Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

MICROPLÁSTICOS E SAÚDE HUMANA: MECANISMOS BIOLÓGICOS ENVOLVIDOS E POTENCIAIS IMPLICAÇÕES PARA SAÚDE PÚBLICA

MICROPLASTICS AND HUMAN HEALTH: BIOLOGICAL MECHANISMS INVOLVED AND POTENTIAL IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH

Lindayara Souza da Silva[1], Bruno Iartelli Silva[2], Luis Felipe de Almeida Duarte[1]

[1] Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências da Saúde, Curso de Biomedicina
[2] Universidade Santa Cecília, Pós-graduação, Ciência e Tecnologia Ambiental
E-mail para contato: lsouza233107@gmail.com

RESUMO – A presença de microplásticos e nanoplásticos no ambiente tem gerado preocupação devido a impactos à saúde humana. A exposição ocorre por ingestão, inalação e contato direto, gerando diferentes efeitos no organismo. O estudo buscou realizar uma revisão da literatura sobre a toxicidade, sistemas afetados e implicações à saúde pública. Foram selecionados artigos das bases Pubmed e Web of science (2019-2026). O estudo identificou alterações como estresse oxidativo, inflamação, disfunção mitocondrial e dano celular nos sistemas gastrointestinal, respiratório, hepático, nervoso, cardiovascular e reprodutivo. Os achados apontam implicações sobre a vigilância, regulamentação e mitigação dos riscos para a saúde pública.

Palavras-chave: Microplásticos; Nanoplásticos; Saúde humana; Mecanismos Biológicos; Toxicidade.

ABSTRACT – The presence of microplastics and nanoplastics in the environment has raised concerns due to impacts on human health. Exposure occurs through ingestion, inhalation, and direct contact, causing different effects on the body. The study aimed to conduct a literature review on toxicity, affected systems, and implications for public health. Articles from the PubMed and Web of Science databases (2019–2026) were selected. The study identified alterations such as oxidative stress, inflammation, mitochondrial dysfunction, and cellular damage in the gastrointestinal, respiratory, hepatic, nervous, cardiovascular, and reproductive systems. The findings point to implications for surveillance, regulation, and mitigation of public health risks.

Keywords: Microplastics; Nanoplastics; Human health; Biological mechanisms; Toxicity.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

A crescente presença de microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs) nos diferentes compartimentos ambientais tem se configurado como um problema científico emergente, especialmente no que se refere à compreensão de seus efeitos sobre a saúde humana. Os microplásticos, definidos como partículas de plástico com menos de 5 mm de tamanho, são amplamente reconhecidos como poluentes onipresentes e persistentes no ambiente, e de elevada estabilidade físico-química (Hartmann *et al*., 2019).

Quanto à exposição humana, estudos indicam que **a** exposição pode ocorrer por múltiplas vias, incluindo ingestão de água e alimentos contaminados, inalação de partículas suspensas no ar e contato indireto com superfícies contaminadas (Janzik *et al.*, 2025; Lin, RH *et al.*, 2025; Singh; Tiwari, 2025; Sun; Wang, 2023). Além disso, evidências demonstram que essas partículas são capazes de atravessar barreiras biológicas críticas, como a barreira hematoencefálica (Bai *et al.*, 2024) e a barreira placentária (Zhang, HP *et al.*, 2026), além de terem sido detectadas em diversos tecidos e fluidos humanos (Fioretto *et al.*, 2026; Li, Y *et al.*, 2024).

Apesar do avanço significativo das pesquisas nos últimos anos, ainda existe uma lacuna importante no que se refere à consolidação de conhecimentos que integrem os aspectos biológicos e toxicológicos dos microplásticos. Ademais, a ausência de padronização metodológica nos processos de detecção e quantificação dessas partículas, aliada à limitação de estudos em humanos, contribui para a persistência de incertezas quanto aos seus efeitos em longo prazo (Bhardwaj *et al.*, 2024; Huang, Zike; Hu; Wang, 2023). Nesse contexto, o problema central deste estudo fundamenta-se na necessidade de compreender como os microplásticos se comportam no organismo e quais são suas implicações para a saúde humana.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar os mecanismos biológicos de toxicidade dos microplásticos e nanoplásticos, os principais sistemas orgânicos afetados e as potenciais implicações para a saúde pública.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consistiu em uma revisão da literatura, com o objetivo de analisar evidências científicas acerca dos potenciais efeitos dos microplásticos sobre a saúde humana,

ISSN 2317-1316

com ênfase nos mecanismos biológicos envolvidos, nos sistemas orgânicos afetados e nas implicações para a saúde pública.

A busca foi realizada por meio das bases de dados PubMed e *Web of Science*, com período definido de 2019 a 2026, para garantir a seleção de estudos mais relevantes e recentes. Os descritores utilizados foram combinados por operadores booleanos como "*microplastics*" OR *"nano plastics"* AND *"human health*" AND *"biological mechanisms"* AND *"toxicity"*.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão estudos experimentais com texto completo disponíveis, artigos originais e revisões de relevância que se relacionavam diretamente ao tema proposto. Foram excluídos artigos duplicados entre bases de dados, sem revisão por pares, estudos exclusivamente ambientais e que não apresentavam relação com o objetivo do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MECANISMOS BIOLÓGICOS DE INTERAÇÃO E TOXICIDADE ENVOLVIDOS

A interação inicial dos microplásticos com o organismo humano envolve adesão às superfícies celulares e, em determinadas condições, internalização por mecanismos como endocitose (Zhang *et al*., 2025). Em modelos experimentais, essa internalização aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), gera alterações nas mitocôndrias e em outras organelas celulares, além de interferir no transporte normal de elétrons e perturbar a homeostase redox celular, comprometendo as defesas antioxidantes celulares, resultando em dano oxidativo a lipídios, proteínas e DNA (Kovacs *et al*., 2025; Rathee *et al*., 2026).

O estresse oxidativo persistente pode levar à disfunção mitocondrial, com a superprodução de EROs mitocondriais, especialmente em células hepáticas (Lin *et al*., 2022), e a continuidade desses processos pode culminar na ativação de vias de morte celular programada. Em modelos experimentais, a disfunção mitocondrial foi associada à ativação de mecanismos apoptóticos, caracterizados por alterações nas caspases e liberação de citocromo c, resultando na redução da viabilidade celular (Kovacs *et al*., 2025; Kustra *et al*., 2025). Esses processos também favorecem a ativação de vias inflamatórias, tornando a inflamação outro pilar fundamental dos mecanismos de toxicidade dos MPs (Hernández *et al*., 2025).

3.2 PRINCIPAIS SISTEMAS ORGÂNICOS AFETADOS

ISSN 2317-1316

No sistema gastrointestinal, as partículas ingeridas interagem diretamente com células epiteliais intestinais, células imunes e componentes da microbiota (Hirt; Body-Malapel, 2020). Estudos recentes destacam que partículas de poliestireno desencadeiam aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), disfunção mitocondrial, alterações na autofagia, danos ao DNA e desregulação do metabolismo lipídico e glicídico (Kustra *et al*., 2025). Além disso, alterações na composição e função da microbiota intestinal, acompanhadas de aumento na permeabilidade da barreira intestinal também são descritas, o que pode favorecer a passagem de componentes microbianos e mediadores inflamatórios, sugerindo uma comunicação entre o trato gastrointestinal e outros sistemas (Hirt; Body-Malapel, 2020; Grodzicki *et al*., 2021).

Sobre o sistema respiratório, partículas de menores dimensões apresentam maior capacidade de deposição nos bronquíolos e alvéolos pulmonares, onde podem escapar dos mecanismos de depuração mucociliar e permanecer retidas por longos períodos (Goldsworthy *et al.*, 2025). Uma vez depositadas, essas partículas interagem com células epiteliais e macrófagos alveolares, desencadeando respostas inflamatórias persistentes, produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), lesão celular e remodelamento tecidual (Bardawil *et al*., 2026). Em modelos experimentais, sua presença no tecido pulmonar foi associada à ativação contínua de células inflamatórias, aumento da permeabilidade epitelial e alterações nos processos fisiológicos de reparo tecidual (Ali *et al*., 2024).

No sistema hepático, após atravessarem as barreiras biológicas, os microplásticos podem alcançar o fígado por meio da circulação porta e sistêmica, tornando esse órgão um dos principais locais de bioacumulação (Qiu *et al*., 2024). Em razão de sua função central no metabolismo de xenobióticos, detoxificação e regulação do metabolismo energético (Cheng *et al*., 2022). A persistência dessas partículas favorece processos inflamatórios crônicos, estresse oxidativo sustentado, disfunção mitocondrial e alterações na homeostase lipídica, mecanismos considerados centrais para a progressão de lesões hepáticas (Snehamayee *et al*., 2026; Xu *et al*., 2022).

Em relação ao sistema cardiovascular, após alcançarem a circulação sanguínea, essas partículas podem interagir diretamente com células endoteliais, cardiomiócitos e componentes do sistema imunológico, desencadeando alterações moleculares capazes de comprometer a função cardiovascular (Marfella *et al*., 2026). Entre os principais mecanismos envolvidos

ISSN 2317-1316

destacam-se o estresse oxidativo, a inflamação vascular, a disfunção endotelial e a ativação inadequada da autofagia. Esses processos favorecem o aumento da permeabilidade vascular, alterações da função de células musculares lisas e recrutamento de células inflamatórias para a parede dos vasos, eventos que apresentam relação mecanística com processos envolvidos na aterogênese (Marfella *et al*., 2026).

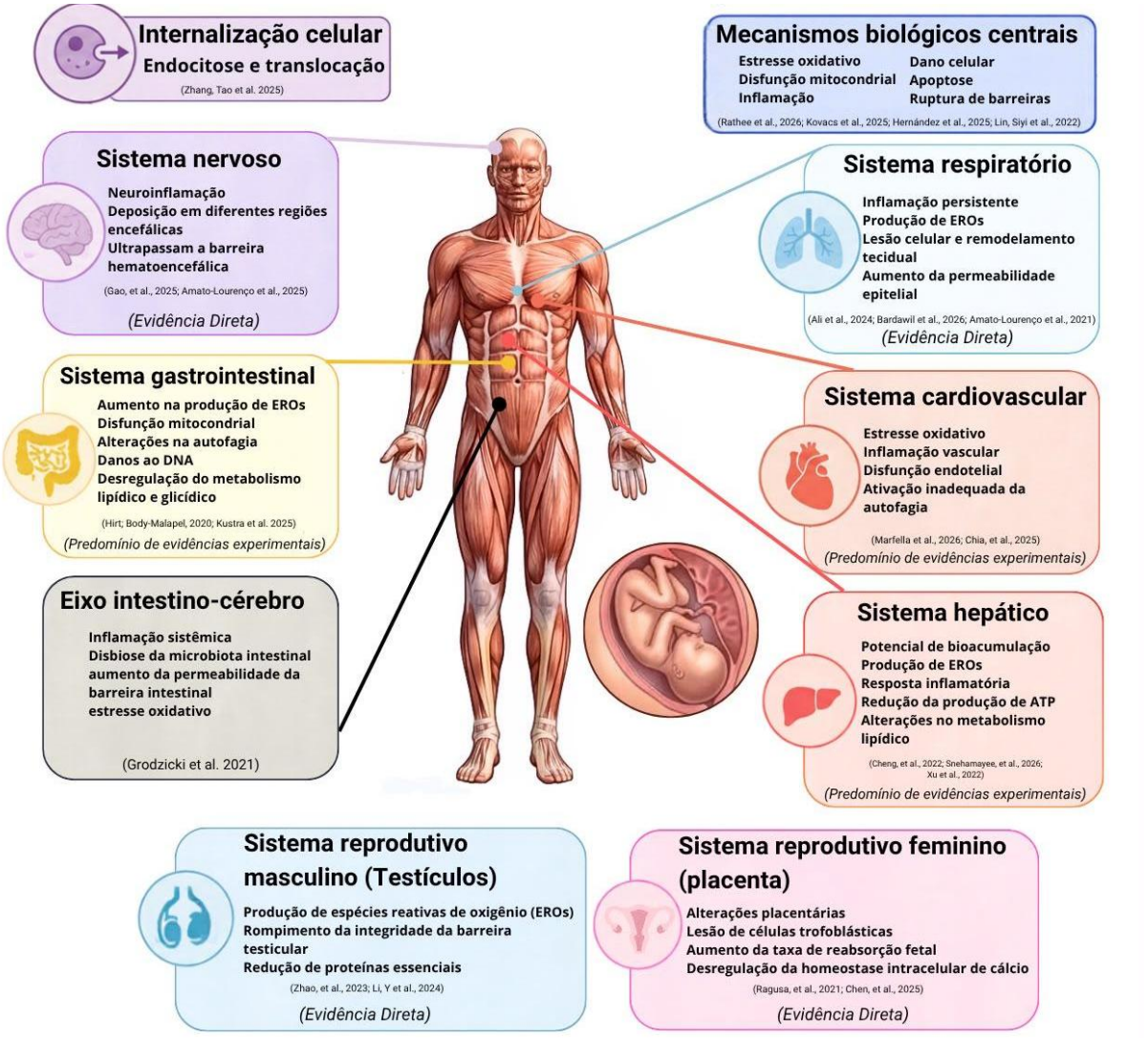
Sobre o sistema nervoso, partículas de dimensões nanométricas apresentam capacidade de ultrapassar a barreira hematoencefálica ou alcançar o sistema nervoso central por meio da via olfatória, permitindo sua deposição em diferentes regiões encefálicas (Gao *et al*., 2025). Além disso, alterações na microbiota promovidas pela exposição aos microplásticos modificam a produção de metabólitos e mediadores inflamatórios capazes de atuar no eixo intestino-cérebro, estabelecendo um importante mecanismo indireto de neurotoxicidade (Gao *et al*., 2025).

Quanto aos efeitos dos MPs e NPs sobre o sistema reprodutivo, destaca-se a capacidade dessas partículas de atravessar barreiras biológicas e atingir tecidos diretamente envolvidos na reprodução e no desenvolvimento fetal (Ali *et al*., 2024). No sistema reprodutivo masculino, estudos recentes indicam que essas partículas são capazes de romper a integridade da barreira Nrf2, com depleção de Nrf2 e redução de proteínas essenciais à integridade da barreira germinativa (Li, Y *et al*., 2024; Zhao *et al*., 2023). No sistema reprodutivo feminino, a identificação de microplásticos em placentas humanas, cordões umbilicais e mecônio fornece evidências da presença dessas partículas em compartimentos associados ao período gestacional, ampliando as preocupações quanto às consequências para o desenvolvimento embriofetal (Ali *et al*., 2024; Snehamayee *et al*., 2026).

A Figura 1 reúne os principais mecanismos de toxicidade dos microplásticos e nanoplásticos e mostra como essas partículas podem afetar diferentes sistemas do organismo, com base nos estudos analisados.

ISSN 2317-1316

Figura 1: Principais mecanismos de toxicidade e potenciais efeitos dos microplásticos e nanoplásticos sobre os sistemas orgânicos.



Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura científica consultada.

3.3 POTENCIAIS IMPLICAÇÕES À SAÚDE PÚBLICA

Uma das principais preocupações em saúde pública decorre da dificuldade em estimar a real exposição da população. A ausência de métodos analíticos plenamente harmonizados para coleta, detecção e quantificação de micro e nanoplásticos em amostras biológicas limita a comparação entre estudos e dificulta a elaboração de avaliações quantitativas de risco (Huang, Zike; Hu; Wang, 2023). Além disso, fatores como diferenças nos tipos de polímeros, tamanho das partículas, formato, carga superficial e presença de contaminantes adsorvidos influenciam

ISSN 2317-1316

diretamente o potencial tóxico dessas partículas, tornando ainda mais complexa a definição de níveis seguros de exposição (Xu *et al*., 2022).

Outro aspecto relevante refere-se à exposição cumulativa ao longo da vida. Micro e nanoplásticos estão presentes simultaneamente em diferentes matrizes ambientais, como na água, nos alimentos, no ar e em diversos produtos de consumo cotidiano, o que caracteriza uma exposição potencialmente proveniente de múltiplas fontes (Suman *et al*., 2026). Isso pode contribuir para a exposição repetida e para a ocorrência de efeitos crônicos, embora a magnitude desse risco ainda seja incerta (Rathee *et al.*, 2026).

Alguns grupos populacionais merecem atenção especial para a avaliação de vulnerabilidade aos efeitos adversos dessas partículas, como gestantes, fetos, crianças, idosos e outros grupos com condições fisiológicas específicas. Em camundongos, a transferência transplacentária dessas partículas pode afetar processos relacionados ao desenvolvimento fetal, o que fundamenta novas pesquisas (Chen *et al*., 2025). Da mesma forma, trabalhadores da indústria plástica, do setor têxtil e do gerenciamento de resíduos sólidos podem estar mais expostos que a população geral, reforçando a necessidade de vigilância ocupacional específica (Ali *et al*., 2024).

Atualmente, não há valores de referência internacionalmente harmonizados e aceitos para exposição humana, bem como protocolos padronizados para biomonitoramento em larga escala (Kusyk *et al.*, 2025), o que dificulta a incorporação desses contaminantes em programas rotineiros de vigilância ambiental, sanitária e epidemiológica. A regulamentação dos plásticos e seus aditivos químicos também representa outro desafio importante, já que esses compostos podem atuar em sinergia com os próprios microplásticos, e em determinadas condições, potencializar efeitos tóxicos relacionados ao estresse oxidativo, inflamação, disfunção endócrina e alterações metabólicas (Yu *et al.*, 2024).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que as perspectivas para o enfrentamento desse problema envolvem ações integradas, como a redução da produção de plásticos, o aprimoramento de tecnologias de tratamento, a padronização dos métodos de monitoramento e a implementação

ISSN 2317-1316

de políticas públicas eficazes. Tais medidas, associadas ao desenvolvimento de biomarcadores e abordagens ômicas podem impactar significativamente o avanço das investigações científicas.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a elaboração deste trabalho utilizou-se as ferramentas de inteligência artificial ChatGPT/OpenAI e Anthropic/Claude para apoio na revisão ortográfica, organização estrutural do texto, compreensão de conceitos teóricos, métodos e termos técnicos apresentados nos artigos científicos, mantendo integral responsabilidade pela autoria, análise do conteúdo científico e edição do texto final apresentado.

6 REFERÊNCIAS

ALI, W. *et al*. A critical review on male-female reproductive and developmental toxicity induced by micro-plastics and nano-plastics through different signaling pathways. CHEMICO-BIOLOGICAL INTERACTIONS, [s. l.], v. 394, 1 maio 2024.

AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. Presence of airborne microplastics in human lung tissue. Journal of Hazardous Materials, [s. l.], v. 416, p. 126124, ago. 2021. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.126124.

AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. Microplastics in the Olfactory Bulb of the Human Brain. JAMA Network Open, [s. l.], v. 7, n. 9, p. e2440018, 16 set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.40018>.

BARDAWIL, C. *et al*. Micro- and Nanoplastics and Pulmonary Health: The Current State of Research. MICROPLASTICS, [s. l.], v. 5, n. 1, 9 fev. 2026.

BHARDWAJ, L. K. *et al*. Microplastic contamination, an emerging threat to the freshwater environment: a systematic review. Environmental Systems Research, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 8, 28 fev. 2024.

CHEN, Z. *et al.* Subchronic Exposure to Polystyrene Nanoplastics Disrupts Placental Development and Calcium Homeostasis: Insights from In Vivo and In Vitro Models. ACS nano, United States, v. 19, n. 14, p. 13825–13841, 15 abr. 2025.

CHENG, W. *et al.* Polystyrene microplastics induce hepatotoxicity and disrupt lipid metabolism in the liver organoids. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, [*s. l.*], v. 806, 1 fev. 2022.

ISSN 2317-1316

CHIA, S. et al. Nanoplastics induces arrhythmia in human stem-cells derived cardiomyocytes. ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY, [*s. l.*], v. 289, 1 jan. 2025. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2024.117657.

FIORETTO, M. N. *et al*. Current insights into the impact of plastic-derived pollutants (phthalates), microplastics, and nanoplastics on hypothalamic phenotype and molecular pathways: A scoping review. Environmental pollution (Barking, Essex : 1987), England, v. 389, p. 127413, 15 jan. 2026.

GAO, H.-T. *et al.* From exposure to neurotoxicity induced by micro-nanoplastics with brain accumulation and cognitive decline. Ecotoxicology and environmental safety, Netherlands, v. 304, p. 119114, 1 out. 2025.

GOLDSWORTHY, A. *et al*. Micro- and Nanoplastic-Induced Respiratory Disease and Dysfunction: A Scoping Review. MICROPLASTICS, [s. l.], v. 4, n. 4, 23 out. 2025.

GRODZICKI, W. *et al*. Nanoplastic Impact on the Gut-Brain Axis: Current Knowledge and Future Directions. INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES, [s. l.], v. 22, n. 23, dez. 2021.

HARTMANN, N. B. *et al.* Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. Environmental Science & Technology, [*s. l.*], v. 53, n. 3, p. 1039–1047, 5 fev. 2019.

HERNÁNDEZ, A. *et al*. Cellular and Molecular Mechanisms of Micro- and Nanoplastics Driving Adverse Human Health Effects. TOXICS, [s. l.], v. 13, n. 11, 28 out. 2025.

HIRT, N.; BODY-MALAPEL, M. Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Particle and Fibre Toxicology, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 57, dez. 2020.

HOANG, H. G. *et al*. A review of microplastic pollution and human health risk assessment: current knowledge and future outlook. Frontiers in Environmental Science, [s. l.], v. 13, p. 1606332, 18 jun. 2025.

HUANG, J. *et al*. Biological interactions of polystyrene nanoplastics: Their cytotoxic and immunotoxic effects on the hepatic and enteric systems. ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY, [s. l.], v. 264, 1 out. 2023.

JANZIK, R. *et al*. Microplastics: State of the evidence on health effects and public perception. Deutsches Ärzteblatt international, [s. l.], 3 out. 2025.

KOVACS, K.; BODIS, J.; VASS, R. Microplastics, Endocrine Disruptors, and Oxidative Stress: Mechanisms and Health Implications. INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES, [s. l.], v. 27, n. 1, 30 dez. 2025.

ISSN 2317-1316

KUSTRA, A. *et al*. Polystyrene Nanoplastics in Human Gastrointestinal Models-Cellular and Molecular Mechanisms of Toxicity. International journal of molecular sciences, Switzerland, v. 26, n. 23, 4 dez. 2025.

KUSYK, D. *et al*. Microplastics in Humans: A Critical Review of Biomonitoring Evidence and Immune-Metabolic Associations. APPLIED SCIENCES-BASEL, [s. l.], v. 15, n. 22, 19 nov. 2025.

LI, M. *et al*. Plastic or plastic-free life: From formation to removal. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, [s. l.], v. 890, 10 set. 2023.

LI, Y. *et al*. Microplastics in the human body: A comprehensive review of exposure, distribution, migration mechanisms, and toxicity. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, [s. l.], v. 946, 10 out. 2024.

LIN, R. *et al*. Microplastics and Nanoplastics in Health Concerning Cellular Toxicity Mechanisms, Exposure Pathways, and Global Mitigation Strategies. LIFE-BASEL, [s. l.], v. 15, n. 9, 16 set. 2025.

LIN, S. *et al*. Metabolomics Reveal Nanoplastic-Induced Mitochondrial Damage in Human Liver and Lung Cells. Environmental Science & Technology, [s. l.], v. 56, n. 17, p. 12483–12493, 6 set. 2022.

MARFELLA, R. *et al.* Microplastics and Atherosclerosis: Mechanisms. Annual review of pharmacology and toxicology, United States, v. 66, n. 1, p. 369–390, jan. 2026.

QIU, H. *et al*. Penetration of micro/nanoplastics into biological barriers in organisms and associated health effects. CHINESE SCIENCE BULLETIN-CHINESE, [s. l.], v. 69, n. 6, p. 717–730, 2024.

RAGUSA, A. et al. Plasticenta: first evidence of microplastics in human placenta. Environment International, v. 146, p. 106274, jan. 2021. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106274

RATHEE, V. *et al*. Microplastics and Health: A Review on Environmental Exposure, Toxicokinetics and Biological Effects. SUSTAINABILITY, [s. l.], v. 18, n. 7, 3 abr. 2026.

SINGH, S.; TIWARI, R. Micro/nanoplastics and human health: A review of the evidence, consequences, and toxicity assessment. FOOD AND CHEMICAL TOXICOLOGY, [s. l.], v. 203, set. 2025.

SNEHAMAYEE, N. *et al*. Microplastics and Human Health: A Comprehensive Review on Exposure Pathways, Toxicity, and Emerging Risks. MICROPLASTICS, [s. l.], v. 5, n. 1, 13 jan. 2026.

SUMAN, T.; RAJENDIRAN, K.; KWAK, I. Microplastics and nanoplastics in human health: a comprehensive review of exposure pathways, cellular mechanisms, and toxicological implications. ARCHIVES OF TOXICOLOGY, [s. l.], v. 100, n. 3, p. 811–836, mar. 2026.

ISSN 2317-1316

SUN, A.; WANG, W. Human Exposure to Microplastics and Its Associated Health Risks. ENVIRONMENT & HEALTH, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 139–149, 2 ago. 2023.

WANG, H. *et al.* Marine micro(nano)plastics determination and its environmental toxicity evaluation. TRAC-TRENDS IN ANALYTICAL CHEMISTRY, [*s. l.*], v. 168, nov. 2023.

XU, J.-L. *et al.* A review of potential human health impacts of micro- and nanoplastics exposure. The Science of the total environment, Netherlands, v. 851, n. Pt 1, p. 158111, 10 dez. 2022.

YU, Y. *et al*. Various additive release from microplastics and their toxicity in aquatic environments. ENVIRONMENTAL POLLUTION, [s. l.], v. 343, 15 fev. 2024.

ZHANG, H. *et al*. Health Risks of Prenatal and Early-Life Microplastics Exposure: A Comprehensive Review. ENVIRONMENT & HEALTH, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 567–584, 17 abr. 2026.

ZHANG, T. *et al*. Interactions of Micro- and Nanoplastics with Biomolecules: From Public Health to Protein Corona Effect and Beyond. The journal of physical chemistry. B, United States, v. 129, n. 22, p. 5355–5374, 5 jun. 2025.

ZHAO, Q. C., *et al*. Detection and characterization of microplastics in the human testis and semen. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIROMENT, [s. l.], v. 877, p. 162713, jun. 2023.

ZHU, Y. *et al*. A comprehensive review on the source, ingestion route, attachment and toxicity of microplastics/nanoplastics in human systems. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, [s. l.], v. 352, 14 fev. 2024.