

Riscos Ocultos: O impacto dos microplásticos na saúde intestinal

Maria Clara M. da Costa¹, Maria Luiza Baggio¹, Ana Emília Siegloch¹, Michael R. Nunes²,
Vanessa V. dos Santos¹, **Cleonice Gonçalves da Rosa¹**

1- *Multi-User Laboratory, Graduate Program in Environment and Health, Planalto Catarinense University, Lages, Santa Catarina, Brazil*

2- *Federal Institute of Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, Brazil*

Palavras-Chave: Saúde pública, Disbiose, Poluição Ambiental.

Introdução

Os plásticos são materiais amplamente utilizados desde sua invenção em 1862, apresentando diversas aplicações em indústrias devido à sua durabilidade, baixo custo e versatilidade. Contudo, a produção de plásticos aumentou drasticamente, atingindo aproximadamente 390,7 milhões de toneladas em 2021, e espera-se que chegue a 500 milhões de toneladas até 2025 (Andrady, 2017; Huang et al., 2021; Shimao, 2001)

Essa produção crescente resulta em grandes quantidades de resíduos plásticos, que se degradam em microplásticos devido a processos ambientais, como radiação solar e fricção mecânica (Shimao, 2001). A presença de microplásticos em ambientes naturais e sua incorporação em cadeias alimentares levantam preocupações sobre os riscos à saúde humana, principalmente em relação à microbiota intestinal, que desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde (Kannan; Vimalkumar, 2021)

A microbiota intestinal é uma comunidade complexa de microrganismos que influencia uma série de processos metabólicos, imunológicos e de defesa do organismo (Lamas; Natividade; Sokol, 2018). Alterações na composição da microbiota podem levar a diversas doenças, incluindo distúrbios metabólicos e inflamatórios (Stilling et al., 2016).

Dada a evidência crescente de que os microplásticos afetam a microbiota, este trabalho visa revisar a literatura existente, explorar os mecanismos de interação entre microplásticos e microbiota intestinal e discutir as implicações para a saúde humana.

Material e Métodos

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa secundária, analisando a literatura científica disponível sobre os efeitos dos microplásticos na microbiota intestinal. A pesquisa foi realizada em bases de dados como *PubMed*, *Scopus* e *Google Scholar* nos meses junho a setembro de 2024, utilizando palavras-chave relacionadas, como "microplásticos" e "microbiota intestinal". Foram incluídos estudos que abordem as interações entre microplásticos e microbiota, e seu efeito na saúde.

Os dados extraídos dos artigos selecionados foram organizados em tabela, destacando tipos de microplásticos, métodos utilizados, resultados e implicações para a saúde. A análise qualitativa permitirá identificar padrões e tendências nos efeitos dos microplásticos sobre a microbiota intestinal, contribuindo para uma discussão aprofundada sobre os riscos associados à exposição a esses contaminantes e a necessidade de políticas públicas para sua mitigação.

Resultados e Discussão

Os plásticos são polímeros que se dividem em quatro categorias principais: termoplásticos, elastômeros, termofixos e compostos poliméricos (Cheremisinoff, 2001). Os plásticos mais utilizados, como polipropileno (PP), polietileno (PE), cloreto de polivinila (PVC), poliestireno (PS) e tereftalato de polietileno (PET), são responsáveis pela maior parte do lixo plástico gerado globalmente (Shubhra; Alam; Quaiyyum, 2013)

A degradação desses plásticos resulta na formação de microplásticos, que se tornam uma ameaça à saúde humana e ambiental (Andrady, 2017; Shimao, 2001).

A literatura aponta a presença de microplásticos em concentrações alarmantes em fezes fecais, com níveis que chegam a 138,9 partículas por grama (Zhang *et al.*, 2019). Essa presença

levanta preocupações sobre a acumulação no organismo e os efeitos adversos à saúde, já que microplásticos podem atravessar membranas celulares e se disseminar em diferentes órgãos (Kannan; Vimalkumar, 2021; Ragusa *et al.*, 2021).

Pesquisas demonstraram que a ingestão de microplásticos pode levar à indução de disbiose na microbiota intestinal, caracterizada pela diminuição de microrganismos benéficos e pelo aumento de patógenos (Fournier *et al.*, 2023; Huang *et al.*, 2021)

A exposição a microplásticos, como os de PS, foi associada à alteração da integridade da barreira intestinal, resultando em maior suscetibilidade a distúrbios metabólicos. Além disso, a degradação de microplásticos pela microbiota pode permitir sua entrada na corrente sanguínea, levando a um acúmulo em tecidos e potencialmente contribuindo para a inflamação crônica (Liu *et al.*, 2022; Tamargo *et al.*, 2022).

A tabela 1 apresenta uma análise dos impactos dos microplásticos na microbiota intestinal, abordando diferentes tipos de microplásticos e suas consequências em diversas populações, incluindo bebês e crianças pré-escolares (Fournier *et al.*, 2023; Luo *et al.*, 2019). Os estudos destacados revelam alterações significativas na composição microbiana, com aumento de bactérias patogênicas, redução de butirato e diminuição da diversidade microbiana em resposta à exposição a microplásticos como polietileno, polietileno tereftalato e ácido polilático (Fournier *et al.*, 2023; Jiménez-Arroyo *et al.*, 2023; Luo *et al.*, 2019; Peng *et al.*, 2024; Tamargo *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024). Além disso, a toxicidade de substâncias como o TBBPA foi associada a efeitos citotóxicos nas células intestinais (Huang *et al.*, 2021).

Tabela 1: Impactos dos Microplásticos na Microbiota Intestinal

Objetivo	Microplásticos	Resultados e conclusão	Referências
Investigar a exposição crônica de bebês a MPs de PE e seu impacto na microbiota intestinal.	Polietileno (PE)	Aumento de bactérias patogênicas e diminuição de butirato. MPs de PE alteram a microbiota intestinal, mas não afetam a barreira intestinal.	Fournier <i>et al.</i> (2023)
Examinar os efeitos de MPs biodegradáveis na microbiota intestinal por meio de digestão <i>in vitro</i> .	PCL e PLA	MPs diminuíram de tamanho e a variabilidade da microbiota intestinal foi reduzida. MPs biodegradáveis podem prejudicar a saúde intestinal.	Peng <i>et al.</i> (2024)
Analisar concentrações de MPs nas fezes de pré-escolares e fatores dietéticos.	PVC, PET, PE, PA6	Detectados em 85,5% das amostras; ingestão de laticínios e mamadeiras ligadas aos níveis de MPs, afetando certas taxas probióticas. Exposição a MPs pode perturbar a microbiota intestinal.	Luo <i>et al.</i> (2019)
Avaliar mudanças na microbiota intestinal devido ao uso de utensílios plásticos descartáveis (DPT).	DPT	Alterações na abundância microbiana e redução da diversidade pós-exposição. Exposição ao DPT afeta a microbiota intestinal e a saúde.	Zhang <i>et al.</i> (2024)
Avaliar os efeitos de microplásticos de PLA na microbiota colônica e produção de SCFA.	Ácido polilático (PLA)	Aumento de <i>Bifidobacterium</i> e mudanças morfológicas nos MPs de PLA. PLA afeta a composição da microbiota intestinal.	Jiménez-Arroyo <i>et al.</i> (2023)
Investigar a toxicidade de MPs e TBBPA em células intestinais.	Microplásticos de PE e TBBPA	Efeitos citotóxicos, alteração da diversidade da microbiota e inibição seletiva de bactérias G+. Ambos os compostos mudam significativamente a composição da microbiota intestinal.	Huang <i>et al.</i> (2021)
Avaliar riscos de microplásticos no nível digestivo.	Polietileno tereftalato (PET)	Diminuição de bactérias benéficas e diversidade, com alterações nas proporções microbianas. O consumo de MPs afeta	Tamargo <i>et al.</i> (2022)



		negativamente as comunidades microbianas colônicas.	
--	--	---	--

A ingestão de microplásticos de PET está associada a alterações na composição da microbiota colônica (Tamargo *et al.*, 2022). Estudos mostram que mesmo doses fisiológicas de microplásticos podem resultar no aumento de patobiontes prejudiciais, como *Dethiosulfovibrionaceae* e *Enterobacteriaceae*, que estão relacionados ao câncer colorretal e à síndrome do intestino irritável (Fournier *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2022).

Além disso, a exposição a microplásticos reduz a diversidade microbiana, o que é um indicativo de disbiose (Kannan; Vimalkumar, 2021; Lamas; Natividade; Sokol, 2018).

Essas mudanças na microbiota além de afetar a produção de ácidos graxos de cadeia curta (SCFAs), como o butirato, essenciais para a saúde intestinal, mas também podem aumentar o risco de doenças inflamatórias (Duncan; Louis; Flint, 2007; Stilling *et al.*, 2016). A redução na produção de butirato, que protege contra doenças intestinais, foi observada em crianças, sugerindo que a exposição a microplásticos pode estar ligada ao aumento de condições alérgicas e de asma (Roduit *et al.*, 2019).

O TBBPA, um aditivo comum em plásticos, demonstrou ter efeitos negativos na microbiota intestinal, reduzindo a abundância de *Firmicutes*, bactérias fundamentais para a fermentação de carboidratos em SCFAs (Huang *et al.*, 2021, 2018).

A ausência de SCFAs compromete a função da barreira intestinal, favorecendo a inflamação e aumentando o risco de doenças como a doença inflamatória intestinal (IBD) (Kamada *et al.*, 2013). A exposição a TBBPA também resulta em um aumento de *Bacteroidetes* e *Proteobacteria*, que estão associados a efeitos pro-inflamatórios (Huang *et al.*, 2021, 2018).

A exposição térmica a microplásticos, como o di-isopentil tereftalato (DPT), demonstrou alterar significativamente a diversidade da microbiota intestinal (Zhang *et al.*, 2024). A liberação de microplásticos em alimentos devido ao aquecimento pode aumentar a exposição humana, resultando em uma microbiota desequilibrada. Estudos mostraram que a exposição térmica leva a uma redução nos níveis de *Firmicutes* e *Bacteroidota*, essenciais para a produção de butirato e a manutenção da saúde intestinal (Luo *et al.*, 2019)

Essas alterações além de afetar o metabolismo energético, também contribuem para o desenvolvimento de doenças metabólicas, como obesidade e diabetes tipo 2. As mudanças nos perfis microbianos devido à exposição térmica a microplásticos estão ligadas a vias metabólicas relacionadas ao câncer, indicando que esses poluentes podem ter implicações sérias para a saúde a longo prazo (Magne *et al.*, 2020; Mariat *et al.*, 2009; Parker *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2012)

Conclusões

Os microplásticos representam um risco significativo à saúde pública, especialmente em relação à microbiota intestinal. A crescente evidência de que esses poluentes impactam negativamente a diversidade microbiana e a integridade intestinal sublinham a necessidade urgente de pesquisas adicionais. Compreender os mecanismos subjacentes e as consequências da exposição a microplásticos é essencial para a formulação de políticas de saúde pública e estratégias de mitigação. A conscientização sobre os impactos dos microplásticos deve ser ampliada para promover ações eficazes que protejam a saúde humana e ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos seguintes financiamentos de pesquisa:

- FAPESC- CP- FAPESC nº 15/2023 – Programa de Estruturação Acadêmica para Laboratórios Multiusuários Dedicados à Pesquisa Avançada no Estado de Santa Catarina - TO2023TR001418 e TO2023TR001518.

- CNPQ-Chamada CNPQ nº 69/2022- Apoio a pesquisa científica, tecnológica e de inovação: Bolsas de Mestrado e Doutorado- Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação (PIBPG)
- CAPES-PDPG-CONSOLIDACAO-3-4/Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação (PDPG) Emergencial de Consolidação Estratégica dos Programas de Pós-Graduação stricto sensu acadêmicos.

Referências

- ANDRADY, Anthony L. The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, [s. l.], v. 119, n. 1, p. 12–22, 2017.
- CHEREMISINOFF, Nicholas P. *Condensed encyclopedia of polymer engineering terms*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2001.
- DUNCAN, S.H.; LOUIS, P.; FLINT, H.J. Cultivable bacterial diversity from the human colon. *Letters in Applied Microbiology*, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 343–350, 2007.
- FOURNIER, Elora et al. Exposure to polyethylene microplastics alters immature gut microbiome in an infant in vitro gut model. *Journal of Hazardous Materials*, [s. l.], v. 443, p. 130383, 2023.
- HUANG, Wantang et al. Influence of the co-exposure of microplastics and tetrabromobisphenol A on human gut: Simulation in vitro with human cell Caco-2 and gut microbiota. *Science of The Total Environment*, [s. l.], v. 778, p. 146264, 2021.
- HUANG, Yichen et al. Possible association of Firmicutes in the gut microbiota of patients with major depressive disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, [s. l.], v. Volume 14, p. 3329–3337, 2018.
- JIMÉNEZ-ARROYO, C. et al. Simulated gastrointestinal digestion of polylactic acid (PLA) biodegradable microplastics and their interaction with the gut microbiota. *Science of The Total Environment*, [s. l.], v. 902, p. 166003, 2023.
- KAMADA, Nobuhiko et al. Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. *Nature Reviews Immunology*, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 321–335, 2013.
- KANNAN, Kurunthachalam; VIMALKUMAR, Krishnamoorthi. A Review of Human Exposure to Microplastics and Insights Into Microplastics as Obesogens. *Frontiers in Endocrinology*, [s. l.], v. 12, p. 724989, 2021.
- LAMAS, Bruno; NATIVIDAD, Jane M.; SOKOL, Harry. Aryl hydrocarbon receptor and intestinal immunity. *Mucosal Immunology*, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 1024–1038, 2018.
- LIU, Guoqiang et al. Disposable plastic materials release microplastics and harmful substances in hot water. *Science of The Total Environment*, [s. l.], v. 818, p. 151685, 2022.
- LUO, Ting et al. Maternal Polystyrene Microplastic Exposure during Gestation and Lactation Altered Metabolic Homeostasis in the Dams and Their F1 and F2 Offspring. *Environmental Science & Technology*, [s. l.], v. 53, n. 18, p. 10978–10992, 2019.
- MAGNE, Fabien et al. The Firmicutes/Bacteroidetes Ratio: A Relevant Marker of Gut Dysbiosis in Obese Patients?. *Nutrients*, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1474, 2020.
- MARIAT, D et al. The Firmicutes/Bacteroidetes ratio of the human microbiota changes with age. *BMC Microbiology*, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 123, 2009.
- PARKER, Bianca J. et al. The Genus *Alistipes*: Gut Bacteria With Emerging Implications to Inflammation, Cancer, and Mental Health. *Frontiers in Immunology*, [s. l.], v. 11, p. 906, 2020.
- PENG, Yujia et al. Simulated gastrointestinal digestion of two different sources of biodegradable microplastics and the influence on gut microbiota. *Food and Chemical Toxicology*, [s. l.], v. 185, p. 114474, 2024.
- RAGUSA, Antonio et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International*, [s. l.], v. 146, p. 106274, 2021.
- RODUI, Caroline et al. High levels of butyrate and propionate in early life are associated with protection against atopy. *Allergy*, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 799–809, 2019.
- SHIMAO, Masayuki. Biodegradation of plastics. *Current Opinion in Biotechnology*, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 242–247, 2001.
- SHUBHRA, Quazi Th; ALAM, Akmm; QUAIIYUM, Ma. Mechanical properties of polypropylene composites: A review. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 362–391, 2013.
- STILLING, Roman M. et al. The neuropharmacology of butyrate: The bread and butter of the microbiota-gut-brain axis?. *Neurochemistry International*, [s. l.], v. 99, p. 110–132, 2016.
- TAMARGO, Alba et al. PET microplastics affect human gut microbiota communities during simulated gastrointestinal digestion, first evidence of plausible polymer biodegradation during human digestion. *Scientific Reports*, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 528, 2022.
- WANG, Tingting et al. Structural segregation of gut microbiota between colorectal cancer patients and healthy volunteers. *The ISME Journal*, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 320–329, 2012.
- ZHANG, Xue et al. Effects of thermal exposure to disposable plastic tableware on human gut microbiota and metabolites: A quasi-experimental study. *Journal of Hazardous Materials*, [s. l.], v. 462, p. 132800, 2024.



63º Congresso Brasileiro de Química
05 a 08 de novembro de 2024
Salvador - BA

ZHANG, Na et al. You Are What You Eat: Microplastics Are Identified in Feces of Male Young Adults Living in Beijing. SSRN Electronic Journal, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ssrn.com/abstract=3458506>. Acesso em: 21 set. 2024.