MICROPLÁSTICOS: AVALIAÇÃO DA GENOTOXICIDADE NA LINHAGEM DE TECIDO EPITELIAL MAMÁRIO NORMAL MCF-10A

Luan Mauro Gonçalves Ferreria[1*], Gabriela Ramiro Pinheiro[1], Larissa de Oliveira Araújo[1], Maria Clara Pontine de Oliveira[1], Eldamária de Vargas Wolfgramm dos Santos[1]

1 Universidade Federal do Espírito Santo

*Email para contato: luanmauro64@gmail.com

Campo de Pesquisa: Humana

INTRODUÇÃO

A globalização e a urbanização provocadas pela Revolução Industrial no século XIX levaram à massiva produção de plástico em escala global, tornando o uso desse polímero praticamente indispensável nos dias atuais (SONEZER et al., 2022). Os plásticos são de baixo custo, duráveis, versáteis e heterogêneos, justificando o alto volume de fabricação. No ano de 2019, foram produzidas aproximadamente 460 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos e estima-se que essa produção triplique até 2060 (CHARTRES et al., 2024).

Os plásticos sintéticos, quando mal gerenciados e descartados no meio ambiente, podem se decompor em partículas menores que 5 mm de diâmetro, denominadas microplásticos (MPs). Essas partículas podem ser categorizadas, de acordo com sua origem, em primárias ou secundárias. As de origem primária são adicionadas propositalmente a produtos de higiene pessoal, fertilizantes e cosméticos, enquanto as de origem secundária são formadas pela fragmentação a longo prazo de plásticos maiores mediante processos químicos (oxidação), físicos (termo-oxidação) e biológicos (decomposição por microrganismos) (LEONARD et al., 2024).

Além disso, os microplásticos são onipresentes nos ecossistemas — estando em ambientes aquáticos, no solo e na atmosfera — fazendo com que os seres humanos estejam constantemente expostos a essas partículas por meio da inalação do ar, do contato dérmico e da ingestão. Evidências recentes confirmam a presença desses contaminantes em diversos órgãos e fluidos humanos, como leite materno, placenta, coração, pulmão e cérebro (WINIARSKA et al., 2024).

Devido ao tamanho reduzido, os microplásticos possuem a capacidade de se translocar e atravessar barreiras biológicas, depositando-se em tecidos e internalizando no ambiente celular. Isso pode contribuir para diversos efeitos adversos, como estresse oxidativo, reações inflamatórias, desregulação endócrina, interrupção metabólica e indução de alterações genômicas, acarretando em consequências que podem ser irreversíveis para o organismo humano (KUMAR et al., 2022).

Portanto, é imprescindível elucidar os mecanismos de ação desse poluente para subsidiar ações de prevenção e promoção da saúde. Assim, o presente trabalho teve como objetivo esclarecer e avaliar o potencial genotóxico dos microplásticos em células de tecido epitelial mamário normal (linhagem MCF-10A) por meio do Ensaio Cometa. A técnica baseia-se na quantificação e detecção de danos ao material genético por meio da quebra de fitas simples e duplas de DNA em células individuais, sendo amplamente utilizada por sua simplicidade e baixo custo. Dessa forma, o estudo verificou a capacidade genotóxica dos microplásticos de 2 diferentes tamanho e em 3 concentrações.

Palavras-chave: Microplásticos. Genotoxicidade. Saúde Humana. DNA.

METODOLOGIA

As células da linhagem celular normal de mama MCF-10A foram cultivadas em meio de cultura apropriado e incubadas a 37°C em uma atmosfera umidificada e com 5% de CO_2.
A exposição aos microplásticos de 500 nm e 1 μm foi realizada em três concentrações diferentes, com inclusão de controle positivo e negativo. Após o período de exposição, aplicou-se o Ensaio Cometa (eletroforese de célula única) para detecção de danos ao DNA. A leitura das lâminas foi realizada em microscópio de fluorescência (filtro de excitação: 515–560 nm; filtro de barreira: 590 nm).
A análise estatística foi conduzida no *GraphPad Prism*, utilizando os testes *Shapiro–Wilk* (normalidade) e *t de Student* (comparação entre grupos), considerando $p < 0,05$ como estatisticamente significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que os microplásticos apresentaram capacidade de induzir danos ao material genético das células da mama MCF-10A. Observou-se, para os dois tamanhos de microplástico utilizados, um padrão de resposta dose-dependente, em que as concentrações mais elevadas promoveram maior dano ao DNA em comparação às menores concentrações. O resultado dos controles positivo e negativo foram conforme o esperado, validando a confiabilidade das análises. Além disso, foram verificadas significância estatística em todas as concentrações testadas.

O tipo de polímero e o tamanho da partícula influenciam diretamente no seu efeito biológico. Sendo assim, observou-se que as partículas de 500nm induziram maior dano ao material genético em comparação às de 1μm, o que corrobora com a evidência encontrada por Shi et al. (2022) que demonstrou que partículas de 80nm induziram maior citotoxicidade e genotoxicidade em células pulmonares humanas (A549) quando comparadas a partículas de 2μm. Em outro estudo, Liu et al. (2022) verificou que as microesferas de 100nm apresentaram maior geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) e teve maior capacidade de alterar o ciclo celular de células neurais (HT22) em comparação com as partículas de 1μm. Desse modo, essa diferença pode ser explicada pelo fato de que partículas menores possuem maior capacidade de internalização celular, favorecendo maior interação com compartimentos intracelulares e o material genético, resultando em maior genotoxicidade.

Os resultados também corroboram Nikolic et al. (2022), que observaram danos genéticos dose-dependentes em células de camundongos expostas a partículas de 40 e 200 nm, e Visalli et al. (2021), que relataram danos ao DNA em células intestinais humanas (HT-29) expostas a partículas de 3 e 10 μm de poliestireno, detectados igualmente pelo Ensaio Cometa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que os microplásticos exercem efeito genotóxico em células epiteliais mamárias humanas. Foi identificado um padrão de resposta dose-dependente para os dois tamanhos de partícula analisados, com ocorrência de danos estatisticamente significativos ao material genético em todas as concentrações. Esses achados reforçam a necessidade de atenção quanto aos impactos das micropartículas plásticas nas células da mama, considerando seu potencial de induzir danos ao DNA que podem favorecer a carcinogênese. Dessa maneira, este estudo permite melhor entendimento acerca dos efeitos nocivos dos microplásticos em células da mama, principalmente quanto à genotoxicidade, reforçando a importância de compreender os riscos biológicos associados aos MPs e destacando a necessidade de práticas e estratégias que visem minimizar o impacto desses contaminantes ambientais.

REFERÊNCIAS

CHARTRES, N. Effects of microplastics exposure on human digestive, reproductive, and respiratory health: A rapid systematic review. **Environmental Science e Technology**, v. 58, n. 52, p. 22843-22864, dez. 2024.

KUMAR, R. et al. Towards a novel application of wastewater-based epidemiology in population-wide assessment of exposure to volatile organic compounds. **Science of The Total Environment**, v. 845, n. 157008, nov. 2022.

LEONARD, S. et al. Microplastics in human blood: Polymer types, concentrations and characterisation using FTIR. **Environment International**, v. 188, n. 108751, jun. 2024.

LIU, S. et al. Size-dependent neurotoxicity of micro- and nanoplastics in flowing condition based on an in vitro microfluidic study. **Chemosphere**, v. 303, n. 3, mai. 2022.

NIKOLIC, S. et al. Orally administered fluorescent nanosized polystyrene particles affect cell viability, hormonal and inflammatory profile, and behavior in treated mice. **Environmental Pollution**, v. 305, n. 119206, jul. 2022.

SHI, X. et al. Cytotoxicity and Genotoxicity of Polystyrene Micro- and Nanoplastics with Different Size and Surface Modification in A549 Cells. **International Journal Medicine**, v. 17, p. 4509-4523, set. 2022.

SOZENER, Z. et al. Epithelial barrier hypothesis: Effect of the external exposome on the microbiome and epithelial barriers in allergic disease. **Journal Allergy**, v. 77, n. 5, p. 1418-1449, fev. 2022.

VERZOLA, D. et al. Coexposure to microplastic and Bisphenol A exhacerbates damage to human kidney proximal tubular cells. **Heliyon**, v. 10, n. 20, out. 2024.

VISALLI, G. et al. Acute and Sub-Chronic Effects of Microplastics (3 and 10μm) on the Human Intestinal Cells HT-29. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, mai. 2021.

WINIARSKA, E.; JUTEL M.; ZAMELKA-WIACEK, M. The potencial impact of nano-and microplastics on human health: understanding human health risks. **Environment Research**, v. 251, n. 118535, jun. 2024.

ZHANG, Y.; MENG, M.; YIQIANG, F. Assessment of microplastics using microfluid approach. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 45, n. 3, p. 1045-1052, mar. 2023.