

VII-50 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE RISCO MICROBIOLÓGICO DE MASTADENOVÍRUS HUMANO EM TRABALHADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Natália Maria Lanzarini⁽¹⁾

Biomédica - UFF, Mestre em Biologia Parasitária - IOC/Fiocruz. Doutora em Saúde Pública e Meio Ambiente - ENSP/Fiocruz. Pós-doutoranda no Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz.

Annalaura Carducci

Graduação em Ciências Biológicas. Especialização em Higiene e Saúde Pública. Professora Associada em Higiene Geral e Aplicada na Universidade de Pisa, Itália.

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.

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.

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.

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 - e-mail: natalial@ioc.fiocruz.br.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a exposição de trabalhadores de resíduos sólidos urbanos ao mastadenovírus humano pela ingestão inadvertida de lixiviado de caminhão para estimar o risco de desenvolver gastroenterite. De março a dezembro/2019, realizou-se a coleta de amostras de lixiviado de caminhão de uma Estação de Transferência de Resíduos localizada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. As amostras foram ultracentrifugadas e realizados ensaios de infecciosidade de HAdV em células de adenocarcinoma de pulmão humano A549 a fim de avaliar o risco microbiológico dos trabalhadores da limpeza urbana, obtendo um TCID₅₀ que variou de 17 a 667 TCID₅₀ ml⁻¹. Em um cenário de trabalhadores de caminhão utilizando luvas de proteção, com base no mecanismo de ingestão inadvertida de lixiviado a probabilidade de desenvolver gastroenterite variou de 33% pelo contato mão-boca e de 58% por respingos diretos dentro cavidade oral. A não utilização de luvas aumentou esta probabilidade para 67% pelo contato mão-boca. Este é um estudo pioneiro que demonstra os vírus como importantes contaminantes desta matriz e levanta novas questões sobre o risco ocupacional desta classe de trabalhadores.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado Fresco de Caminhão, Resíduos Sólidos, Adenovírus Humano, Cultura de Células, QMRA.

INTRODUÇÃO

Os trabalhadores de resíduos sólidos urbanos (RSU) envolvidos diretamente na coleta estão expostos a diferentes riscos ocupacionais, incluindo os microbiológicos, principalmente devido ao contato com patógenos resistentes às condições ambientais adversas, como os vírus entéricos (Bosch *et al.*, 2006; Perez *et al.*, 2006).

A avaliação quantitativa do risco microbiológico (QMRA) permite estimar a probabilidade de infecção e/ou doença para aplicações destas informações em intervenções na gestão de risco e estabelecer a comunicação de risco para tomada de decisões em saúde pública. As etapas de avaliação de risco abrangem a descrição do cenário de exposição, a avaliação da exposição, o modelo de dose-resposta e a caracterização do risco (Haas *et al.*, 2014).

A abordagem por QMRA tem sido utilizada para avaliação de riscos no monitoramento de patógenos em ambientes de trabalho. Esta metodologia foi aplicada para avaliar o risco de trabalhadores em diferentes atividades nas estações de tratamento de águas residuais (Medema *et al.*, 2004; Carducci *et al.*, 2018; Yan *et al.*, 2021), em agricultores durante a irrigação com águas de reuso (Seidu *et al.*, 2008; Mara and Sleigh, 2010; Antwi-Agyei *et al.*, 2016; Kouamé *et al.*, 2017; Sampson *et al.*, 2017) e durante aplicações de fertilizantes de biossólidos ou esterco de origem animal (Brooks *et al.*, 2005; Gerba *et al.*, 2008; Tanner *et al.*, 2008; Brooks *et al.*, 2012; Jahne *et al.*, 2015).

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a exposição de trabalhadores de resíduos sólidos urbanos ao mastadenovírus humano (HAdV) pela ingestão inadvertida de lixiviado de caminhão para estimar o risco de desenvolver gastroenterite (GI).

MATERIAIS E MÉTODOS

De março a dezembro de 2019, 9 amostras de lixiviado fresco de caminhão foram coletadas diretamente da bacia de caminhões de resíduos sólidos de uma Estação de Transferência de Resíduos localizada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

As amostras foram concentradas utilizando a metodologia de ultracentrifugação (Pina *et al.*, 1998) e inoculadas na linhagem celular A549 de adenocarcinoma de pulmão humano para determinar a infectiosidade do HAdV e os resultados expressos em 50% da dose infectante de cultura de tecido por mililitro (do inglês *tissue culture infective dose*) TCID₅₀ ml⁻¹ (Ramakrishnan, 2016).

A abordagem QMRA (Haas *et al.*, 2014) foi realizada para estimar a probabilidade de desenvolver GI atribuível à ingestão oral inadvertida de lixiviado de caminhão por dois mecanismos diferentes: por contato mão-boca (com e sem uso de luvas) ou por respingo direto na cavidade oral.

A dose de HAdV ingerida acidentalmente por contato mão-boca foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$\text{Dose}_{\text{mão-boca}} = C_{\text{HAdV}} * L_{\text{superfície}} * TE_{\text{superfície/mão}} * SA_{\text{mão-boca}} * TE_{\text{mão/boca}} * f_{\text{contato}} * n_{\text{horas}}$$

(eq. 1)

onde a dose_{mão-boca} é a dose de HAdV transferida para a cavidade oral como resultado do contato mão-boca durante um dia de trabalho [Número de HAdV em TCID₅₀].

A dose de HAdV ingerida acidentalmente por respingos diretos na cavidade oral foi calculada de acordo com a Equação 2:

$$\text{Dose}_{\text{respingos}} = C_{\text{HAdV}} * V_{\text{lixiviado}}$$

(eq. 2)

onde a $dose_{respingos}$ é a dose de HAdV transferida para a cavidade oral como resultado da via de respingos durante um dia de trabalho [Número de HAdV em TCID₅₀].

Utilizou-se um modelo de dose-resposta de doença gastrointestinal como desfecho, aplicando-se a equação dose-resposta hipergeométrica (Teunis et al., 2016). A probabilidade de infecção (P_{inf}) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$P_{inf}(dose; \alpha, \beta) = 1 - {}_1F_1(\alpha, \alpha + \beta, -dose),$$

onde $\alpha = 5.11$, $\beta = 2.80$ e ${}_1F_1$ representa a função hipergeométrica confluyente do primeiro tipo.

Em seguida, a probabilidade de doença ($P_{doença}$) foi estimada multiplicando o P_{inf} e a patogenicidade, que representa a probabilidade de desenvolver a doença diante da infecção:

$$P_{doença|inf}(dose | \eta, r) = 1 - (1 + dose/\eta)^{-r},$$

onde $\eta = 6.53$, $r = 0.41$.

A QMRA foi realizada por análise de Monte Carlo (200 simulações, cada uma de 10.000 interações) no software Vensim® (pacote Vensim, Ventana Systems, Inc., Harvard, MA, EUA).

RESULTADOS

A infecciosidade do HAdV variou de 17 a 667 TCID₅₀ ml⁻¹, e essas concentrações foram aplicadas no modelo de QMRA. Os resultados indicaram que os mecanismos de ingestão oral apresentaram diferentes doses de exposição, com diferentes riscos de desenvolver gastroenterite (Lanzarini *et al.*, 2022).

No contato mão-boca, baseado em um modelo hipotético em que os trabalhadores não utilizavam luvas como equipamento de proteção individual (EPI), observou-se maior probabilidade de desenvolver GI, com risco de 67%. Quando comparado ao modelo onde os trabalhadores utilizavam luvas, houve uma diminuição da probabilidade para 33%. Por outro lado, pela via de respingos, a probabilidade de desenvolver GI foi de 58% (Figura 1).

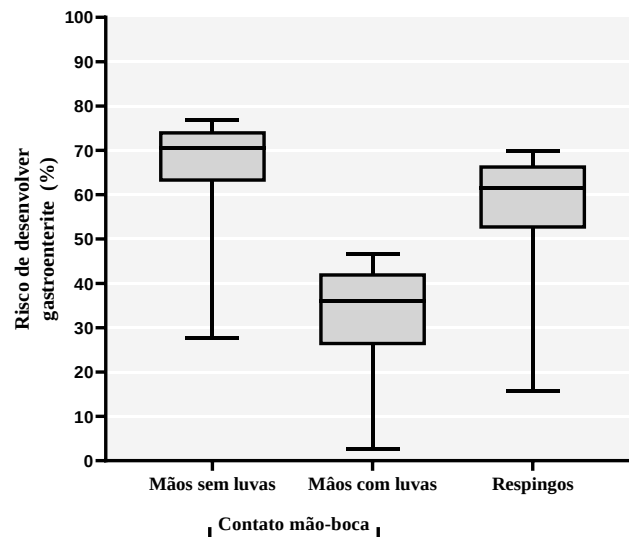


Figura 1: O risco de desenvolver gastroenterite pelo contato mão-boca foi maior para trabalhadores sem luvas (67%), quando comparado aos trabalhadores com luvas (33%). Já pela via de respingos, o risco foi de 58%.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da análise de risco evidenciaram as duas vias por contato mão-boca (com e sem luvas) e via de respingos como relevantes para a análise de risco, com um risco elevado para os trabalhadores que não utilizavam luvas. A importância das luvas é pouco investigada, somente em estudos experimentais ou na produção de alimentos (Baert et al., 2008; Rönnqvist et al., 2014). Outros estudos epidemiológicos relataram um aumento da incidência de sintomas gastrointestinais entre trabalhadores que manipulam resíduos sólidos (Ivens et al., 1999).

A sugestão de palestras e treinamento de formação continuada são importantes para a comunicação, prevenção e o manejo de risco. Dentre as sugestões, poderia ser realizado um treinamento quanto ao comportamento dos trabalhadores, principalmente visando diminuir o contato mão-boca, visto que a frequência de contato mão-boca apresentou o maior impacto na estimativa de risco de desenvolver gastroenterite.

CONCLUSÕES

Entre os diferentes cenários de exposição avaliados (mão-boca e respingos), o estudo de análise de risco ocupacional demonstrou que o maior risco para doença gastrointestinal por HAdV se observa quando os trabalhadores não utilizam luvas em suas atividades.

Este estudo pioneiro no Brasil no mundo alerta sobre o risco ocupacional dos trabalhadores de limpeza urbana quanto às infecções gastrointestinais, e sobre a conscientização destes profissionais no que se refere a utilização correta e constante dos equipamentos de proteção individual.

Suporte financeiro: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; CNPq [306655/2018-7]; Faperj/E-26/202.821/2018(238709); PAEF-2/IOC/Fiocruz. ESFREACT-EU (National Operational Programme (NOP) on research and innovation 2014-2020). Esta pesquisa está no âmbito das atividades da Fiocruz como Centro Colaborador da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)/Organização Mundial da Saúde (OMS).

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio do Centro de Pesquisas da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (Comlurb).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTWI-AGYEI, P. et al. A faecal exposure assessment of farm workers in Accra, Ghana: a cross sectional study. **BMC Public Health**, v. 16, p. 587, 07 2016. ISSN 1471-2458. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27423694> >.
2. BAERT, L. et al. Detection of murine norovirus 1 by using plaque assay, transfection assay, and real-time reverse transcription-PCR before and after heat exposure. **Appl Environ Microbiol**, v. 74, n. 2, p. 543-6, Jan 2008. ISSN 1098-5336. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18024676> >.
3. BOSCH, A.; PINTÓ, R. M.; ABAD, F. X. **Survival and Transport of Enteric Viruses in the Environment** 2006.
4. BROOKS, J. P. et al. Land application of manure and Class B biosolids: an occupational and public quantitative microbial risk assessment. **J Environ Qual**, v. 41, n. 6, p. 2009-23, 2012 Nov-Dec 2012. ISSN 0047-2425. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23128758> >.
5. _____. A national study on the residential impact of biological aerosols from the land application of biosolids. **J Appl Microbiol**, v. 99, n. 2, p. 310-22, 2005. ISSN 1364-5072. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16033462> >.
6. CARDUCCI, A. et al. Quantitative Microbial Risk Assessment for Workers Exposed to Bioaerosol in Wastewater Treatment Plants Aimed at the Choice and Setup of Safety Measures. **Int J Environ Res Public Health**, v. 15, n. 7, 07 2018. ISSN 1660-4601. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30011925> >.

7. GERBA, C. P. et al. Exposure and risk assessment of Salmonella in recycled residuals. **Water Sci Technol**, v. 57, n. 7, p. 1061-5, 2008. ISSN 0273-1223. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18441433> >.
8. HAAS, C. N.; ROSE, J. B.; GERBA, C. P. **Quantitative Microbial Risk Assessment**. JOHN WILEY & SONS, I. New Jersey: 441 p. 2014.
9. IVENS, U. I. et al. Exposure-response relationship between gastrointestinal problems among waste collectors and bioaerosol exposure. **Scand J Work Environ Health**, v. 25, n. 3, p. 238-45, Jun 1999. ISSN 0355-3140. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10450775> >.
10. JAHNE, M. A. et al. Quantitative microbial risk assessment of bioaerosols from a manure application site. **Aerobiologia**, v. 31, n. 1, p. 73-87, 2015. Available at: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10453-014-9348-0> >.
11. KOUAMÉ, P. K. et al. Microbiological risk infection assessment using QMRA in agriculture systems in Côte d'Ivoire, West Africa. **Environ Monit Assess**, v. 189, n. 11, p. 587, Oct 2017. ISSN 1573-2959. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29080954> >.
12. LANZARINI, N. M. et al. Human adenovirus in municipal solid waste leachate and quantitative risk assessment of gastrointestinal illness to waste collectors. **Waste Manag**, v. 138, p. 308-317, Feb 01 2022. ISSN 1879-2456. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34922305> >.
13. MARA, D.; SLEIGH, A. Estimation of norovirus and Ascaris infection risks to urban farmers in developing countries using wastewater for crop irrigation. **J Water Health**, v. 8, n. 3, p. 572-6, Sep 2010. ISSN 1477-8920. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20375486> >.
14. MEDEMA, G. J. et al. Risk assessment of *Legionella* and enteric pathogens in sewage treatment works. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 4, n. 2, 2004. Available at: < <https://iwaponline.com/ws/article/4/2/125/25922/Risk-assessment-of-Legionella-and-enteric> >.
15. PEREZ, H. R.; FRANKA, A. L.; ZIMMERMAN, N. J. Health effects associated with organic dust exposure during the handling of municipal solid waste. **Indoor Built Environ**, v. 15, n. 3, p. 207-212, 2006. Available at: < <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1420326X06066427> >.
16. PINA, S. et al. Characterization of a strain of infectious hepatitis E virus isolated from sewage in an area where hepatitis E is not endemic. **Appl Environ Microbiol**, v. 64, n. 11, p. 4485-8, Nov 1998. ISSN 0099-2240. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9797311> >.
17. RAMAKRISHNAN, M. A. Determination of 50% endpoint titer using a simple formula. **World J Virol**, v. 5, n. 2, p. 85-6, May 2016. ISSN 2220-3249. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27175354> >.
18. RÖNNQVIST, M. et al. Norovirus transmission between hands, gloves, utensils, and fresh produce during simulated food handling. **Appl Environ Microbiol**, v. 80, n. 17, p. 5403-10, Sep 2014. ISSN 1098-5336. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24951789> >.
19. SAMPSON, A. et al. Probabilistic quantitative microbial risk assessment model of farmer exposure to *Cryptosporidium* spp. in irrigation water within Kumasi Metropolis-Ghana. **Microbial Risk Analysis**, v. 6, p. 1-8, 2017. Available at: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352352216300433> >.
20. SEIDU, R. et al. **Quantitative microbial risk assessment of wastewater and faecal sludge reuse in Ghana**. Access to sanitation and safe water - Global partnerships and local actions: Proceedings of the 33rd WEDC International Conference. JONES e H. Accra, Ghana: WEDC, Loughborough University: 121-127 p. 2008.
21. TANNER, B. D. et al. Estimated occupational risk from bioaerosols generated during land application of class B biosolids. **J Environ Qual**, v. 37, n. 6, p. 2311-21, 2008 Nov-Dec 2008. ISSN 0047-2425. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18948485> >.
22. TEUNIS, P.; SCHIJVEN, J.; RUTJES, S. A generalized dose-response relationship for adenovirus infection and illness by exposure pathway. **Epidemiol Infect**, v. 144, n. 16, p. 3461-3473, Dec 2016. ISSN 1469-4409. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27571926> >.
23. YAN, C.; LENG, Y. L.; WU, J. T. Quantitative microbial risk assessment for occupational health of temporary entrants and staffs equipped with various grade PPE and exposed to microbial bioaerosols in two WWTPs. **Int Arch Occup Environ Health**, Mar 2021. ISSN 1432-1246. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33721095> >.