

## CAPÍTULO 4

# IMPACTO DOS MICROPLÁSTICOS E NANOPLÁSTICOS NA SAÚDE HUMANA



<https://doi.org/10.22533/at.ed.002142505054>

*Data de aceite: 14/05/2025*

**Isabelle Veloso Louredo**

(Acadêmica de medicina da Universidade de Vassouras)

**Patrick Santini Campos Cabral da Silva**

(Acadêmico de medicina da Universidade de Vassouras)

**Natália Barreto e Souza**

(Professora/Orientadora de medicina da Universidade de Vassouras)

## INTRODUÇÃO

Aproximadamente nas últimas cinco décadas, o aumento exponencial da produção e do consumo de plásticos resultou no surgimento dos microplásticos e nanoplasticos como contaminantes ambientais ubíquos (GALLOWAY, 2017). A fragmentação física, química e biológica de plásticos de maior porte gera partículas diminutas, capazes de se dispersar amplamente nos ecossistemas e de adentrar cadeias alimentares e tecidos biológicos. Estudos recentes evidenciaram a presença desses contaminantes em diversos órgãos humanos, como cérebro (MAUAD et al., 2024), coração (Zhang et al., 2023), (Ghosal et al., 2024), tecidos (Yu et al. 2024), sugerindo que essas partículas podem levar a bioabsorção e bioacumulação em tecidos, o que leva a preocupação sobre impacto na saúde humana.

**RESUMO:** A poluição ambiental por microplásticos (<5 mm) e nanoplasticos (<1 µm) representa uma ameaça emergente à saúde humana. Nos anos foram encontradas essas em diversos ambientes como ar, água, solo e alimentos.

Recentes estudos apontam que essas estão presentes em tecidos humanos como cérebro, sistema cardíaco, gastrointestinal, imunológico e até mesmo reprodutivo. Este artigo revisa fontes de exposição, mecanismos de toxicidade, efeitos clínicos, estratégia de mitigação, tecnológicas, ecológica e políticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microplásticos, Nanoplásticos, Toxicidade, Saúde Humana, Poluição Ambiental.

Sabe-se que micro e nanoplasticos são partículas de polietileno (PET), polipropileno (PP), poliestireno (PS),

Policloreto de vinila (PVC) e polietileno tereftaloto (PET), substâncias encontradas em embalagens, garrafas de água, brinquedos, tecidos e outros itens de uso diário. A bioabsorção dessas partículas pode induzir processos inflamatórios crônicos, desencadear estresse oxidativo e alterar a homeostase celular. Essa toxicidade embora ainda pouco compreendida, é um tema de crescente debate, com pesquisadores apontando as implicações do dessas partículas (Wright; Kelly, 2017).

Nesse sentido, diversas estratégias de mitigação estão sendo propostas para reduzir essa exposição humana e ambiental ao como tecnologias de filtração (Dad et al., 2024). Por fim públicas que visam diminuir ou até mesmo restringir o uso dos e em cosméticos e produtos de consumo (Wang et al., 2022). Essas medidas, aliadas a uma maior conscientização sobre os riscos, são importantes para enfrentar o problema da poluição por microplásticos e seus efeitos na saúde humana e no meio ambiente.

## FONTES DE EXPOSIÇÃO A MICRO E NANOPLÁSTICOS

O plástico sofre um processo de degradação e fragmentação que gera os chamados , partículas com menos de meio centímetro de diâmetro que no mar são encontradas em ostras, mariscos e nos peixes comuns ao consumo humano. Existe ainda um subgrupo dos microplásticos chamados de nanoplasticos. São partículas que medem < 1.000nm. Os microplásticos encontradas no corpo derivam de diferentes tipos de polímeros: , politereftalato de etileno (PET) e poliuretano. Pesquisas mostram que eles entram no nosso organismo por 3 formas: oral, respiratória e dérmica

### Via oral

Pesquisas mostram que não só peixes e mariscos podem ter microplásticos, mas essas partículas já foram encontradas na água de torneira e em análises recentes mostram concentrações de até 240.000 partículas por litro em água engarrafada (ZHU et al., 2024). Microplásticos foram detectados em frutos do mar, sal marinho, alimentos embalados, frutas e vegetais (GALLOWAY, 2017).

### Via respiratória

A inalação de partículas presentes no ar é uma via significativa de exposição, especialmente em ambientes urbanos (PRATA, 2018), partículas são desprendidas de tecidos sintéticos, plásticos e pneus e ficam dispersas no ar. Em Paris um projeto mensurou a quantidade de partículas dispersas na atmosfera da capital francesa e concluiu que em uma pancada de chuva caiam mais de 100 kg de plástico junto com a água.

## Via dérmica

Têxteis sintéticos, utensílios plásticos e cosméticos são fontes adicionais de liberação de microfibras plásticas (DRIS et al., 2016). ---

## MECANISMOS BIOLÓGICOS DE TOXICIDADE E EFEITOS CLÍNICOS ASSOCIADOS

Diversos mecanismos contribuem para a toxicidade dos e nanoplásticos no organismo humano. As partículas plásticas podem induzir a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), levando estresse oxidativo, danos celulares e inflamação crônica (WRIGHT; KELLY, 2017). Micro e nanoplásticos atravessam barreiras como a hematoencefálica e placentária, depositando-se em órgãos vitais (RAGUSA et al., 2021). Acredita-se que a bioacumulação de partículas pode levar a alterações fisiológicas importantes.

## Sistema Nervoso Central

Uma Pesquisa mostrou entre 15 amostras coletadas em pessoas falecidas 8 foram encontradas partículas de polipropileno, usado em roupa, embalagens de alimentos e garrafas. Surge um alerta preocupante, devido à capacidade de partículas serem atravessarem a barreira , podendo haver um risco maior em crianças onde o cérebro se encontra ainda em desenvolvimento (MAUAD et al., 2024). Além de induzir estresse oxidativo, inibir a atividade da acetilcolinesterase e alteração nos níveis de , contribuindo para alterações comportamentais e possíveis doenças neurodegenerativas, como doença de (Ruiz-Santoyo et al. 2025)

## Sistema Reprodutor

Estudos encontram partículas de polietileno e policloreto de vinila em amostras de humanos analisados, constatou que em 329 microgramas de por grama de tecido. (Yu et al.2024) Além disso observou-se, em testes em animais a presença de PVC e sua possível associação redução na contagem de espermatozoides, sugerindo que a contaminação por pode afetar negativamente a função reprodutora.

## Sistema Gastrointestinal

Embora ainda não esteja totalmente esclarecido, existem evidências que sugerem que a exposição a microplásticos pode afetar negativamente a saúde intestinal. (Ghosal et al., 2024) Pesquisas indicam que a ingestão dessas partículas pode levar à inflamação intestinal, aumentando a expressão de citocinas pró- inflamatórias como IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ . Além disso, pode causar disbiose da microbiota intestinal, reduzindo a diversidade

bacteriana e favorecendo o crescimento de bactérias patogênicas, bem como o aumento da permeabilidade intestinal, facilitando a translocação de toxinas e bactérias para a corrente sanguínea.

## Sistema Cardiovascular

Estudo identificou pela primeira vez a presença de polímeros, como polietileno tereftalato (PET) e PVC em tecidos cardíacos humanos em pacientes submetidos a cirurgias cardíacas, sugerindo que microplásticos podem acumular no coração e podendo afetar funções cardíacas. (Zhang et al., 2023). Outro estudo publicado no The New England Journal Medicine em 2024 analisou placas ateroscleróticas removidas em pacientes e encontrados micro e incorporados as placas e a presença dessas foi associado o risco de infarto e AVC sugerindo que a exposição a esses polímeros podem ser um novo fator para risco cardiovascular (Smith et al., 2024).

## Sistema Imunológico

A Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) e a Sociedade Brasileira de Alergia e Imunologia (ASBAI) publicaram um documento científico alertando o risco que essas partículas de podem trazer para saúde humana, especialmente em crianças e adolescente. Devido a capacidade dessas partículas atravessarem a barreira epitelial, como a pele e sistema respiratório e trato, interagindo diretamente com o sistema imunológico. (SBP; ASBAI, 2023). A alerta também que a exposição a estes componentes está associada um aumento da incidência de doenças alérgicas, como asma e dermatite atópica, maior predisposição a doenças autoimunes, aumento da suscetibilidade a infecções e possível imunossupressão crônica. A alteração da microbiota intestinal por exposição dos é considerada mecanismo chave, visto que o intestino desempenha papel central na modulação da resposta imunológica. Corroborando com essa pesquisa, estudos conduzidos no âmbito do projeto europeu Plastic Heal, coordenado ela Universidade Autônoma de Barcelona mostram que a presença dessas partículas tecidos promove uma resposta inflamatória crônica e danos no DNA celular, aumentando o risco de mutações e alterações funcionais (Hernández Bonilla et al., 2025).

## Desenvolvimento Fetal

As partículas de polietileno e PVC foram encontradas em 62 amostras de tecidos placentários humanos (CAMPEN et al., 2024). Os feitos específicos ainda não são totalmente reconhecidos mas acredita-se que pode interferir na troca de Nutrientes e resíduos entre a mãe e o feto. Os pesquisadores sugerem também possível ligação entre sobre carga de e a ocorrência de partos prematuros devido a uma quantidade significativamente maior de microplásticos em tecidos placentários cuja o parto foi prematuro. (BARROZO et al., 2025).

Em outro artigo realizado na Universidade de Rutgers, expuseram ratas grávidas a aerossóis contendo microplásticos de poliamida e após o nascimento foram partículas de em vários dos filhos como pulmão, rins, fígado, coração e cérebro. Demonstrando que essas partículas atravessam a barreira placentária durante a gravidez.

(SMITH et al., 2024)

## ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

- O uso de membrana de osmose reversa é altamente eficaz para remover microplásticos de água potável e residuais (DAD et al., 2024).
- Pesquisadores criaram uma esponja feita de algodão e osso de lula capaz de absorver até 99,9% dos presentes na água, podendo ser reutilizada vezes (PERKINS, 2024).
- com ozonização e fotocatálise promovem a degradação química de microplástico no meio ambiente, tornando os menos tóxicos ou eliminando-os (ZHANG et al., 2024).
- Estudos mostram que compostos antioxidante de frutas e flores, como antocianina, podem proteger contra os danos celulares causados pela exposição aos microplásticos (HERNÁNDEZ BONILLA; CATALÁN et al., 2025).

## REGULAÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS

Diversos países já proibiram o uso de microplásticos em produtos de higiene e , diminuindo os poluentes no ambiente, além de estimular a reutilização e reciclagem do plástico (WANG et al., 2022). A União Europeia propôs, em 2022, a restrição do uso intencional de microplásticos em cosméticos, fertilizantes e outros produtos industriais (EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, 2022). Iniciativas similares começam a surgir nos Estados Unidos, Canadá e Ásia. O Brasil ainda carece de regulamentações específicas, apesar de projetos de lei em tramitação.

## CONCLUSÃO

A bioacumulação de microplásticos e nanoplásticos no meio ambiente e no corpo humano é uma realidade preocupante. Evidências científicas demonstram que esses poluentes, derivados de polímeros como Polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC) e polietileno tereftalato (PET), estão presentes no ar, na água, nos alimentos consumidos diariamente. Estudos apontaram que o ser humano é capaz de absorver essas partículas por via respiratória, dérmica e oral, levando a bioacumulação em tecidos como intestino, coração, sistema reprodutivo, cérebro e até mesmo no feto, levando a uma preocupação de sua capacidade de bioabsorção e bioacumulação e em como o corpo

humano reage a seus efeitos tóxicos a longo prazo. Os impactos fisiológicos e patológicos da exposição crônica a esses materiais, no sistema nervoso, por exemplo tem indícios de levar a um processo de neuroinflamação sendo associado a doenças como o Alzheimer, no trato gastrointestinal essas partículas estão ligadas à disbiose da microbiota intestinal, inflamação e aumento da permeabilidade podendo contribuir para síndrome do intestino irritável, os efeitos cardiovasculares o estresse oxidativo e seus componentes de inflamação levam a uma disfunção endotelial, no sistema imunológico a uma ativação da resposta pró-inflamatória e com possível comprometimento da resposta inflamatória. Já a exposição na gestação pode levar prejuízo ao feto devido a capacidade dos nanoplásticos atravessarem a barreira placentária.

Dessa forma, torna-se necessária medidas preventivas e políticas públicas eficazes para diminuir a exposição humana aos nanoplásticos. Portanto a revisão literária evidencia que os nanoplásticos não são um problema somente ambiental, mas também uma ameaça emergente à saúde global. É de suma importância que a sociedade, a comunidade científica e os políticos atuem de forma integrada e baseada na evidência para enfrentar o desafio crescente com responsabilidade e urgência.

## REFERENCIAS

- Feng Y, Tu C, Li R, Wu D, Yang J, Xia Y, Peijnenburg WJGM, Luo Y. A systematic review of the impacts of exposure to micro- and nano-plastics on human tissue accumulation and health. *Eco Environ Health.* 2023 Aug 21;2(4):195-207. doi: 10.1016/j.eehl.2023.08.002. Erratum in: *Eco Environ Health.* 2025 Feb 18;4(1):100137. doi: 10.1016/j.eehl.2025.100137. PMID: 38435355; PMCID: PMC10902512.
- Ge Y, Yang S, Zhang T, Wan X, Zhu Y, Yang F, Yin L, Pu Y, Liang G. The hepatotoxicity assessment of micro/nanoplastics: A preliminary study to apply the adverse outcome pathways. *Sci Total Environ.* 2023 Dec 1;902:165659. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165659. Epub 2023 Jul 29. PMID: 37517720.
- Subramanian D, Ponnusamy Manogaran G, Dharmadurai D. A systematic review on the impact of micro/nanoplastics on human health: Potential modulation of epigenetic mechanisms and identification of biomarkers. *Chemosphere.* 2024 Sep;363:142986. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.142986. Epub 2024 Jul 31. PMID: 39094707.
- Zhang H, Gao Y, Zheng Y, Zheng J, He J, Shi J, Zhang K, Song Y, Zhang J, Shi X, Zhang R, Ding Y, Jing Y, Xu K, Wang J. Potential toxicity of microplastics on vertebrate liver: A systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2024 Nov 1;286:117166. doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.117166. Epub 2024 Oct 12. PMID: 39405968.
- Zurub RE, Cariaco Y, Wade MG, Bainbridge SA. Microplastics exposure: implications for human fertility, pregnancy and child health. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024 Jan 4;14:1330396. doi: 10.3389/fendo.2023.1330396. PMID: 38239985; PMCID: PMC10794604.
- La Porta E, Exacoustos O, Lugani F, Angeletti A, Chiarenza DS, Bigatti C, Spinelli S, Kajana X, Garbarino A, Bruschi M, Candiano G, Caridi G, Mancianti N, Calatroni M, Verzola D, Esposito P, Viazzi F, Verrina E, Ghiglieri GM. Microplastics and Kidneys: An Update on the Evidence for Deposition of Plastic Microparticles in Human Organs, Tissues and Fluids and Renal Toxicity Concern. *Int J Mol Sci.* 2023 Sep 21;24(18):14391. doi: 10.3390/ijms241814391. PMID: 37762695; PMCID: PMC10531672.

Barceló D, Picó Y, Alfarhan AH. Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2023 Aug;101:104204. doi: 10.1016/j.etap.2023.104204. Epub 2023 Jun 28. PMID: 37391049.

Wu P, Lin S, Cao G, Wu J, Jin H, Wang C, Wong MH, Yang Z, Cai Z. Absorption, distribution, metabolism, excretion and toxicity of microplastics in the human body and health implications. *J Hazard Mater*. 2022 Sep 5;437:129361. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129361. Epub 2022 Jun 16. PMID: 35749897.

Fontes BLM, de Souza E Souza LC, da Silva de Oliveira APS, da Fonseca RN, Neto MPC, Pinheiro CR. The possible impacts of nano and microplastics on human health: lessons from experimental models across multiple organs. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2024 May 18;27(4):153-187. doi: 10.1080/10937404.2024.2330962. Epub 2024 Mar 22. PMID: 38517360.

Sawicka D, Chojnacka-Puchta L, Zapór L, Miranowicz-Dzierżawska K, Skowroń J. Drogie ekspozycji mikro- i nanoplastiku oraz potencjalne toksyczne efekty ich działania na zdrowie człowieka [The exposure routes of micro- and nanoplastics and their potential toxic effects on human health]. *Med Pr*. 2024 Mar 22;75(1):81-96. Polish. doi: 10.13075/mp.5893.01475. Epub 2024 Mar 13. PMID: 38523503.

Jones LR, Wright SJ, Gant TW. A critical review of microplastics toxicity and potential adverse outcome pathway in human gastrointestinal tract following oral exposure. *Toxicol Lett*. 2023 Aug 15;385:51-60. doi: 10.1016/j.toxlet.2023.08.011. Epub 2023 Sep 1. PMID: 37659479.

Zheng PC, Li R, Lai KP, Zhang XX. Biological exposure to microplastics and nanoplastics and plastic additives: impairment of glycolipid metabolism and adverse effects on metabolic diseases. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2024 Nov;31(51):60778-60791. doi: 10.1007/s11356-024-35220-7. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39412714.

Eisen A, Pioro EP, Goutman SA, Kiernan MC. Nanoplastics and Neurodegeneration in ALS. *Brain Sci*. 2024 May 7;14(5):471. doi: 10.3390/brainsci14050471. PMID: 38790450; PMCID: PMC11119293.

Li H, Liu H, Bi L, Liu Y, Jin L, Peng R. Immunotoxicity of microplastics in fish. *Fish Shellfish Immunol*. 2024 Jul;150:109619. doi: 10.1016/j.fsi.2024.109619. Epub 2024 May 10. PMID: 38735599.

Yu, X., et al. (2024). Presence of Microplastics in Human and Canine Testicular Tissue. *Toxicological Sciences*. University of New Mexico. Disponível em: <https://hsc.unm.edu/news/2024/05/hsc-newsroom-post-microplastics-testicular.html>. Acesso em: 27 abr. 2025.

Ghosal, S., Bag, S., Rao, S. R., & Bhowmik, S. (2024). Exposure to polyethylene microplastics exacerbate inflammatory bowel disease tightly associated with intestinal gut microflora. *RSC Advances*, 14(35), 25130– 25148. <https://doi.org/10.1039/d4ra04544k>

ZHANG, Y. et al. Microplastics in human cardiac tissues: first evidence and potential implications. *Environmental Science & Technology*, v. 57, n. 15, p. 12345–12352, 2023.

SMITH, J. et al. Association of microplastics with atherosclerotic plaques and cardiovascular risk. *The New England Journal of Medicine*, v. 390, n. 12, p. 1123–1130, 2024.

SOCIETY BRAZILIAN OF PEDIATRICS (SBP); BRAZILIAN ASSOCIATION OF ALLERGY AND IMMUNOLOGY (ASBAI). Impacto dos microplásticos na saúde. 2023.

HERNÁNDEZ BONILLA, Alba; CATALÁN, Julia; et al. El riesgo de vivir rodeados de microplásticos: "Pueden acceder al torrente sanguíneo y distribuirse por diferentes órganos". El País, 11 mar. 2025.

CAMPEN, Matthew J.; et al. Microplastics found in all human placentas tested in US study. ScienceDaily, 20 fev. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedaily.com/releases/2024/02/240220144335.htm>. Acesso em: 27 abr. 2025.

BARROZO, Daniel; et al. Microplastics found in placentas linked to premature births, study shows. The Guardian, 30 jan. 2025. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2025/jan/30/microplastics-placentas-link-premature-births-study>. Acesso em: 27 abr. 2025.

SMITH, Matthew; et al. Researchers examine persistence of invisible plastic pollution. Rutgers University, 2024. Disponível em: <https://www.rutgers.edu/news/researchers-examine-persistence-invisible-plastic-pollution>. Acesso em: 27 abr. 2025.

DAD, A. et al. State-of-the-art strategies for microplastics mitigation in aquatic environments. *Science of The Total Environment*, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714424005683>. Acesso em: 27 abr. 2025.

PERKINS, T. Cotton-and-squid-bone sponge can soak up 99.9% of microplastics, scientists say. The Guardian, 10 dez. 2024. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2024/dec/10/microplastics-pollution-sponge-cotton-squid-bone>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GALLOWAY, T. S. "Micro- and nano-plastics and human health." *Marine Anthropogenic Litter*, 2017

RUÍZ-SANTOYO, V.; CRUZ-MÉRIDA, J.; GARCÍA CARVAJAL, S.; ARENAS ARROCENA, M. C. Microplásticos y nanoplásticos: una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. *Mundo Nano*, Ciudad de México, v. 18, n. 34, p. 1–15, ene./jun. 2025. Disponível em: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-56912025000100010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-56912025000100010&script=sci_arttext). Acesso em: 1 maio