

III-274 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE LIXIVIADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Marco André Giovannini Hinojosa⁽¹⁾

Biólogo: Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Especialista em Avaliação Ambiental pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Biólogo da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (COMLURB). Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ)

Alessandra Lourenço Fonseca

Bióloga pela Universidade Estácio de Sá (UNESA). Mestrado em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) Biólogo da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (COMLURB).

Jorge Tonnera Junior

Biólogo: licenciatura plena pela Universidade Veiga de Almeida (UVA). Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Veiga de Almeida (UVA). Professor de Educação Ambiental da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (COMLURB).

Bianca Ramalho Quintaes

Biomédica pela Universidade do Rio de Janeiro (UNIRIO). Mestre em Microbiologia Médica pela Faculdade de Medicina da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ e Biologista da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (COMLURB).

Juacyara Carbonelli Campos

Doutora em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ. Professora Titular do Departamento de Processos Inorgânicos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (DPI/EQ/UFRJ). Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ)

Endereço⁽¹⁾: Rua Américo de Souza Braga 647 – Vargem Pequena – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 22783-385 – Brasil – Tel: (21) 3417-2118 – e-mail: marcoandre@ufrj.br

RESUMO

A produção de resíduos sólidos domiciliares (RDO) é uma consequência inevitável da atividade humana, não apenas pelo crescimento populacional, mas também pelas mudanças nos padrões de consumo de bens da população e com isso, o seu gerenciamento é importante, pois causa impacto diretamente ao meio ambiente e à saúde pública. Dados da análise gravimétrica da cidade do Rio de Janeiro da COMLURB (2022) mostram que 48,8% dos resíduos sólidos domiciliares (RDO) correspondem à matéria orgânica, que, durante o seu processo de degradação, gera o lixiviado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil bacteriano de lixiviados frescos de resíduos sólidos de caminhões de coleta. Para isso, foram utilizados métodos dependentes de cultivo (análises quantitativas de microrganismos indicadores de contaminação ambiental e pesquisa de enterobactérias). Como resultados, foram identificados microrganismos patogênicos no lixiviado: estirpes dos gêneros *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*. O padrão microbiano observado indica que existe um perfil poluidor ligado aos RDO e que não há associação com o perfil socioeconômico da população. Além disso, o trabalho pode contribuir para entender o ambiente de trabalho dos empregados da limpeza urbana e trazer informações à população sobre a importância do acondicionamento adequado dos resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Domiciliares, Lixiviado, Enterobactérias, *E. coli*.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da atualidade é o gerenciamento de resíduos sólidos das cidades. O crescimento da população, a modificação das características físicas e químicas dos resíduos sólidos gerados impõem um

desafio e uma diversificação nas soluções tanto em relação à coleta quanto à destinação final ambientalmente adequada desses resíduos.

Os resíduos sólidos domiciliares do município do Rio de Janeiro são compostos por resíduos potencialmente recicláveis, como plástico, vidro, papel, entre outros e, principalmente, por matéria orgânica. Cerca de 48,8% da massa de resíduos sólidos domiciliares (RDO) da cidade de Rio de Janeiro correspondem à fração orgânica (Comlurb, 2022). Além disso, os RDO têm em sua composição: fraldas, tapetes higiênicos de animais, absorventes e papéis sanitários, resíduos de serviço de saúde e fezes humanas e de animais, que podem carregar microrganismos patogênicos.

O principal risco ambiental inerente aos resíduos sólidos está relacionado à contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo seu descarte inadequado em lixões ou em aterros controlados.

Vários microrganismos podem ser encontrados nos resíduos sólidos e, quando não são patógenos obrigatórios, apresentam grande potencial patogênico, considerando-se, sobretudo, a susceptibilidade dos possíveis hospedeiros (humanos ou não) que entrem, eventualmente, em contato com eles (Nascimento *et al.*, 2009).

O presente trabalho avaliará a presença de populações bacterianas indicadoras de contaminação ambiental no lixiviado fresco contido em caminhões de coleta de RDO em diferentes bairros da cidade do Rio de Janeiro com o objetivo de caracterizar o potencial poluidor dos resíduos no que concerne à saúde pública e ao meio ambiente. Esse trabalho contribuirá para elucidar o ambiente de trabalho dos funcionários de limpeza urbana, além de ressaltar a importância do gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

OBJETIVO

Avaliar a presença de populações bacterianas de importância médico sanitária e ambiental no lixiviado fresco de resíduos sólidos domiciliares (RDO), coletados nos bairros do município do Rio de Janeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

PROCEDÊNCIA DOS RESÍDUOS

As amostras de lixiviado fresco foram coletadas em caminhões basculantes após o cumprimento do roteiro de coleta da cidade, em frascos de polietileno esterilizados contendo tiosulfato de sódio para neutralização de substâncias cloradas.

METODOLOGIA ANALÍTICA

As análises foram realizadas segundo o Standards Methods for the Examination of Water & Wastewater (2012). As densidades de coliformes totais e *Escherichia coli* foram expressas em Números Mais Prováveis por 100 mililitros de amostra (NMP100mL-1) e determinadas pela Técnica dos Tubos Múltiplos.

Para o isolamento de enterobactérias, dois inóculos de 10 mL foram retirados de cada amostra e adicionados em dois meios de enriquecimento, sendo o tetracionato (verde brilhante) e o caldo nutriente, seguido de incubação a 35-37°C por 24 horas. Após período de incubação, um inóculo de cada amostra de lixiviado de caminhão em meio de enriquecimento foi transferido para ágar eosina de metileno (ágar EMB) e ágar *Salmonella-Shigella* (ágar SS), e semeado pela técnica de esgotamento, seguido de mais um período de incubação a 35-37°C por 24 horas.

As colônias suspeitas foram selecionadas e a identificação das espécies bacterianas foi obtida a partir das características fenotípicas fornecidas por provas bioquímicas convencionais de acordo com o Manual da ANVISA (2013) para detecção e identificação bacteriológica de importância médica, que indica os seguintes testes como os principais na indicação de enterobactérias: utilização do citrato como fonte única de carbono, produção de gás, motilidade, produção de indol, descarboxilação da L-lisina, produção de fenilalanina desaminase, produção de gás sulfeto (H₂S), fermentação da lactose e fermentação da glicose. As características observadas após os testes bioquímicos, foram confrontados com a Chave de Identificação de

Bactérias de Importância Médica, sendo então identificadas e diferenciadas por seus gêneros. depois de se verificar o arranjo das unidades e suas dimensões, de posse dos valores das vazões atual e pretendida e após fazer uma análise dos relatórios operacionais, que continham os parâmetros de qualidade da água nos últimos quatro parâmetros de qualidade da água bruta, a turbidez, a cor aparente, o pH, a alcalinidade, a temperatura e os índices de coliformes totais e fecais são periodicamente registrados na maioria das estações de tratamento de água.

RESULTADOS

COLIFORMES TOTAIS E *E. coli*

Os resultados da colimetria das amostras de lixiviados de caminhão dos bairros do município do Rio de Janeiro mostra uma média de $4,03 \times 10^9$ (NMP/100mL) de coliformes totais e $1,61 \times 10^9$ (NMP/100mL) de *E. coli*.

Esse valor se compatibiliza com o encontrado em outros anos (Comlurb, 2016), conforme mostrado na Figura 1

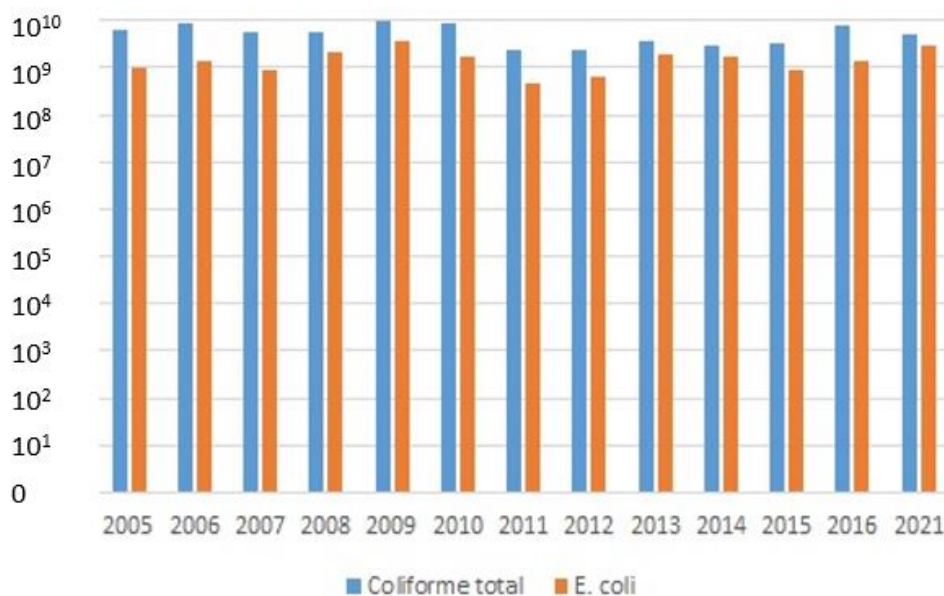


Figura 1: Série histórica da densidade bacteriana de coliformes totais e *E. coli* encontradas no lixiviado de RDO coletado na cidade do Rio de Janeiro.

A Figura 2 mostra a comparação das populações de coliformes e *E. coli* nos bairros da cidade, reunidos nas 3 principais zonas.

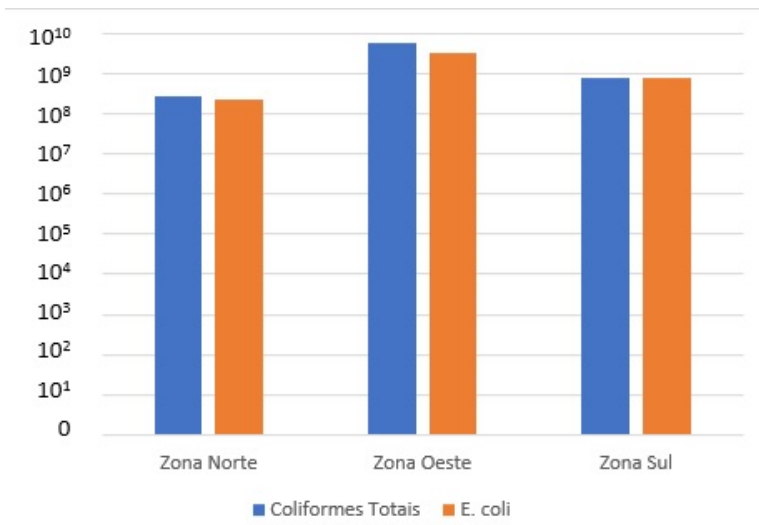


Figura 2: Densidade média de coliformes totais e *E. coli* de acordo com as zonas da cidade do Rio de Janeiro.

ENTEROBACTÉRIAS

As enterobactérias caracterizam-se por serem bacilos gram-negativos, fermentadores de glicose, com ou sem produção de gás, reduzem nitrato a nitrito e crescem no meio seletivo EMB (ágar Eosina azul de metileno) e SS (*Salmonella-Shigella*).

As principais espécies de enterobactérias identificadas no lixiviado fresco foram: *Escherichia coli* (100%) *Proteus mirabilis* (36,67%), *Proteus vulgaris* (20%), *Morganella morganii* (6,67%), *Klebsiella oxytoca* (20%), *Klebsiella pneumoniae* (43%), *Enterobacter cloacae* (10%) como ilustra a Figura 3.

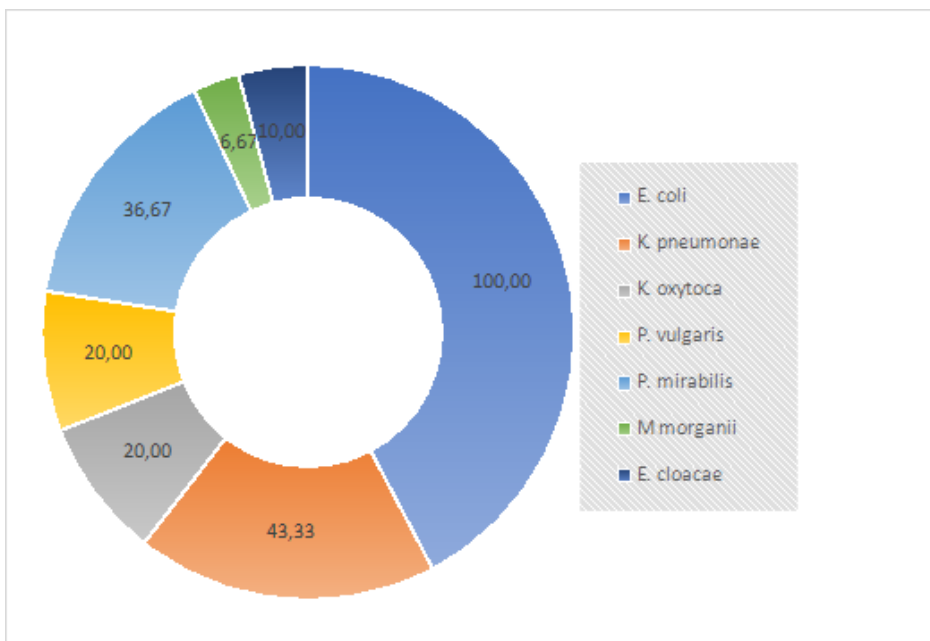


Figura 3: - Percentual de espécies de enterobactérias identificadas em amostras de lixiviado de RDO da cidade do Rio de Janeiro.

A Figura 4 mostra que a densidade de coliformes totais tem pouca variação estando os resultados na mesma ordem de grandeza. O Box plot apresenta uma forte simetria com a mediana próxima ao ponto médio. Os valores de *E. coli* tem uma menor variação em relação aos coliformes totais e só apresenta um *outlier*.

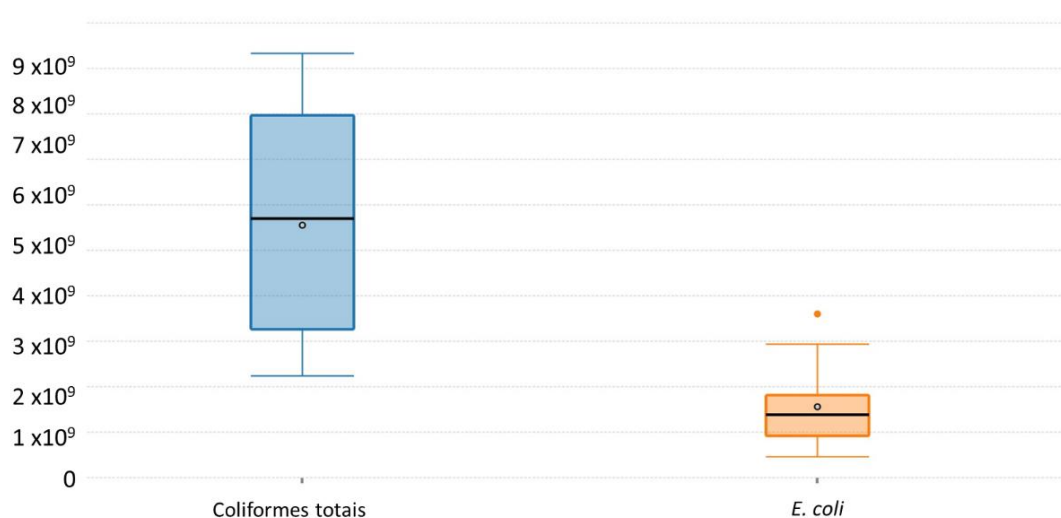


Figura 4: Box plot dos dados da densidade bacteriana de coliformes e *E. coli*.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A série histórica mostra que não houve variações dos resultados das densidades populacionais de *E. coli* e coliformes totais ao longo dos anos.

Não houve diferenças quantitativas significativas nos grupos de coliformes totais e *E. coli* nos bairros analisados. Os perfis bacterianos de enterobactérias apresentaram características similares nas 3 zonas da cidade, demonstrando que não há relação entre os bairros e as populações bacterianas. A presença de coliformes totais e *E. coli* se apresenta em níveis compatíveis com os encontrados no esgoto sanitário, como mostra o trabalho de Cavinatto e Paganini (2007), revelando uma densidade de coliformes totais de $1,3 \times 10^8$ NMP/100mL e *E. coli* de $2,2 \times 10^7$ NMP/100mL. Aliás, *E. coli* é o único membro do grupo coliforme que satisfaz a maior parte dos critérios para um indicador ideal de poluição bacteriana de origem exclusivamente fecal (Paruch *et al.*, 2012), sendo considerado o indicador mais sensível e a medida mais adequada de contaminação fecal em ambiente natural de água, solos e plantas (Edberg *et al.*, 2000).

Em cenário de trabalhadores de caminhão utilizando luvas de proteção, a probabilidade de desenvolver gastroenterite varia de 53% a 58% com base no mecanismo de ingestão oral inadvertida de lixiviado de caminhão (contato mão-boca ou respingos diretos dentro cavidade oral) (Lanzarini, 2021)

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Nas condições estudadas, os resultados obtidos sugerem que o lixiviado fresco de caminhão é uma matriz com potencial de contaminação ambiental e um risco à saúde pública e ocupacional. Para evitar ou mesmo reduzir significativamente tais riscos, faz-se necessário o acondicionamento correto do RDO em sacos plásticos apropriados, o gerenciamento adequado do RDO em todas as etapas (coleta, transferência, tratamento e destinação final), como também o uso permanente de equipamentos de proteção individual (EPIs) por parte dos empregados da limpeza urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAVINATTO, A. S. & PAGANINI, W. S. The microorganisms in the sewage disposal in soil: a case study. *Eng. Sanit. Ambient.* v. 12, n.1, p. 42-52, 2007.
2. COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – COMLURB. Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos do município do Rio de Janeiro – 2022. Gerência de Pesquisas Aplicadas. Diretoria Técnica e Logística. Publicação interna. 104p., 2017.
3. EDBERG, S. C.; RICE, E.W.; KARLIN, R. J.; ALLEN, M. J. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Society for Applied Microbiology*, v.29, p.106S–116S, 2000.
4. LANZARINI, N. M. Vírus em lixiviados de resíduos sólidos: avaliação de metodologias de recuperação viral, diversidade genética e análise de risco ocupacional. 2021. 154f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, 2021.
5. ANVISA Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2013
6. NASCIMENTO, T. C.; JANUZZI, W.A.; LEONEL, M.; SILVA, V. L.; DINIZ, C. G. Ocorrência de bactérias clinicamente relevantes nos resíduos de serviço de saúde em um aterro sanitário brasileiro e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.*, v. 42, n. 4. p. 415-419, 2009.
7. PARUCH, A. M.; MAEHLUM, T. Specific features of Escherichia coli that distinguish it from coliform and thermotolerant coliform bacteria and define it as the most accurate indicator of faecal contamination in the environment. *Ecological Indicators*, v.23, p.140–142, 2012.
8. STANDARD METHODSD FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 22a edição, 2012.