

VII-108 - AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO BACTERIOLÓGICA EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PÓS ENCERRAMENTO

Sara Kahwage Sarmiento ⁽¹⁾

Graduação em Ciências Biológicas – UERJ, Mestranda do programa Saúde Pública e Meio Ambiente, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

Enrico Mendes Saggioro

Farmacêutico - UFJF, Doutor em Saúde Pública e Meio Ambiente - ENSP/Fiocruz. Pesquisador em Saúde Pública no Laboratório de Avaliação e Promoção da Saúde Ambiental do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz.

Shênia Patrícia Corrêa Novo

Graduação em Ciências Biológicas – UVA, Mestre em Saúde Pública - ENSP/Fiocruz. Doutorado em Epidemiologia - ENSP/Fiocruz . Pesquisadora no Laboratório de Virologia Comparada e Ambiental, Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Marize Pereira Miagostovich

Graduação em Ciências Biológicas - UFRJ, Mestre e Doutora em Biologia Parasitária – IOC/Fiocruz. Pesquisadora em Saúde Pública no Laboratório de Virologia Comparada e Ambiental do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz.

Camille Ferreira Mannarino

Engenheira civil - UERJ, Mestre em Engenharia Ambiental – UERJ, Doutora em Saúde Pública e Meio Ambiente – ENSP/Fiocruz. Pesquisadora em Saúde Pública no Laboratório de Virologia Comparada e Ambiental do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz.

Endereço⁽¹⁾: Laboratório de Virologia Comparada e Ambiental. Pavilhão Helio e Peggy Pereira, 2º andar, sala B205. Av. Brasil, 4365 - Manguinhos – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21040-900 - Brasil - Tel: (21) 2562-1993 – sara.kahwage7@gmail.com.

RESUMO

A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) em locais sem a impermeabilização do solo pode contaminar águas subterrâneas, principalmente com a percolação do lixiviado. Esse subproduto da decomposição dos resíduos pode ter a presença de microrganismos, como bactérias e vírus, gerando um risco à saúde da população que vive perto dessas áreas. Este estudo tem como objetivo avaliar a contaminação bacteriológica por coliformes totais e *Escherichia coli* (*E.coli*) em águas subterrâneas em área de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pós encerramento, localizada na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Foram instalados cinco poços de monitoramento (PM) para coletas de água subterrânea, realizadas entre maio de 2021 e fevereiro de 2023, em sete campanhas, totalizando 35 amostras. Para a detecção e quantificação de coliformes totais e *E. coli* foi utilizado o kit comercial *Colilert® Quanti-Tray®/2000* (IDEXX Laboratories, Inc, Westbrook, ME, EUA). Os resultados foram expressos em número mais provável (NMP)/100 mL. A presença destes microrganismos na água subterrânea, em diferentes PMs, evidencia a contaminação da água, sua não conformidade para caso de consumo humano e potencial risco para populações que vivem no entorno da área. O estudo reforça a importância em se avaliar dados microbiológicos em águas subterrâneas contaminadas com lixiviado de resíduos sólidos, de forma a identificar possíveis riscos para saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de resíduos, bactérias, lixão encerrado, contaminação hídrica.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, aliado ao crescimento do consumo de produtos descartáveis, provocou um aumento no volume e diversidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados (Adas *et al.*, 2002), resultando em problemas para os municípios devido à sua disposição inadequada (Abdel-Shafy; Mansour, 2018). A disposição final dos RSU no Brasil é realizada majoritariamente em aterros sanitários, aterros controlados e lixões (SNIS, 2021). Em 2021, existiam no Brasil cerca de 652 aterros sanitários, 617 aterros controlados e 1.545 lixões ativos, resultando em 17,2 milhões de toneladas RSU encaminhados para áreas inadequadas (SNIS, 2021). Nestas áreas, não há controle operacional e os RSU são dispostos sem impermeabilização do solo, podendo contaminar corpos hídricos superficiais e subterrâneos, principalmente devido à percolação do lixiviado gerado no processo de decomposição dos resíduos (Aquino, 2022; Possamai *et al.*, 2007; El-Fadel *et al.*, 2002). Diversos estudos relatam a presença de microrganismos, como bactérias e vírus nesta matriz (Lanzarini *et al.*, 2020; Matejczyk *et al.*, 2011). Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a contaminação bacteriológica das águas subterrâneas em uma área de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pós encerramento, localizada na região metropolitana no Estado do Rio de Janeiro.

OBJETIVOS

Avaliar a contaminação bacteriológica por coliformes totais e *Escherichia coli* em águas subterrâneas em área de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pós encerramento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma área de lixão encerrado, localizada na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. O lixão recebeu, entre os anos de 1985 e 2013, mais de 100 toneladas de RSU ao dia, sem qualquer impermeabilização do solo ou técnicas de coleta dos subprodutos de sua decomposição (de Jesus *et al.*, 2022). Atualmente, possui três lagoas de acumulação de lixiviado. No entorno, há residências rurais e percebe-se a construção de novos condomínios residenciais e aumento do comércio local no últimos anos.

Com o objetivo de avaliar a contaminação bacteriológica das águas subterrâneas, foram instalados cinco pontos monitoramento (PM) na área do lixão (Figura 1). O PM 1 está localizado à montante do maciço mais antigo de disposição de resíduos. Junto ao PM 1 há um galpão abandonado, projetado para triagem de resíduos e que serve de abrigo para pessoas que transitam pela área. No sentido da declividade do terreno, foram instalados os PM 2, 4 e 5, todos próximos a lagoas de lixiviado. O PM 3 está localizado junto à estrada que divide o lixão de um condomínio de sítios. O monitoramento para avaliação da qualidade das águas teve início em maio de 2021 e se estendeu até fevereiro de 2023, em sete campanhas de coletas, totalizando 35 amostras.

Para a detecção e quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*) foi utilizado o kit comercial *Colilert® Quanti-Tray®/2000* (IDEXX Laboratories, Inc, Westbrook, ME, EUA) e os resultados expressos em Número Mais Provável (NMP)/100 mL. Os gráficos foram elaborados no software GraphPad Prism (versão 8.0).

Este estudo foi previamente registrado no Cadastro no Sistema Nacional de Gestão de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) sob número A279D75.

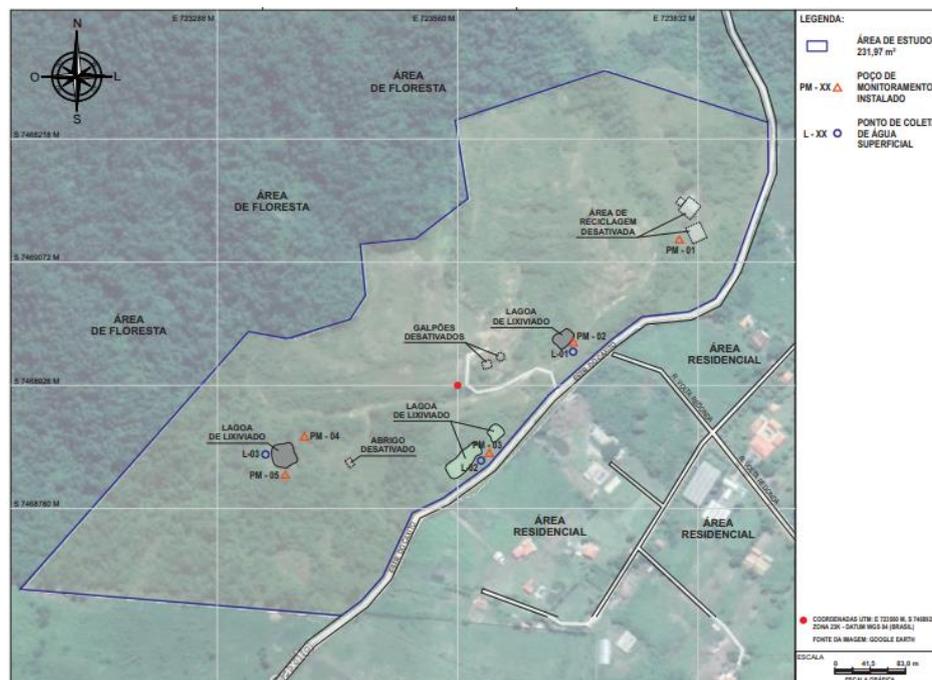


Figura 1. Mapa com indicação da localização dos poços (triângulos vermelhos) instalados para monitoramento de águas subterrâneas em lixão encerrado na região metropolitana do Rio de Janeiro.

RESULTADOS

Das amostras analisadas, 74,3% (26/35) indicaram presença de coliformes totais e 22,9% de *E. coli* (8/35) (Figura 2). Os resultados mostraram elevada presença de bactérias do grupo coliformes em todos os PMs. No mês de agosto de 2022 todos os PMs apresentaram resultados positivos para coliformes totais. No PM 2, em todos os meses, coliformes totais foram detectados em concentração inferior a 5.000 NMP/100 mL, exceto nos meses de agosto de 2022 e fevereiro de 2023. A concentração máxima de coliformes totais encontrada foi de 24.196 NMP/100 mL enquanto a de *E. coli* foi de 97 NMP/100 mL. A presença de *E. coli* foi mais frequente e com maior concentração no PM1 do que nos demais, sendo encontrada pontualmente, nos PM 2 (fevereiro de 2023) e PM5 (maio de 2021 e fevereiro de 2023).

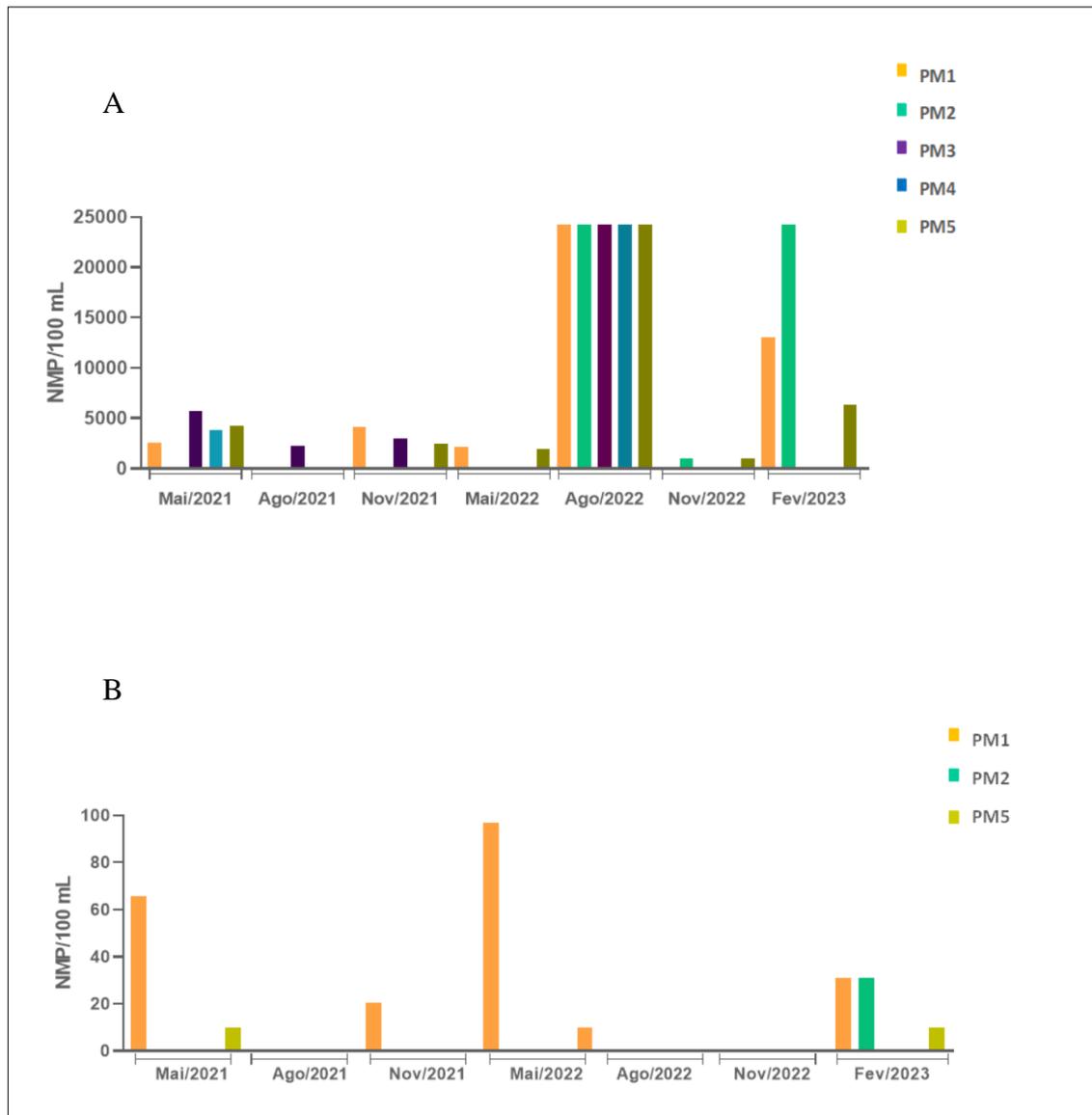


Figura 2. Quantificação de coliformes totais (A) e de *Escherichia coli* (B) nos diferentes poços de monitoramento (PM) águas subterrâneas no lixão encerrado localizado na região metropolitana do Rio de Janeiro

Observação: NMP: Número Mais Provável.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O PM 1 apresentou a maior quantidade de contaminação tanto de coliformes totais quanto de *E. coli*, quando comparado com outros pontos, possivelmente pela presença de moradores dentro da área do lixão, próximo a esse ponto de coleta. A variação dos resultados entre os meses coletados pode ser influenciada por diversos fatores como períodos de seca/chuva e outros fatores físico-químicos como temperatura, pH e nitrogênio dissolvido (Yáñez et al., 2006).

Os PMs 2 e 5, pontos mais próximos das lagoas, apresentaram resultados positivos para *E. coli* e esses números podem ser devido ao acúmulo de lixiviado. Outros estudos evidenciaram que áreas de lixões com maior volume de disposição final de resíduos ao longo do tempo apresentam maior contaminação de protozoários e bactérias (Mherzi et al., 2021). Os PM 3 e 4 apresentaram positividade apenas para coliformes totais, que incluem

bactérias fecais e termotolerantes. Esse grupo de coliformes são considerados indicativos para presença de organismos causadores de doenças que podem estar presentes no corpo d'água (Makhadi *et al.*, 2020). Entre os coliformes, a contagem de *E. coli* é considerada uma das melhores técnicas para estimar o grau de poluição fecal e a qualidade da água pois a sua origem é exclusivamente das fezes dos organismos (Yáñez *et al.*, 2006).

Os valores de referência para *E. coli* em água subterrânea são definidos por Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, devendo estar ausente nas águas para uso humano, ter valores máximos de 200 NMP/100 mL para dessedentação de animais e 800 NMP/100 mL para uso recreacional (Brasil, 2008). As águas subterrâneas coletadas nos PMs 1, 2 e 5 não se encontram em conformidade para *E. coli*, evidenciando possibilidade de risco para saúde humana e animal em caso de consumo destas águas. A contaminação das águas na área do lixão pode carrear estes microrganismos até os poços de captação de água nas casas dos moradores que vivem em áreas adjacentes, uma vez em que foi identificado que o fluxo de água subterrânea é direcionado para as residências (de Jesus *et al.*, 2022).

CONCLUSÕES

A qualidade microbiológica da água subterrânea no lixão avaliado está relacionada com fragilidade do saneamento básico da região e a ausência de um projeto de remediação para a área. O ponto que apresentou maior contaminação (PM 1) foi o mais próximo ao galpão que serve de abrigo para pessoas que transitam pela área do lixão encerrado. A percolação de águas subterrâneas impactadas com o lixiviado pode contribuir para potencial risco de ingestão da água contaminada pelos moradores e animais que vivem no entorno dessa área. O estudo reforça a importância em se avaliar dados microbiológicos em águas subterrâneas contaminadas com lixiviado, de forma a identificar possíveis riscos para saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fiocruz enquanto Centro Colaborador da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)/Organização Mundial da Saúde (OMS) e à FUNASA pelo suporte financeiro (TED 14/2018). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDEL-SHAFY, H. I.; MANSOUR, M. S. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27, n. 4, p. 1275- 1290, 2018.
2. ADAS, M. Geografia: os impasses da globalização e o mundo desenvolvido. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2002.
3. AQUINO, L. F., Cruz, I. A. S., Lopes, G. T., Mannarino, C. F., & Ritter, E. Presença de poluentes de lixiviado no solo e águas subterrâneas em locais de disposição inadequada de resíduos sólidos no Brasil: revisão da literatura. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 10(1), 126–140, 2022.
4. BRASIL. Resolução CONAMA Nº 396 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. In *Diário Oficial da União* nº 66, de 7 de abril de 2008.
5. DE JESUS, Andressa Oliveira Costa *et al.* Contamination assessment of soil and groundwater of a deactivated dumpsite in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 194, n. 3, p. 1-16, 2022.
6. EL-FADEL, M. *et al.* Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content. *Waste Management*, v. 22, n. 3, p. 269–282, jun. 2002.
7. GERBA, C. P.; TAMIMI, A. H.; PETTIGREW, C.; WEISBROD, A. V. *et al.* Sources of microbial pathogens in municipal solid waste landfills in the United States of America. *Waste Manag Res*, 29, n. 8, p. 781-790, Aug 2011.
8. LANZARINI, N.M., Marinho Mata, R., Mendes Saggiaro, E. *et al.* Evaluation of Viral Recovery Methodologies from Solid Waste Landfill Leachate. *Food Environ Virol* 12, 209–217, 2020.

9. MATEJCZYK, Marek Płaza, G. A., Nałęcz-Jawecki, G., Ulfig, K., & Markowska-Szczupak. Estimation of the environmental risk posed by landfills using chemical, microbiological and ecotoxicological testing of leachates. *Chemosphere*, v. 82, n. 7, p. 1017-1023, 2011.
10. MAKHADI, Rinae; OKE, Saheed A.; OLOLADE, Olusola O. The influence of non-engineered municipal landfills on groundwater chemistry and quality in Bloemfontein, South Africa. *Molecules*, v. 25, n. 23, p. 5599, 2020.
11. MHERZI, N., Lamchouri, F. & Toufik, H. Assessment of the effects of seasonal changes, urban discharges and leachates on the parasitological and bacteriological qualities of soil and water from Oued Larbaâ (North-eastern, Morocco). *Environ Monit Assess*, 2021.
12. MPRJ, Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. MPRJ E A erradicação dos lixos. CAO Boletim do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, nº 01. 2016
13. POSSAMAI, F. P. Viana, E., Schulz, H. E., Costa, M. M. D., & Casagrande et al. Lixões inativos na região carbonífera de Santa Catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, p. 171-179, 2007.
14. SNIS - Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico. Diagnostico do Manejo de Resíduos Sólidos, 2021. Brasil, Brasília, DF, 2021.
15. YÁÑEZ, M. A.; Valor, C.; Catalán, V. A simple cost-effective method for the quantification of total coliforms and *Escherichia coli* in potable water. *Journal of Microbiological Methods*. 2006.