

ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS PELO CEMITÉRIO DE SANTO AMARO, RECIFE, PERNAMBUCO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.I-022>

Ana Gabriella dos Santos Batista de Menezes*, Eduardo Antonio Maia Lins, Lilia Albuquerque da Silva, Lara Tainã Souza Gomes, Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira

* Geóloga, formada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no ano de 2015. Doutora em Geociências na área de Hidrogeologia (UFPE) no ano de 2022. Email: anaghababy20@hotmail.com

RESUMO

Este estudo analisou os impactos ambientais decorrentes das atividades do Cemitério de Santo Amaro, localizado na cidade do Recife, Pernambuco, utilizando como base metodológica a Matriz de Leopold Adaptada e os critérios da Resolução CONAMA nº 335/2003. O cemitério, implantado em área urbana densamente povoada e com solo predominantemente arenoso, apresenta graves deficiências estruturais, como a ausência de drenagem pluvial e impermeabilização dos túmulos. A decomposição cadavérica gera necrochorume, cuja infiltração no solo foi constatada por análises tátil-visuais, hidroquímicas e geotécnicas, revelando alterações na qualidade da água subterrânea, com concentração elevada de cloretos, nitratos, metais pesados e parâmetros físico-químicos fora dos padrões legais. A matriz de Leopold indicou que os maiores impactos negativos incidem sobre a água subterrânea, o solo e a saúde pública. A presença de árvores frutíferas dentro do cemitério, utilizadas como complemento alimentar por moradores do entorno, agrava os riscos sanitários. Por outro lado, ações mitigadoras como reflorestamento e limpeza periódica apresentaram impactos positivos e podem ser incorporadas a um plano de gestão ambiental. O estudo evidencia a necessidade urgente de intervenções estruturais, educação ambiental e monitoramento contínuo da qualidade ambiental nas áreas de sepultamento urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Cemitério urbano, Impacto ambiental, Contaminação hídrica, Matriz de Leopold, Saúde pública.

ABSTRACT

This study assessed the environmental impacts caused by the activities of the Santo Amaro Cemetery, located in Recife, Pernambuco, Brazil, using the Adapted Leopold Matrix and the criteria established by CONAMA Resolution No. 335/2003. The cemetery is situated in a densely populated urban area with predominantly sandy soil and presents significant structural deficiencies, such as the lack of stormwater drainage and impermeabilization of burial plots. The decomposition of human remains produces necrochorume, which infiltrates the ground and alters groundwater quality. Tactile-visual, geotechnical, and hydrochemical analyses revealed high concentrations of chlorides, nitrates, heavy metals, and other physicochemical parameters exceeding legal thresholds. The Leopold Matrix identified the most significant negative impacts on groundwater, soil, and public health. Additionally, the presence of fruit trees within the cemetery, whose fruits are consumed by residents, exacerbates sanitary risks. Conversely, mitigation strategies such as reforestation and periodic maintenance showed positive effects and should be incorporated into an environmental management plan. The findings highlight the urgent need for structural interventions, environmental education, and continuous monitoring of environmental quality in urban burial areas.

KEYWORDS: Urban cemetery, Environmental impact, Groundwater contamination, Leopold Matrix, Public health.

INTRODUÇÃO

Com a intensa e desordenada urbanização brasileira vem ocorrendo a densificação da população e o crescimento desuniforme das cidades, onde áreas urbanas avançaram inclusive para as proximidades de cemitérios (Neckel, 2017). Baseado em dados do IBGE (BRASIL, 2023) com levantamentos iniciais realizados desde 1939, no Brasil existem cerca de 6.799 cemitérios; em Pernambuco, são cerca de 341 cemitérios espalhados pelo estado sem contar com os clandestinos. Já na capital, Recife, existem 7 cemitérios, onde 5 são públicos e os demais são privados.

Durante o processo de degradação da matéria orgânica dos corpos ocorre a formação de necrochorume, um líquido viscoso, de tonalidade acinzentada e com odor fétido característico. O necrochorume é o produto da decomposição dos corpos humanos e para cada 1 kg de peso corporal são produzidos em média de 0,4 a 0,6 litros e sua composição é cerca

de 60% de água e 30% de sais ionizados contendo fósforo (P), nitrogênio (N), cloro (Cl), bicarbonato (HCO_3^-), cálcio (Ca^{2+}), sódio (Na^+) e compostos de metais diversos – como cromo (Cr), cádmio (Cd), chumbo (Pb), ferro (Fe) e níquel (Ni) geralmente proveniente dos acessórios presentes no caixão e nos adornos funerários, os outros 10% são compostos por substâncias orgânicas (Żychowski; Bryndal, 2015).

Inúmeros são os problemas dos cemitérios conforme observado por Lins *et al.* (2023): muitos deles são antigos, e não se enquadraram as legislações; liberam gases tóxicos e responsáveis pelo efeito estufa; liberam necrochorume para o solo e lençol freático; local de alta concentração de doenças contagiosas, dentre outros. Jinadasa e Silva (2009) afirmaram que a maioria das doenças e problemas de saúde das populações estão associados aos cemitérios uma vez que epidemias de febre tifoide estão advindo de aquíferos e nascentes nas proximidades desses locais.

Os cemitérios deveriam ter a função de minimizar os impactos ambientais para a população e estarem em locais distantes da comunidade, contudo, observou-se que vem funcionando como um grande reduto de problema sanitário para as cidades. Este trabalho tem como objetivo analisar um cemitério público localizado na cidade do Recife tendo como base a matriz de Leopold e as atuais exigências do Conselho Nacional do Meio Ambiente 335/2003 (CONAMA).

METODOLOGIA

- Localização

A análise dos impactos causados pelo Cemitério de Santo Amaro, localizado no Recife, Pernambuco, envolve a consideração de diversos fatores ambientais, sociais e culturais. Este cemitério, inaugurado em 1851, é o maior da cidade (Figura 1) e possui uma arquitetura radial com túmulos distribuídos ao longo de ruas que partem de um ponto central. É considerado a maior exposição de arte ao ar livre de Pernambuco, abrigando centenas de mausoléus de grande porte e uma capela de estilo gótico para a preservação do local (RECIFE, 2025).

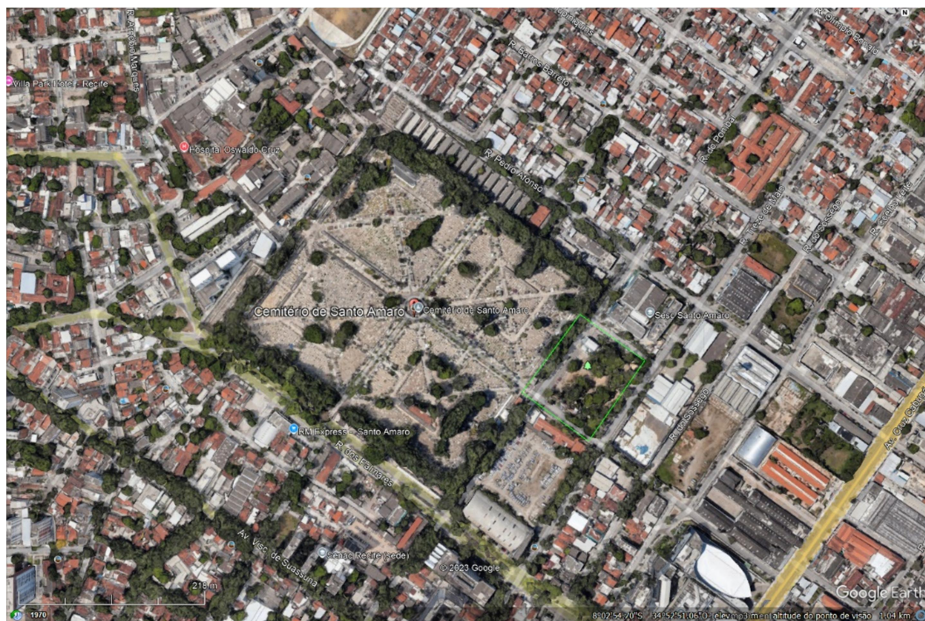


Figura 1: Cemitério de Santo Amaro, Recife, PE. Fonte: Google Earth (2025).

- Materiais e Métodos

Para analisar os impactos causados pelo Cemitério de Santo Amaro, em Recife, Pernambuco, foi estruturada em várias etapas, utilizando uma abordagem multidisciplinar que envolveu pesquisa documental, levantamento de dados ambientais, coleta de amostras. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, com foco nos impactos ambientais típicos de cemitérios urbanos, como a contaminação por necrochorume, a emissão de gases de decomposição e os efeitos na qualidade do solo e das águas subterrâneas. Foram analisados artigos acadêmicos,

relatórios institucionais e documentos legais, como a Resolução CONAMA nº 335/2003, que orienta o licenciamento ambiental de cemitérios.

Em seguida, foi feito um levantamento de dados ambientais do Cemitério de Santo Amaro, com o objetivo de compreender as condições atuais do local. Isso incluiu a análise do solo, a vegetação existente, a infraestrutura de drenagem e a possível impermeabilização do solo, fatores que influenciam diretamente a dispersão do necrochorume. Além disso, foram obtidas informações geoespaciais por meio de imagens de satélite e de mapas de uso do solo fornecidos por órgãos municipais.

Após a coleta e análise dos dados, foi realizada uma análise através da matriz de Leopold. Pela complexidade que envolve o diagnóstico dos impactos ambientais, foi preciso ter uma visão holística na análise dos dados, a fim de identificar e analisar os impactos gerados e suas consequências para o meio ambiente. A matriz foi utilizada para orientar na avaliação do estado do meio ambiente e o que pode ser feito para mitigar ou evitar os problemas atuais e futuros.

A avaliação dos impactos ambientais causados pelo Cemitério de Santo Amaro foi realizada por meio da aplicação da Matriz de Leopold, conforme adaptada para estudos ambientais urbanos. A matriz é uma ferramenta metodológica do tipo qualitativa e semiquantitativa, utilizada para identificar, descrever e avaliar a interação entre ações antrópicas e elementos ambientais (LEOPOLD *et al.*, 1971). Neste estudo, foram cruzadas dez ações antrópicas com cinco elementos ambientais, totalizando 50 interações analisadas.

As ações antrópicas (linhas da matriz) referem-se às atividades e condições diretamente relacionadas ao funcionamento e à estrutura do cemitério, como sepultamentos, ausência de drenagem pluvial, ausência de impermeabilização, infiltração de necrochorume, proximidade com áreas habitadas, entre outras. Os elementos ambientais (colunas da matriz) considerados foram: solo, água subterrânea, ar/ambiente atmosférico, vegetação/fauna e saúde pública. Cada interação foi avaliada com base em dois critérios principais:

- Magnitude do impacto: variando de -5 a +5, onde valores negativos indicam impactos adversos e positivos representam efeitos benéficos ao meio ambiente;
- Importância do impacto: variando de 1 a 5, refletindo a relevância da interação considerando sua gravidade, frequência, abrangência espacial e efeitos sobre a saúde ou equilíbrio ambiental.

A pontuação final do Índice de Impacto (II) foi obtida pelo produto da magnitude pelo grau de importância, conforme equação I.

$$II = \text{Magnitude} \times \text{Importância (Equação I)}$$

A matriz foi então organizada em uma tabela bidimensional, e os resultados foram visualizados por meio de gráficos de calor (heatmaps) e tabelas com codificação de cores, que facilitaram a interpretação dos impactos, com a seguinte escala cromática:

- Vermelho para impactos negativos,
- Amarelo para impactos neutros (zero),
- Verde para impactos positivos.

A metodologia incluiu ainda a inserção de ações mitigadoras com potencial impacto positivo, como limpeza e manutenção e reflorestamento, com o objetivo de propor cenários alternativos e destacar boas práticas de gestão ambiental em cemitérios urbanos. Essa adaptação da matriz de Leopold foi orientada por diretrizes metodológicas reconhecidas por Barboza e Sauer (2005) e Sánchez (2013), que defendem o uso de matrizes flexíveis, adaptadas ao contexto local e com critérios transparentes de avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Análise do Solo e Qualidade da Água

Com base nas diversas análises tátil-visuais realizadas em campo, constatou-se que o solo da área em estudo apresenta características predominantemente arenosas, com presença significativa de silte, e coloração variando entre branca e acinzentada. Esses indícios apontam para um solo com baixa coesão e granulometria fina em algumas camadas, o que pode influenciar diretamente sua capacidade de retenção e transmissão de água. A permeabilidade do solo foi estimada, conforme a

metodologia proposta por Caputo & Caputo (2022), com valores variando entre 10^{-3} cm/s e 10^{-6} cm/s. De acordo com os estudos de Gonçalves *et al.* (2025), que realizaram as análises para caracterização geotécnica de diversos pontos do cemitério de Santo Amaro, onde a caracterização granulométrica das amostras seguiu a ABNT NBR 7181/2016 e as normas ABNT NBR 7180/2016 e ABNT NBR 6459/2016, a porcentagem de areia na composição dos solos foi maior que 60%, confirmando as informações de que a área tende a ter uma maior lixiviação de contaminantes decorrente da baixa capacidade de solos arenosos de adsorção de contaminantes além da alta permeabilidade, possibilitando mobilidade dos metais pesados para água.

Ainda de acordo com Gonçalves *et al.* (2025), para a análise dos dados de água coletados dentro da área do Cemitério em estudo apresentou alterações nas concentrações de metais pesados que indicam contaminação no lençol freático do cemitério. Os Autores ainda afirmam que há maior interferência na qualidade da água quando próximas às áreas de sepultamento, influenciando os parâmetros físico-químicos (DBO e DQO), que apresentaram concentrações acima do limite estabelecido pela legislação brasileira. Esse fenômeno é amplamente discutido por Santos *et al.* (2021), que enfatizam a importância de uma gestão eficiente da drenagem e da impermeabilização nos cemitérios urbanos para evitar a infiltração de necrochorume e a contaminação dos recursos hídricos.

Diante do exposto, foram realizadas análises no entorno do cemitério de Santo Amaro, a fim de constatar possíveis contaminações do lençol freático nas áreas circunvizinhas, conforme Figura 2. Oliveira e Mendes (2022) alertam para a necessidade urgente de monitoramento da qualidade da água em áreas adjacentes a cemitérios, dado o risco de doenças transmitidas por água contaminada, como cólera e hepatite.



Figura 4: Mapa de Localização dos Poços. Fonte: Adaptado Google Earth (2025).

A presença de substâncias contaminantes nas águas subterrâneas no entorno do cemitério também revelou níveis de contaminantes superiores aos limites recomendados para a água potável. O poço 6, a leste do cemitério e no limítrofe com a comunidade vizinha, apresentou altas concentrações de cloretos, bário, sulfatos, nitratos, além de uma dureza elevada. Contudo o poço 9, também a leste, mas com uma distância aproximada de 460 m, apresentou valores abaixo da legislação. Essa situação indica uma possível contaminação dos lençóis freáticos próximos, o que pode afetar a saúde pública das populações que dependem dessas fontes para o abastecimento de água. De acordo com a Figura 3 é possível sugerir a profundidade de contaminação dos cloretos no bairro.

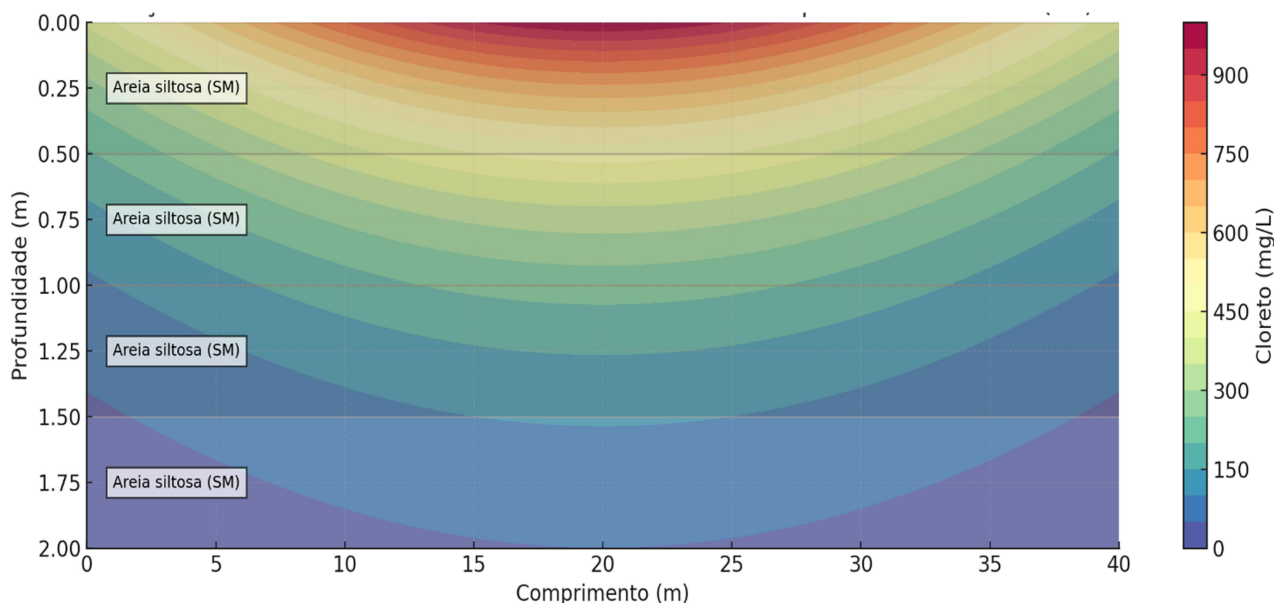


Figura 3: Seção Transversal da Pluma de Cloreto baseado em Perfil Esquemático do Solo. Fonte: Os Autores (2025).

Os moradores da área circundante expressaram preocupação com os odores causados pela decomposição, que são especialmente intensos nas épocas de calor. A presença de contaminação do lençol freático também foi uma preocupação constante, já que muitos moradores dependem de poços artesianos para o abastecimento de água, e a qualidade da água encontra-se prejudicada pela presença de substâncias tóxicas. Os efeitos dessa contaminação nas fontes de água são corroborados por estudos de Lima *et al.* (2020), que destacam o risco de doenças associadas ao consumo de água contaminada por necrochorume e outros compostos provenientes de cemitérios urbanos.

A análise da seção transversal da pluma de contaminação por cloreto (Cl^-) evidencia a dinâmica de transporte de contaminantes em ambientes porosos saturados, especialmente em contextos urbanos com solos de elevada permeabilidade. A distribuição vertical do cloreto demonstrou maior concentração nas camadas mais superficiais, com declínio progressivo em direção às camadas inferiores. Este comportamento é compatível com os processos de advecção e dispersão hidrodinâmica descritos por Freeze e Cherry (1979), os quais governam o movimento de solutos dissolvidos em aquíferos.

Segundo Fetter (2001), o cloreto é um íon altamente móvel e conservativo, não apresentando afinidade por processos de sorção ou degradação biológica, o que o torna um bom traçador da movimentação da água subterrânea. Portanto, a presença de cloreto em maiores concentrações nas porções superficiais pode ser diretamente relacionada à recente infiltração de necrochorume, cuja composição contém sais solúveis, incluindo cloretos, originados da decomposição cadavérica (SOUZA *et al.*, 2011).

A textura arenosa do solo, identificada como areia siltosa (SM), corrobora a rápida percolação observada. Solos deste tipo apresentam elevada condutividade hidráulica, conforme apontado por Hillel (1998), o que favorece o transporte vertical de contaminantes dissolvidos, especialmente na ausência de barreiras litológicas. A inexistência de camadas de baixa permeabilidade (ex: argilas) limita a atenuação natural por filtração mecânica ou adsorção, como destacado por Barbarick (2017).

Do ponto de vista da dispersão da pluma, a geometria observada na seção transversal é coerente com a tendência de dispersão longitudinal e vertical, conforme modelado por Bear (1979) e validado empiricamente por Appelo e Postma (2005) em estudos de transporte reativo em aquíferos. A maior concentração central com gradientes suaves nas bordas da pluma sugere uma zona fonte localizada, condizente com a topografia e com o uso do solo onde se localiza o cemitério.

O risco ambiental associado à presença de cloreto em aquíferos está relacionado não apenas à potabilidade, mas também à alteração do equilíbrio iônico e à corrosão de estruturas subterrâneas (WHO, 2011). Em valores elevados, o cloreto pode ultrapassar os limites estabelecidos para água potável (250 mg/L segundo o CONAMA 396/2008), sendo necessário monitoramento contínuo e, eventualmente, medidas de contenção ou remediação.

Portanto, a análise da seção transversal permite inferir que a mobilidade do cloreto no aquífero freático de Santo Amaro é elevada, e que a contaminação tende a atingir camadas mais profundas caso persistam as fontes de aporte. Isso reforça a necessidade de medidas de controle e vigilância ambiental em áreas de cemitérios urbanos, conforme sugerido por Silva *et al.* (2018) em estudos semelhantes no semiárido nordestino.

- Vistoria Local

Durante a vistoria realizada, observou-se uma grande quantidade de espécies frutíferas no cemitério. De acordo com os estudos realizados por Shinohara *et al.* (2018), foram encontradas diversas frutas: banana, caju, coco, jamelão, limão, jambo, manga, pitanga, oiti e sapoti. Os autores durante a coleta de informações do acervo frutífero, constataram que as pessoas que habitam o entorno do cemitério aproveitam para coletar essas frutas, buscando, assim, complementar as suas rotinas alimentares, uma vez que parte dessa comunidade não dispõe de recursos financeiros para aquisição no comércio formal. No entanto, a presença de árvores frutíferas no local levanta preocupações ambientais. O necrochorume, líquido viscoso produzido durante a decomposição dos corpos, é altamente tóxico e composto por água, sais minerais e substâncias orgânicas, incluindo aminas como putrescina e cadaverina, além de metais pesados que podem ser absorvidos pelas árvores atingindo aos frutos.

A análise da ausência de drenagem pluvial no Cemitério de Santo Amaro, em Recife, revela um ponto crítico na gestão ambiental urbana, especialmente em áreas destinadas à disposição final de corpos humanos. A literatura aponta que cemitérios urbanos, quando desprovidos de infraestrutura adequada, atuam como potenciais fontes de poluição difusa, comprometendo a integridade dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais (Caputo; Caputo, 2022; Santos *et al.*, 2021).

No caso específico de Santo Amaro, a combinação de solos arenosos e lençol freático raso favorece a rápida percolação da água da chuva, o que amplia o risco de contaminação por necrochorume e metais pesados, já identificados em estudos recentes (Gonçalves *et al.*, 2025). A inexistência de um sistema de drenagem pluvial contribui diretamente para esse cenário, pois a água da chuva atua como meio de transporte de contaminantes, facilitando sua lixiviação em direção ao aquífero freático.

A situação é agravada pelo fato de o cemitério estar inserido em uma área urbana densamente povoada, o que amplia os riscos à saúde pública, sobretudo quando se considera o potencial de proliferação de vetores e microrganismos patogênicos em ambientes úmidos e mal drenados (Lima *et al.*, 2020). Essa realidade demonstra que os impactos ambientais de cemitérios não se limitam ao seu interior, mas extrapolam suas fronteiras físicas, influenciando diretamente o bem-estar das populações do entorno.

- Matriz de Leopold Adaptada

A análise dos impactos ambientais causados pelo Cemitério de Santo Amaro, com base na Matriz de Leopold Adaptada, permitiu identificar ações antrópicas críticas para o meio físico e social, assim como os elementos ambientais mais sensíveis às pressões antrópicas. A matriz possibilitou uma avaliação qualitativa e semiquantitativa dos efeitos negativos e positivos associados ao funcionamento do cemitério, considerando múltiplos vetores de impacto.

Dentre as ações analisadas, destacam-se com maior gravidade os impactos relacionados à infiltração de necrochorume, à ausência de drenagem pluvial e à ausência de impermeabilização dos túmulos, os quais apresentaram índices de impacto ambiental extremamente elevados, sobretudo nos compartimentos de água subterrânea, solo e saúde pública (Tabela 1). A infiltração do necrochorume obteve pontuação máxima de impacto negativo (-25), indicando alta severidade sobre os recursos hídricos subterrâneos e o solo arenoso da área, o que corrobora os achados de Caputo & Caputo (2022) e Gonçalves *et al.* (2025), que identificaram a lixiviação de metais pesados e compostos orgânicos provenientes da decomposição cadavérica.

A ausência de drenagem pluvial também se apresentou como uma ação de elevado risco, favorecendo a percolação de águas contaminadas e intensificando o transporte de substâncias tóxicas, como cloretos, nitratos, sulfatos, além de metais como chumbo, cádmio e cobre. Esse cenário é agravado pela composição geotécnica do solo, que apresenta baixa capacidade de retenção, alta permeabilidade e ausência de barreiras naturais de contenção (SANTOS *et al.*, 2021; LIMA *et al.*, 2020).

Tabela 1: Matriz de Leopold Adaptada para o Cemitério de Santo Amaro, Recife, PE.

Ambiente	Ar	Saúde Pública	Solo	Vegetação e Fauna	Água Subterrânea
Ações					
Ausência de drenagem pluvial	-2	-12	-16	-6	-25
Ausência de impermeabilização	-2	-12	-16	-4	-25
Emissão de gases da decomposição	-9	-6	-2	0	0
Infiltração de necrochorume	-3	-16	-25	-6	-25
Limpeza e manutenção	2	2	0	1	1
Proximidade com área habitada	-6	-20	-8	-2	-12
Reaproveitamento de frutas contaminadas	0	-25	0	-12	-8
Reflorestamento	1	2	2	3	1
Sepultamentos intensivos	-6	-12	-20	-4	-20
Solo arenoso e permeável	0	-6	-20	-2	-16
Urnas convencionais	-2	-2	-6	0	-6
Árvores frutíferas contaminadas	0	-16	-3	-9	-8

Fonte: Os Autores (2025).

Outro aspecto crítico identificado na matriz refere-se à proximidade do cemitério com áreas habitadas, que elevou o risco sanitário à população do entorno, especialmente em relação à contaminação da água de poços e ao consumo de frutas cultivadas dentro dos limites do cemitério. O reaproveitamento de árvores frutíferas contaminadas resultou em um dos maiores índices de impacto negativo (-25) sobre a saúde pública, em conformidade com as preocupações já descritas por Shinohara *et al.* (2018) e Oliveira e Mendes (2022).

Por outro lado, a matriz também considerou ações positivas que contribuem para a mitigação dos impactos, como a limpeza e manutenção periódica do espaço e a implantação de áreas de reflorestamento. Tais ações apresentaram valores positivos nos componentes ambientais, demonstrando potencial para promover melhorias nas condições do solo, na qualidade do ar, na estabilidade ecológica e na percepção sanitária da população (SILVA *et al.*, 2018). O reflorestamento, em especial, demonstrou impacto positivo significativo sobre a vegetação local e sobre a saúde coletiva, ao contribuir para a retenção superficial da água e a regeneração ambiental de áreas degradadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos impactos ambientais do Cemitério de Santo Amaro, no Recife, permitiu identificar diversas fragilidades estruturais e riscos associados à contaminação do solo, da água subterrânea e à saúde da população residente no entorno. A ausência de sistemas adequados de drenagem pluvial e impermeabilização dos túmulos, associada às características geotécnicas do solo, contribuiu significativamente para a percolação de necrochorume e a mobilização de metais pesados.

A aplicação da Matriz de Leopold Adaptada demonstrou-se uma ferramenta eficaz na avaliação dos impactos ambientais, permitindo a sistematização das interações entre ações antrópicas e elementos ambientais sensíveis. Os resultados evidenciaram impactos críticos sobre os recursos hídricos subterrâneos, o solo e a saúde pública, especialmente em virtude da proximidade do cemitério com áreas habitadas e da prática do reaproveitamento de frutas cultivadas no local.

Por outro lado, a análise também indicou a viabilidade de adoção de medidas mitigadoras eficazes, como a limpeza e manutenção periódica do espaço, a implantação de sistemas de drenagem pluvial, a impermeabilização dos túmulos e o reflorestamento com espécies nativas não comestíveis. Tais medidas podem contribuir para a recuperação ambiental da área e para a redução dos riscos sanitários à população do entorno.

Dessa forma, conclui-se que a gestão ambiental de cemitérios urbanos deve ser incorporada às políticas públicas de saúde, saneamento e uso do solo, com base em critérios técnicos, legislações ambientais vigentes e monitoramento contínuo da qualidade ambiental. O caso do Cemitério de Santo Amaro reforça a urgência de se repensar o modelo de implantação e operação de cemitérios no Brasil, priorizando práticas sustentáveis e seguras tanto para o meio ambiente quanto para a coletividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APPELO, C. A. J.; POSTMA, D. **Geochemistry, groundwater and pollution**. 2nd ed. CRC Press, 2005.
2. BARBARICK, K. A. **Soil Chemistry**. 5th ed. Pearson, 2017.
3. BEAR, J. **Hydraulics of Groundwater**. McGraw-Hill, 1979.
4. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, 2003.
5. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 396/2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para as águas subterrâneas.
6. CAPUTO, H. P.; CAPUTO, A. N. **Mecânica dos Solos: Teoria e Aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. ISBN 978-8521637677.
7. FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology**. 4th ed. Prentice Hall, 2001.
8. FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. Prentice-Hall, 1979.
9. GONÇALVES, R. M. et al. Caracterização geotécnica e hidroquímica do solo e da água subterrânea em cemitérios urbanos: estudo de caso no Cemitério de Santo Amaro, Recife-PE. **Revista Brasileira de Geotecnia Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 33–49, 2025.
10. HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. Academic Press, 1998.
11. LEOPOLD, L. B. et al. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U.S. Geological Survey Circular 645, 1971.
12. LIMA, T. R. et al. Riscos à saúde associados ao consumo de água contaminada por necrochorume em comunidades urbanas. **Revista de Saúde Pública e Meio Ambiente**, v. 12, n. 3, p. 201–213, 2020.
13. OLIVEIRA, A. L.; MENDES, C. A. Cemitérios e saúde pública: contaminação das águas subterrâneas e riscos sanitários. **Cadernos de Saúde Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 55–68, 2022.
14. SANTOS, D. F. et al. Avaliação do impacto de cemitérios na qualidade das águas subterrâneas: aspectos físico-químicos e microbiológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 623–632, 2021. DOI: 10.1590/S1413-41522021487123
15. SILVA, G. R. et al. Avaliação do potencial de contaminação de cemitérios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, n. 1, p. 75–84, 2018.
16. SOUZA, L. C. et al. Impactos ambientais de cemitérios urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 275–284, 2011.
17. WHO – World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed. Geneva, 2011.