de matéria orgânica variou entre 1,7% e 1,5%, situando-se dentro da faixa normalmente observada em solos. No entanto, a amostra apresentou um percentual de matéria orgânica reduzido, o que pode resultar do uso intenso e da pouca reposição de resíduos no solo. Estudos mostram que práticas ou distúrbios que promovem a remoção da cobertura superficial e a revolução do solo aceleram a degradação da matéria orgânica e reduzem seu teor, mesmo em ambientes contaminados (Manzeke-kangara et al., 2025).

Os resultados físico-químicos, quando analisados em conjunto, apontam que a amostra foi afetada por alterações ambientais, apresentando acidez acentuada, condutividade elétrica elevada e teor de matéria orgânica reduzido. Tais características podem estar relacionadas à presença de resíduos químicos ou biológicos introduzidos na área, o que é compatível com o cenário de simulação de contaminação na cena de crime.

As análise microbiológica de tubos múltiplos apresentou um valor de NMP de coliformes totais determinado a partir da sequência de tubos positivos (3-1-1) no caldo VB. De acordo com a tabela de NMP, essa sequência corresponde a 75 NMP/100mL. Esse resultado indica a presença de coliformes ambientais, geralmente associados a solo, vegetação ou água não tratada, sem indicar necessariamente contaminação fecal.

Por outro lado, no caldo EC, a sequência observada foi (2-1-0), correspondendo na tabela a 15 NMP/100mL. Esse valor confirma a presença de coliformes termotolerantes, a espécie *Escherichia coli*, caracterizando contaminação fecal recente por fezes humanas ou animais (figura 1).

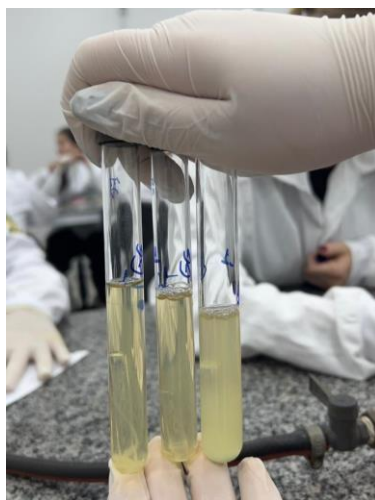


Figura 01 – Resultado do tubo de Duran

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do projeto de extensão voltado à análise de solos contaminados permitiu entender a relevância do descarte adequado de resíduos laboratoriais. Por meio de pesquisas, é possível identificar. Assim, os objetivos propostos foram atingidos, pois as empresas puderam vincular a relevância de monitorar os resíduos até seu destino final com a análise realizada. Recomenda-se, para trabalhos futuros, aprofundar a investigação em diferentes lugares, a fim de ampliar ainda mais os benefícios e o conhecimento gerado por este estudo.

## REFERÊNCIA

AFONSO, J. C., et al. **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final**. Química Nova 26 (2003): 602-611.

AGRO ADVANCE. **Solos Ácidos: O que é Acidez do Solo?** [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-solos-acidos-o-que-e-acidez-do-solo/>.

Acesso em: 20 nov. 2025.

DIGIMED. **O que é pH**. São Paulo, [s.d.]. Disponível em: <https://www.digimed.ind.br/br/suporte/blog/o-que-e-ph>. Acesso em: 20 nov. 2025.

# 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

FILIZOLA, H. F. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos.** Eds. Marco Antônio Ferreira Gomes, and Manoel Dornelas de Souza. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

LOPES, C. S. G.; STÁBILE, E. **Identificação físico-química e bacteriológica dos resíduos gerados em um laboratório de análises clínicas usando o descarte ambientalmente correto.** 2019. Monografia (Graduação em Farmácia) – Universidade de Ribeirão Preto, Birigui, 2019.

PENATTI, F. E.; LIMA-GUIMARÃES, S. T. de. Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 109– 125, jan./jun. 2011.