

Perícia ambiental em resíduos laboratoriais: estudo físico-químico e microbiológico dos impactos do descarte irregular.

Ísis de Paiva Chinaglia, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Jéssica Maiara da Mota, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Gabriela Fiori Cortez, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Maria Eloisa Cirilo, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Rayane Sanches Mel, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Rafaella Martins, Biomedicina, Centro Educacional Integrado, Brasil;

Caroline Bittencourt da Silva, Direito, Centro Educacional Integrado, Brasil,
caroline.silveira@grupointegrado.br ;

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

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos laboratoriais, utilizando avaliações físico-químicas e microbiológicas como instrumentos periciais de diagnóstico ambiental. A pesquisa foi conduzida a partir de uma simulação de análise pericial, respeitando a cadeia de custódia das amostras coletadas em um local de suposto crime ambiental. No laboratório, foram realizadas análises físico-químicas (pH, condutividade elétrica e quantificação da matéria orgânica) e análises microbiológicas voltadas à determinação de coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas. Os resultados permitiram identificar indícios de contaminação química e biológica no solo, demonstrando a importância do gerenciamento adequado dos resíduos laboratoriais para a preservação ambiental e a saúde pública. Além disso, o estudo busca compartilhar esse conhecimento com a comunidade, promovendo conscientização sobre os riscos do descarte incorreto e incentivando práticas sustentáveis que contribuam para a proteção ambiental e o bem-estar coletivo.

Palavras-chave: Perícia ambiental. Gestão de resíduos. Qualidade do solo. Indicadores microbiológicos. Sustentabilidade.

Abstract: This study aimed to analyze the environmental impacts caused by the improper disposal of laboratory waste, employing physicochemical and microbiological assessments as forensic tools for environmental diagnosis. The research was conducted through a simulated forensic analysis, following the chain of custody of samples collected at a suspected environmental crime scene. In the laboratory, physicochemical analyses (pH, electrical conductivity, and organic matter quantification) and microbiological analyses for the detection of total and thermotolerant coliforms, as well as heterotrophic bacteria, were performed. The results indicated evidence of chemical and biological contamination in the soil, highlighting the importance of proper laboratory waste management for environmental preservation and public health. Furthermore, the study aims to disseminate this knowledge to the community, raising

awareness of the risks associated with improper disposal and encouraging sustainable practices that contribute to environmental protection and collective well-being.

Keywords: Environmental assessment. Waste management. Soil quality. Microbial indicators. Environmental protection.

INTRODUÇÃO

O manuseio incorreto e o descarte inadequado de materiais e resíduos laboratoriais, que incluem componentes físico-químicos e microbiológicos, provocam entupimentos em bueiros, poluição ambiental e proliferação de doenças, afetando diretamente o ecossistema. Quando esses resíduos atingem o solo e corpos hídricos, como rios e sistemas de drenagem, podem se acumular e se espalhar por processos naturais, gerando contaminação persistente que compromete a agricultura, a biodiversidade e a saúde humana (Estevo, 2023).

Considerando os impactos diretos sobre o solo e a água, sabe-se que o descarte indevido de efluentes industriais é um dos principais causadores de danos ambientais. Os componentes físico-químicos e microbiológicos desses resíduos modificam características essenciais do meio, como composição, cor, turbidez e equilíbrio químico, colocando em risco a saúde de pessoas, animais e plantas (Castro, 2023).

As análises laboratoriais envolvem substâncias que exigem manuseio e descarte adequados, justamente para evitar danos ao ambiente e, conseqüentemente, ao ecossistema. Assim, cabe aos laboratórios realizar o acondicionamento correto desses materiais, de modo que, após o descarte, o impacto ambiental seja minimizado. O descarte incorreto favorece a proliferação de doenças, altera a composição física da matéria orgânica presente em solos e águas e amplia a poluição que afeta a população (Oliveira, 2025).

A Resolução nº 358/2005 do CONAMA estabelece normas para o tratamento e a destinação final de resíduos de serviços de saúde e de resíduos químicos perigosos, com o objetivo de prevenir descartes inadequados que possam causar graves impactos ambientais. Quando tais infrações ocorrem, torna-se necessária a realização de perícia no local do crime, a fim de coletar e analisar provas que comprovem a contaminação e o dano ambiental (Carrara, 2020).

A perícia ambiental é fundamental para compreender os impactos provocados pelo descarte irregular de resíduos laboratoriais, pois permite identificar a origem dos materiais, os meios de contaminação e as formas como esses resíduos afetam o meio ambiente e a saúde pública. Essa análise detalhada relaciona diferentes tipos de evidências, físicas, químicas e biológicas, possibilitando um diagnóstico técnico e preciso dos danos ambientais. Nesse contexto, a investigação do dano ambiental exige uma análise pericial capaz de gerar dados científicos que comprovem a contaminação. Parâmetros como o pH do solo,

indicador de despejo de reagentes químicos, e a quantificação de coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas, que revelam contaminação biológica e orgânica, permitem avaliar de forma integrada a extensão e a natureza do impacto (Urias, 2024).

Dessa forma, a perícia ambiental contribui para embasar decisões técnicas e legais sobre a gestão dos resíduos, além de orientar medidas corretivas e preventivas que impeçam a recorrência da contaminação. Assim, torna-se possível proteger o ecossistema e a comunidade, promovendo práticas mais seguras e sustentáveis no descarte de resíduos provenientes de análises laboratoriais (Oliveira, 2020).

Portanto, o objetivo geral deste estudo foi analisar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos laboratoriais, por meio de avaliações simuladas físico-químicas e microbiológicas, a fim de fornecer informações periciais que contribuam para a prevenção e mitigação de danos ao meio ambiente e à saúde pública.

MÉTODO

A metodologia aplicada neste estudo teve início com a simulação de uma análise pericial ambiental, pautada nos princípios da cadeia de custódia. Essa etapa consistiu em garantir a rastreabilidade, autenticidade e integridade das amostras coletadas no local do suposto crime ambiental, relacionado ao descarte irregular de resíduos laboratoriais. Todo o processo de coleta foi devidamente registrado, desde a identificação da área até o acondicionamento e transporte das amostras, assegurando que não houvesse contaminação cruzada nem perda de material. As amostras de solo foram coletadas em diferentes pontos da área afetada, utilizando espátulas e recipientes esterilizados, devidamente lacrados, rotulados e armazenados sob refrigeração até a chegada ao laboratório (Embrapa, 2017).

No laboratório, teve início a etapa de análises físico-químicas e microbiológicas. A primeira fase envolveu a caracterização físico-química do solo, por meio de ensaios destinados a identificar possíveis alterações provocadas pela presença de substâncias químicas de resíduos laboratoriais. O pH foi determinado utilizando pHmetro de bancada devidamente calibrado, a fim de avaliar o grau de acidez ou alcalinidade da amostra. Em seguida, foi medida a condutividade elétrica, que permite inferir o teor de sais dissolvidos e a presença de íons contaminantes.

A quantificação da matéria orgânica foi conduzida pelo método de Walkley-Black modificado, utilizando dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), seguido de titulação com sulfato ferroso ($FeSO_4$). Essa análise permitiu identificar o nível de matéria orgânica degradável, associada à contaminação de origem biológica e química. Complementarmente, foram determinados parâmetros como cor, odor e textura, que auxiliam na descrição das características físicas do solo e possíveis modificações ambientais perceptíveis.

Na etapa seguinte, procederam-se às análises microbiológicas, com o objetivo de detectar microrganismos indicadores de contaminação fecal e biológica. Inicialmente, uma porção da amostra foi homogeneizada e submetida a diluições decimais seriadas, realizadas em solução salina esterilizada. A determinação de coliformes totais e termotolerantes foi feita pelo método dos tubos múltiplos, utilizando Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) na etapa presuntiva e Caldo Verde Brilhante Bile (BGBL) na etapa confirmatória. Para a detecção de *Escherichia coli*, utilizou-se Caldo EC, incubado a 44,5 °C, garantindo a identificação de bactérias indicadoras de contaminação de origem fecal.

A contagem de bactérias heterotróficas foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade (Pour Plate), utilizando o meio Plate Count Agar (PCA). As placas foram incubadas a 35 °C por 48 horas, sendo posteriormente contadas as colônias formadas (UFC/g). Este parâmetro permite avaliar o nível de carga microbiana do solo e sua relação com a qualidade sanitária do ambiente. As análises microbiológicas foram conduzidas em condições assépticas, sob cabine de segurança biológica, garantindo a segurança e a confiabilidade dos resultados (Rangel et al, 2019).

Todas as etapas seguiram rigorosamente as normas de biossegurança e boas práticas laboratoriais, assegurando a validade dos dados obtidos. Assim, o conjunto de análises físico-químicas e microbiológicas, associado à observância da cadeia de custódia, permitiu compreender com precisão a natureza e a extensão dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos laboratoriais, configurando um diagnóstico técnico completo para fins periciais.

CONTEXTO DO PROJETO OU SITUAÇÃO PROBLEMA

A situação-problema deste estudo está relacionada ao descarte inadequado de resíduos laboratoriais, após análise pericial em um local de cena do crime, que compromete diretamente a qualidade do solo e da água. Esses descartes alteram características físico-químicas e microbiológicas do ambiente, provocando contaminação e desequilíbrio ecológico, além de representar riscos à saúde humana e animal.

Diante desse cenário, torna-se necessário investigar de que forma o manejo incorreto desses materiais influencia o ecossistema e buscar estratégias que promovam a conscientização sobre o descarte correto. A proposta visa, ainda, compartilhar com a comunidade o conhecimento obtido por meio das análises realizadas, reforçando a importância da educação ambiental e do engajamento coletivo na preservação dos recursos naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados físico-químicos, observou-se um pH em água de **4,65** e um pH em KCl de **4,30**, resultando em um **ΔpH de 0,35**. Esse valor indica acidez potencial baixa, demonstrando que o solo apresenta uma reação levemente ácida, típica de solos tropicais. Embora o ΔpH baixo sugira que a acidez ativa e a acidez potencial estejam próximas, o pH inferior a 5,0 revela um ambiente que pode limitar a disponibilidade de nutrientes essenciais, como cálcio, magnésio e potássio, além de aumentar a solubilidade de metais tóxicos, como o alumínio (Al^{3+}). Dessa forma, mesmo apresentando acidez moderada, o solo pode demandar manejo corretivo com calcário, a fim de equilibrar o pH e preservar a atividade biológica e a fertilidade do ambiente (Soil Quality, s.d.).

A condutividade elétrica (CE) obtida foi de **$810 \mu\text{S cm}^{-1}$** , valor elevado que indica alta salinidade. A CE reflete a concentração de íons dissolvidos e, quando excessiva, pode causar estresse salino, prejudicando a germinação, o crescimento das plantas e a atividade microbiana do solo (Haj-Amor et al., 2022). Tais condições exigem manejo adequado e controle da irrigação para evitar o acúmulo de sais e preservar a fertilidade.

A matéria orgânica (%MO) apresentou valor de **4,3%**, acima da faixa ideal (1,5–3,0 %), sugerindo acúmulo de compostos orgânicos possivelmente provenientes de resíduos ou dejetos animais (Zhang et al., 2013). O excesso de MO pode promover decomposição anaeróbica, liberação de gases tóxicos e acúmulo de nutrientes, reduzindo a oxigenação e prejudicando as raízes. Apesar disso, a matéria orgânica desempenha papel essencial na fertilidade e no armazenamento de carbono (Gerke, 2022).

Dessa forma, os resultados indicam que o solo apresenta elevada carga microbiológica e alterações físico-químicas significativas, refletindo impactos ambientais e riscos sanitários potenciais. A continuidade do monitoramento microbiológico e químico é essencial para o manejo sustentável do solo, prevenindo contaminações futuras e garantindo sua funcionalidade ecológica e agrícola.

As análises microbiológicas foram realizadas por meio de diluições seriadas decimais, indo de 10^1 até 10^{-9} , apresentando redução progressiva da carga microbiana conforme o aumento do grau de diluição, conforme esperado para esse tipo de procedimento. Nas diluições 10^{-1} e 10^{-2} observou-se crescimento bacteriano intenso, com mais de 300 colônias em ambas as placas, impossibilitando a contagem, uma vez que ultrapassam o intervalo ideal estabelecido para análises microbiológicas, que deve ser de 30 a 300 colônias totais por placa. A diluição 10^{-3} foi a única que apresentou colônias dentro da faixa ideal, com 46 colônias visíveis, portanto a placa selecionada para o cálculo oficial da concentração microbiana do solo. A partir dessa contagem, calculou-se a carga microbiana multiplicando-se o número de colônias pelo inverso da

diluição, resultando em 46×10^3 , o que corresponde a $4,6 \times 10^4$ UFC/g de solo, conforme figura 1.

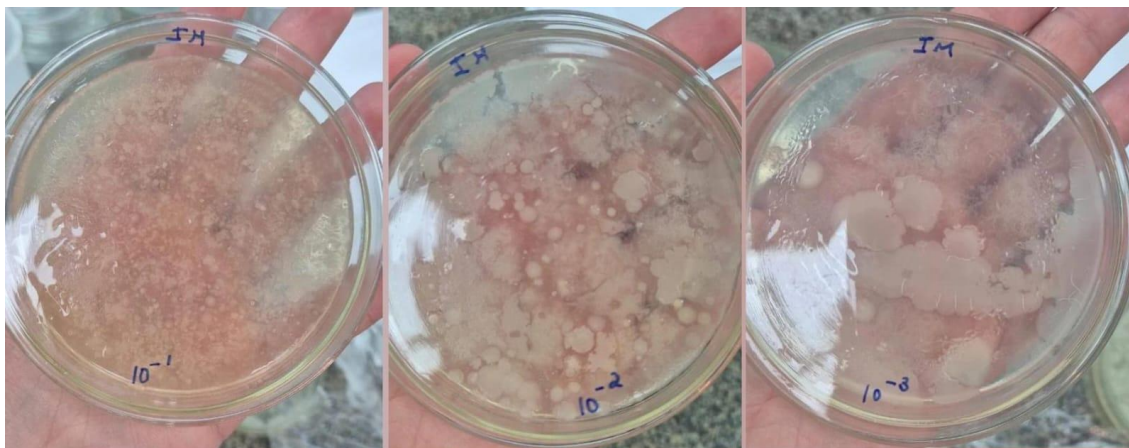


Figura 1. Placas de Petri com número incontável de colônias bacterianas.

As placas referentes às diluições 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} apresentaram valores abaixo de 30 colônias e, portanto, foram desconsideradas, pois se encontram fora da faixa de contagem adequada, conforme figura 2.



Figura 2. Placas de Petri com número de contagem possível das colônias bacterianas.

Já nas diluições mais altas, como 10^{-7} , 10^{-8} e 10^{-9} , não houve crescimento microbiano visível, indicando que a concentração de bactérias nessas diluições estava abaixo do limite de detecção do método, conforme figura 3.

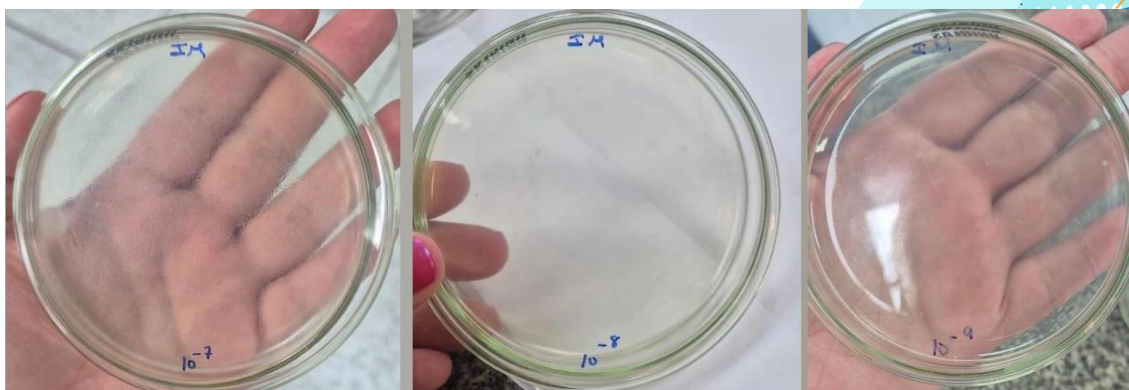


Figura 3. Placas de Petri em que não houveram crescimento visual bacteriano.

Os valores elevados de contagem de colônias observados nas primeiras diluições (10^{-1} e 10^{-2}) indicam que, na amostra de solo analisada, composta por 25 g de solo diluídos em 250 mL de solução, existe uma alta carga microbiana viável. Essa elevada população de microrganismos sugere que o solo contém quantidade significativa de matéria orgânica disponível, como restos vegetais e exsudatos de raízes, que servem de substrato para a atividade biológica (Leed, 2021). Conseqüentemente, processos essenciais do solo, como decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e mineralização, tendem a ocorrer de forma intensificada. Além disso, a presença de uma comunidade microbiana numerosa contribui para a alteração das propriedades físicas e químicas do solo, uma vez que microrganismos produzem substâncias extracelulares que promovem a agregação das partículas do solo, aumentando a estabilidade estrutural, a porosidade e a capacidade de infiltração de água (Bald; Medeiros; Gomes; Silva, 2021).

No entanto, uma carga microbiana excessivamente elevada pode também indicar um desequilíbrio potencial, especialmente em solos que contenham resíduos orgânicos ou contaminantes, pois pode acelerar a decomposição de matéria orgânica, favorecer a liberação rápida de nutrientes e, em alguns casos, criar condições propícias para o crescimento de microrganismos oportunistas ou patogênicos. Dessa forma, no contexto da análise pericial de solos, a alta contagem de colônias nas primeiras diluições evidencia tanto a riqueza em matéria orgânica e a atividade biológica natural quanto a necessidade de avaliar outros parâmetros do solo, como composição química e presença de contaminantes, para interpretar corretamente se essa alta carga microbiana representa fertilidade ou sinais de perturbação ambiental (Delgado- Baquerizo, 2025).

A análise microbiológica do solo revelou a presença de coliformes termotolerantes em diversas amostras, indicando contaminação fecal, possivelmente associada ao uso de fertilizantes orgânicos não estabilizados, à proximidade de áreas de criação animal ou à infiltração de efluentes domésticos. A detecção de *Escherichia coli*, principal representante dos coliformes

termotolerantes, reforça essa hipótese, uma vez que esse microrganismo é típico do trato intestinal de animais homeotérmicos e não se multiplica naturalmente no solo (Hachich et al., 2012).

No que se refere à presença de coliformes, foram realizados testes em caldo Lauril Sulfato Triptose (VB), conforme figura 4 e caldo *Escherichia coli* (EC), conforme figura 5. No VB, todos os três tubos nas três diluições (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) foram positivos (arranjo 3-3-3), o que, segundo tabelas de NMP, corresponde a um valor **> 1.100 NMP/mL**, considerando série de 3 tubos. No EC, observou-se arranjo 3-2-1 (3 tubos positivos na diluição 10^{-1} , 2 na 10^{-2} e 1 na 10^{-3}), que corresponde aproximadamente **150 NMP/MI** para a combinação 3-2-1 nas tabelas padrão. Esses resultados indicam presença significativa de coliformes totais e termotolerantes, o que sugere contaminação fecal no solo – possivelmente originada de dejetos animais, resíduos orgânicos ou descargas de efluentes.

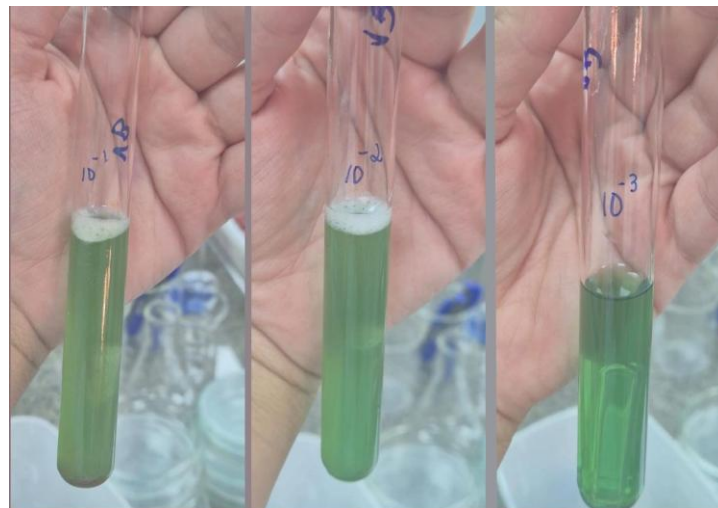


Figura 4. Crescimento microbiológico nos tubos de V.B.



Figura 5. Crescimento microbiológico nos tubos de E.C.

Os resultados indicam contaminação fecal moderada, associada à matéria orgânica em decomposição, dejetos animais ou resíduos humanos. A presença de *E. coli* é um indicador clássico de poluição fecal e de comprometimento da qualidade sanitária do solo (Beal et al., 2018). Esses achados reforçam a importância do monitoramento microbiológico do solo como ferramenta essencial para a avaliação da qualidade ambiental e prevenção de riscos à saúde pública, visto que solos contaminados podem atuar como reservatórios de patógenos e veículos de contaminação cruzada (Yao et al., 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos laboratoriais, utilizando análises físico-químicas e microbiológicas como instrumentos periciais para diagnóstico ambiental. A partir da revisão teórica, pôde-se compreender que a gestão incorreta desses resíduos representa uma ameaça significativa ao equilíbrio ecológico, à qualidade do solo e à saúde pública, ao promover contaminação química e biológica nos ecossistemas.

Dessa forma, conclui-se que o descarte inadequado de resíduos laboratoriais pode causar impactos ambientais e sanitários significativos, afetando a fertilidade do solo, a biodiversidade microbiana e a saúde coletiva. O estudo evidencia a importância das análises periciais como instrumentos técnico-científicos capazes de fornecer subsídios para decisões ambientais, auxiliando na elaboração de medidas preventivas e corretivas. Além disso, reforça-se a necessidade de conscientização e educação ambiental como estratégias fundamentais para reduzir a geração de resíduos e garantir práticas laboratoriais

seguras e sustentáveis, promovendo a preservação do meio ambiente e o bem-estar da sociedade.

Dessa forma, conclui-se que o descarte inadequado de resíduos laboratoriais tem potencial para causar sérios impactos ambientais e sanitários, afetando diretamente a fertilidade do solo, a biodiversidade microbiana e a saúde coletiva. O estudo evidencia a relevância das análises periciais como instrumento técnico-científico capaz de fornecer subsídios para decisões ambientais, auxiliando na elaboração de medidas preventivas e corretivas. Além disso, destaca-se a importância da conscientização e da educação ambiental como estratégias fundamentais para reduzir a geração de resíduos e garantir práticas laboratoriais seguras e sustentáveis, que promovam a preservação do meio ambiente e o bem-estar da sociedade.

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

BALD, D. R.; GOMES, M. A.; MEDEIROS, L. P.; SILVA, R. T. Microbiota do solo: a diversidade invisível e a sua importância. *Bio Diverso*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2021.

BEAL, J.; GAWLER, A.; RUZANTE, J.; *et al.* *Escherichia coli* contamination across multiple environmental compartments (soil, hands, drinking water, and handwashing water) in urban Harare: correlations and risk factors. [S.l.]: *PubMed*, 2018.

CARRARA, A. *Revista Criminalística e Medicina Legal*, v. 5, n. 1, p. 10–18, 2020. DOI: 10.51147/RCML037.2020.

CARVALHO, P. R. de. *Profissionais de saúde precisam estar protegidos, pois fazem parte da infraestrutura de resposta a esta epidemia*. Entrevista concedida a Julia Neves. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/Fiocruz), 7 abr. 2020.

CASTRO, J. G. D. *et al.* Educação em saúde: resíduos dos serviços de saúde e riscos ocupacionais. In: SANTOS, E. F. B. *et al.* (org.). *Ciência, saúde e estuários: pesquisa e extensão*. São Luís: Seven Editora, 2023.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli – técnica de tubos múltiplos*. São Paulo: CETESB, 2018. 30 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009*. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.

DELGADO-BAQUERIZO, M. *et al.* The invisible architects: microbial communities and their transformative role in soil health and global climate changes. *Environmental Microbiome*, 2025.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2017.

ENESI, A. Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability – a meta-analysis. *Frontiers in Agronomy*, 2023.

ESTEVO, G. B. *et al.* *Gerenciamento e descarte de resíduos químicos em laboratório de ensino*. 2023.

GERKE, J. The central role of soil organic matter in soil fertility and carbon storage. *Soil Systems*, v. 6, n. 2, p. 33, 2022.

HACHICH, E. M. *et al.* Comparison of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 43, n. 4, p. 1201–1208, 2012.

HAJ-AMOR, Z. *et al.* Soil salinity and its associated effects on soil microorganisms, greenhouse gas emissions, crop yield, biodiversity and desertification: a review. *Science of the Total Environment*, v. 843, p. 156946, 2022.

LEE, B. D. *et al.* Revisiting soil bacterial counting methods: optimal soil storage and pretreatment methods and comparison of culture-dependent and culture-independent methods. *PLOS ONE*, v. 16, n. 2, e0246142, 2021.

OLIVEIRA, A. F. *et al.* Biossegurança: o manuseio e descarte de materiais infecciosos em laboratório. *Brazilian Journal of Health Review*, [S.l.], v. 8, n. 3, p. e79735, 2025.

OLIVEIRA, R. S. *Cadeia de custódia*. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

RANGEL, O. *et al.* Avaliação da contaminação ambiental por resíduos laboratoriais. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 14, n. 2, p. 95–102, 2019.

SILVA, N. da; *et al.* *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2021.

SOIL QUALITY. *Soil acidity: fact sheets*. [S.23.]: [s 12.], [s.19.].

SOUZA, A. C. S. *et al.* Descarte de resíduos infectantes: informações. *Eletrônica de Enfermagem*, v. 17, n. 1, p. 124–130, 2015.

URIAS, M. B. *A perícia criminal em áreas contaminadas e as contribuições da CETESB*. São Paulo, 2024.

YAO, Z.; WANG, H.; WU, L.; WU, J.; BROOKES, P. C.; XU, J. Interaction between the microbial community and invading *Escherichia coli* O157:H7 in soils from vegetable fields. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 80, n. 1, p. 70–76, 2014.

ZHANG, X.; WANG, H.; ZHOU, W.; *et al.* Effect of composting on dissolved organic matter in animal manure and its binding with Cu. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 20, n. 11, p. 8031–8038, 2013.