

Micro e nanoplásticos no sistema cardiovascular humano: evidências sobre presença, aterosclerose e desfechos cardiovasculares

Micro- and Nano plastics in the human cardiovascular system: evidence on their presence, atherosclerosis, and cardiovascular outcomes

Isabella Rodrigues da Cunha e Paula

João Victor Sousa Angelotti

Vitória Garcia e Souza

Ana Lygia Rodrigues de Mesquita

Rosana de Cássia Oliveira

Email: isabellarodriguesdacunha@gmail.com

DOI: [10.47224/revistamaster.v11i21.862](https://doi.org/10.47224/revistamaster.v11i21.862)

Resumo

Introdução: Micro e nanoplásticos (MNPs) têm sido identificados em diferentes componentes do sistema cardiovascular humano, incluindo sangue, tecidos arteriais, placas ateroscleróticas e trombos. Evidências recentes têm investigado sua presença nesses tecidos e sua possível relação com aterosclerose e desfechos cardiovasculares.

Objetivo: Analisar as evidências disponíveis sobre a presença de micro e nanoplásticos no sistema cardiovascular humano e sua associação com aterosclerose e desfechos cardiovasculares. **Métodos:** Revisão integrativa da literatura realizada nas bases PubMed/MEDLINE e Scopus, considerando publicações entre 2020 e 2025, nos idiomas inglês, português e espanhol. Sete estudos compuseram a revisão, sendo cinco estudos originais com amostras humanas e duas revisões. **Resultados:** Os estudos originais identificaram MNPs em diferentes amostras cardiovasculares humanas, com maiores concentrações em artérias e placas ateroscleróticas em comparação com tecidos arteriais sem aterosclerose. Também foram observadas associações entre a presença ou concentração dessas partículas e desfechos cardiovasculares. **Conclusão:** As evidências demonstram a presença de MNPs no sistema cardiovascular humano e indicam associações com aterosclerose e desfechos cardiovasculares. Entretanto, os dados disponíveis não permitem estabelecer relação causal.

Palavras-chave: Microplásticos; Nanoplásticos; Aterosclerose; Doenças cardiovasculares; Revisão integrativa

Abstract

Introduction: Micro- and nanoplastics (MNPs) have been identified in different components of the human cardiovascular system, including blood, arterial tissues, atherosclerotic plaques, and thrombi. Recent evidence has investigated their presence in these tissues and their possible relationship with atherosclerosis and cardiovascular outcomes. **Objective:** To analyze the available evidence on the presence of micro- and nanoplastics in the human cardiovascular system and their association with atherosclerosis and cardiovascular outcomes. **Methods:** An integrative literature review was conducted using PubMed/MEDLINE and Scopus, considering publications from 2020 to 2025 in English, Portuguese, and Spanish. Seven studies were included, comprising five original studies using human samples and two reviews. **Results:** The original studies identified MNPs in different human cardiovascular samples, with higher concentrations in arteries and atherosclerotic plaques compared with arterial tissues without atherosclerosis. Associations were also observed between the presence or concentration of these particles and cardiovascular outcomes. **Conclusion:** The evidence demonstrates the presence of MNPs in the human cardiovascular system and indicates associations with atherosclerosis and cardiovascular outcomes. However, the available data do not establish a causal relationship.

Keywords: Microplastics; Nanoplastics; Atherosclerosis; Cardiovascular diseases; Integrative review.

1 INTRODUÇÃO

Os micro e nanoplásticos (MNPs), derivados principalmente da degradação química ou mecânica de materiais plásticos, têm despertado crescente interesse por seus possíveis efeitos sobre a saúde humana. A exposição pode ocorrer por diferentes vias, incluindo ingestão e inalação, permitindo que essas partículas alcancem a circulação e diferentes tecidos. Evidências recentes indicam sua presença em componentes do sistema cardiovascular humano, como placas ateroscleróticas, trombos, sangue e diferentes tecidos cardíacos e vasculares (Prattichizzo *et al.*, 2024).

A possível relação entre MNPs e doenças cardiovasculares vem sendo investigada inicialmente em estudos experimentais e, mais recentemente, em pesquisas realizadas com amostras humanas. Prattichizzo *et al.* (2024) descrevem evidências pré-clínicas de que essas partículas podem promover estresse oxidativo, agregação plaquetária, senescência celular e respostas inflamatórias em células endoteliais e imunológicas. Goldsworthy *et al.* (2025), em revisão de escopo, identificaram estudos que demonstraram a presença de MNPs em placas ateroscleróticas, tecido da veia safena, trombos e sangue venoso e reuniram evidências experimentais relacionadas a efeitos citotóxicos, imunotóxicos e genotóxicos.

As investigações em tecidos humanos também têm demonstrado diferenças na concentração dessas partículas entre artérias com e sem aterosclerose. Liu *et al.* (2024) detectaram microplásticos em todas as amostras arteriais analisadas e observaram concentrações significativamente maiores nas artérias coronárias e carótidas com placas ateroscleróticas em comparação com aortas sem placas. Em amostras pareadas de sangue e placa carotídea, Cui *et al.* (2025) encontraram concentração média de microplásticos de 75,2 µg/g no sangue e 432,9 µg/g nas placas, além de diferenças na distribuição dos polímeros entre os dois compartimentos. Massie *et al.* (2025), por sua vez, identificaram concentração total de MNPs 80 vezes maior em placas femorais do que em artérias do grupo controle sem aterosclerose clínica.

Além da presença em tecidos vasculares, estudos prospectivos passaram a investigar a associação entre MNPs e desfechos cardiovasculares. Marfella *et al.* (2024), ao acompanharem pacientes submetidos à endarterectomia carotídea, observaram maior risco do desfecho composto por infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral ou morte por qualquer causa entre aqueles que apresentavam MNPs nas placas carotídeas. Em pacientes com infarto do miocárdio, Zhang *et al.* (2025) identificaram diferentes polímeros no sangue coronariano e observaram associação positiva entre a concentração de PVC, fatores pró-inflamatórios e a ocorrência de eventos cardiovasculares adversos maiores.

Apesar desses resultados, as evidências em humanos ainda são limitadas. Goldsworthy *et al.* (2025) ressaltam que poucos estudos caracterizaram a presença de MNPs no sistema cardiovascular humano, enquanto Prattichizzo *et al.* (2024) apontam a necessidade de estudos prospectivos de maior porte que investiguem a exposição individual, as vias de absorção, a correspondência entre exposição e acúmulo nos tecidos, a relação temporal com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e os mecanismos envolvidos.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar as evidências disponíveis sobre a presença de micro e nanoplásticos (MNPs) no sistema cardiovascular humano e sua associação com aterosclerose e desfechos cardiovasculares. A condução e a apresentação do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos seguiram as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020).

2.1 Questão de pesquisa

A questão norteadora foi estruturada com base na estratégia PECO:

P (População): adultos, incluindo indivíduos com aterosclerose, doença arterial periférica, infarto do miocárdio ou submetidos a procedimentos vasculares;

E (Exposição): presença de micro e/ou nanoplasticos em componentes do sistema cardiovascular humano, incluindo sangue, placas ateroscleróticas, trombos e tecidos vasculares;

C (Comparação): indivíduos ou amostras sem presença detectável de MNPs, tecidos arteriais sem aterosclerose ou grupos definidos segundo diferentes concentrações ou presença dessas partículas, quando aplicável;

O (Desfecho): presença e concentração de MNPs em tecidos e fluidos relacionados ao sistema cardiovascular, associação com aterosclerose e ocorrência de desfechos cardiovasculares, incluindo infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, eventos cardiovasculares adversos maiores e mortalidade.

A partir dessa estrutura, formulou-se a seguinte questão norteadora:

Quais são as evidências disponíveis sobre a presença de micro e nanoplasticos no sistema cardiovascular humano e sua associação com aterosclerose e desfechos cardiovasculares?

2.2 Estratégia de busca e fontes de dados

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE e Scopus. Foram utilizados descritores e termos livres em inglês relacionados a micro e nanoplasticos, sistema cardiovascular, aterosclerose e desfechos cardiovasculares, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

A estratégia geral de busca contemplou combinações dos seguintes termos:

("microplastics" OR "nanoplastics" OR "micro-nanoplastics") AND ("atherosclerosis" OR "atherosclerotic plaque" OR "carotid plaque" OR "vascular tissue") AND ("cardiovascular disease" OR "cardiovascular events" OR "myocardial infarction" OR "stroke" OR "MACE")

Também foram empregados termos relacionados aos métodos utilizados para identificação dessas partículas, como "pyrolysis", "Py-GC/MS", "mass spectrometry" e "Raman spectroscopy".

Foram consideradas publicações entre 2020 e 2025, nos idiomas inglês, português ou espanhol e com texto completo disponível.

2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos estudos originais realizados com amostras humanas que investigassem a presença de MNPs em componentes do sistema cardiovascular e/ou sua associação com aterosclerose ou desfechos cardiovasculares. Também foram incluídas revisões científicas diretamente relacionadas aos efeitos cardiovasculares dos MNPs, utilizadas para complementar a análise das evidências e dos possíveis mecanismos descritos na literatura. Foram consideradas publicações entre 2020 e 2025 com texto completo disponível.

Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, comentários, resumos de congresso, relatos de caso e publicações sem relação direta com MNPs e o sistema cardiovascular. Estudos exclusivamente *in vitro* ou realizados em modelos animais não foram incluídos como estudos primários da revisão. Também foram excluídas publicações duplicadas e aquelas sem acesso ao texto completo.

2.4 Seleção dos estudos

A busca inicial identificou 50 registros nas bases de dados selecionadas. Após a remoção de 12 duplicatas, 38 registros foram submetidos à triagem por título e resumo. Nessa etapa, 24 publicações foram excluídas por não atenderem aos critérios de elegibilidade, permanecendo 14 artigos para avaliação do texto completo.

Após a leitura integral, sete artigos foram excluídos por não apresentarem relação direta com o sistema cardiovascular, não contemplarem os desfechos definidos para esta revisão ou apresentarem delineamento incompatível com os critérios estabelecidos. Ao final do processo de seleção, sete estudos compuseram o corpus da revisão integrativa, sendo cinco estudos originais realizados com amostras humanas e duas

revisões científicas. O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos foi representado em fluxograma elaborado com base nas recomendações do PRISMA 2020. Os dados dos estudos selecionados foram extraídos de forma padronizada e organizados em quadro de síntese.

3 RESULTADOS

Seleção dos estudos

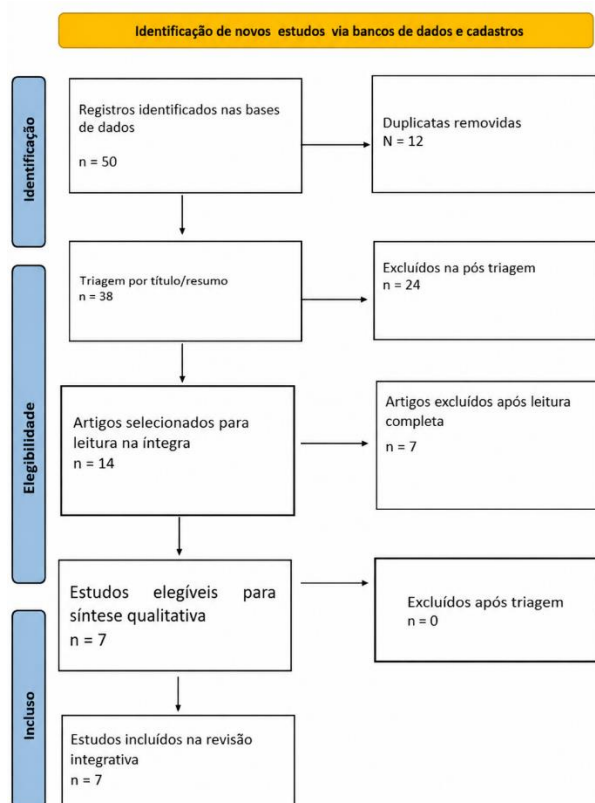


Figura 1 – Fluxograma de identificação e seleção das publicações de acordo com o *PRISMA Statement*

Características dos artigos selecionados para revisão

Autor (Ano)	Tipo de estudo	Amostra / material analisado	Objetivo do estudo	Principais resultados
Cui et al. (2025)	Estudo observacional com amostras humanas pareadas	20 pacientes; sangue e placas carotídeas pareadas	Investigar a distribuição de microplásticos no sangue e em placas carotídeas.	A concentração média total foi de 75,2 µg/g no sangue e 432,9 µg/g nas placas. Houve diferenças na composição dos polímeros entre os compartimentos e correlação moderada entre a concentração total no sangue e nas placas.
Goldsworthy et al. (2025)	Revisão de escopo	46 estudos incluídos; 13 investigaram	Mapear as evidências disponíveis sobre micro e	A revisão reuniu estudos que identificaram MNPs em componentes do sistema cardiovascular humano e

		MNPs no sistema cardiovascular humano	nanoplásticos e doença ou disfunção cardiovascular.	evidências experimentais relacionadas a efeitos citotóxicos, imunotóxicos e genotóxicos.
Liu et al. (2024)	Estudo com amostras arteriais humanas	17 amostras arteriais humanas	Detectar e quantificar microplásticos em diferentes tecidos arteriais humanos.	Microplásticos foram detectados em todas as amostras. As concentrações foram significativamente maiores em artérias coronárias e carótidas com placas ateroscleróticas do que em aortas sem placas; PET foi o polímero predominante.
Marfella et al. (2024)	Estudo prospectivo, multicêntrico e observacional	304 pacientes incluídos; 257 completaram seguimento médio de 33,7 ± 6,9 meses; placas carótídeas	Avaliar a presença de MNPs em placas carótídeas e sua associação com eventos cardiovasculares.	PE foi identificado em 58,4% e PVC em 12,1% das placas. A presença de MNPs no ateroma esteve associada a maior risco do desfecho composto por infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral ou morte por qualquer causa (HR 4,53; IC95% 2,00–10,27).
Massie et al. (2025)	Estudo comparativo com amostras humanas	10 placas femorais de 8 pacientes e 30 artérias-controle sem aterosclerose clínica	Comparar a concentração de micro e nanoplásticos em placas femorais e artérias sem aterosclerose clínica.	A concentração total de MNPs foi 80 vezes maior nas placas femorais do que nas artérias-controle (3.234 µg/g vs 40,68 µg/g; p = 0,0001). Pacientes com isquemia crônica com risco de perda do membro apresentaram maiores concentrações de PP e poliuretano do que aqueles com claudicação.
Prattichizzo et al. (2024)	Revisão de literatura	Evidências experimentais e humanas sobre MNPs e sistema cardiovascular	Revisar as evidências sobre micro e nanoplásticos e doenças cardiovasculares.	A revisão descreveu evidências experimentais relacionadas a estresse oxidativo, agregação plaquetária, senescência celular e respostas inflamatórias, além da identificação de MNPs em placas ateroscleróticas e outros tecidos cardiovasculares humanos.
Zhang et al. (2025)	Estudo prospectivo observacional	142 pacientes com infarto do miocárdio; 110 completaram seguimento de 31,5 meses; sangue coronariano e análise adicional de trombos em 21 pacientes	Investigar MNPs no sangue coronariano e sua associação com fatores inflamatórios e eventos cardiovasculares adversos maiores.	Foram detectados PS, PE, PVC e PA-66 no sangue coronariano. A concentração de PVC foi maior entre pacientes com MACE e associou-se positivamente a fatores pró-inflamatórios e à ocorrência desses eventos (OR 1,090; IC95% 1,032–1,1523; p = 0,002).

Quadro 1. Síntese dos artigos selecionados

4 DISCUSSÃO

Os estudos analisados demonstram a presença de micro e nanoplásticos (MNPs) em diferentes compartimentos do sistema cardiovascular humano, incluindo placas carótídeas e femorais, artérias coronárias e sangue coronariano. Embora tenham sido investigadas populações, matrizes biológicas e territórios vasculares distintos, os estudos originais apresentam resultados convergentes quanto à detecção desses materiais em tecidos vasculares, sobretudo na presença de doença aterosclerótica.

Liu *et al.* (2024) detectaram microplásticos em todas as 17 amostras arteriais avaliadas, com concentração média de 118,66 ± 53,87 µg/g. O PET foi o polímero predominante (73,70%), seguido por PA-66 (15,54%),

PVC (9,69%) e PE (1,07%). As concentrações foram significativamente maiores nas artérias coronárias e carótidas com placas ateroscleróticas do que nas aortas sem placas, respectivamente $156,50 \pm 42,14$ versus $76,26 \pm 14,86$ $\mu\text{g/g}$ e $133,37 \pm 60,52$ versus $76,26 \pm 14,86$ $\mu\text{g/g}$. Os autores consideraram que esses resultados sugerem associação entre a presença de microplásticos e a aterosclerose humana.

Resultados semelhantes foram observados por Cui *et al.* (2025), que analisaram amostras pareadas de sangue e placas carótídeas de 20 pacientes. A concentração média total foi de 75,2 $\mu\text{g/g}$ no sangue e 432,9 $\mu\text{g/g}$ nas placas. Além da diferença quantitativa entre os compartimentos, houve variação na composição dos polímeros: o PE predominou no sangue, enquanto PP, PE, SBR e PVC foram os mais frequentes nas placas. A correlação entre a concentração total de microplásticos no sangue e nas placas foi moderada, embora alguns polímeros tenham apresentado correlações mais fortes. Os autores também identificaram associações entre determinados polímeros e biomarcadores lipídicos, incluindo associação entre PP presente nas placas e menores níveis de HDL-C.

Massie *et al.* (2025) ampliaram essas observações para a doença arterial periférica. Nas 10 placas femorais obtidas de oito pacientes, a concentração total de MNPs foi 80 vezes maior que a encontrada nas 30 artérias do grupo controle sem aterosclerose clínica (3.234 $\mu\text{g/g}$ versus 40,68 $\mu\text{g/g}$; $p = 0,0001$). Entre os pacientes com placas, aqueles submetidos à revascularização por isquemia crônica com risco de perda do membro apresentaram concentrações significativamente maiores de PP e poliuretano em comparação aos pacientes com claudicação. Os próprios autores, entretanto, apresentam esses resultados como uma questão a ser aprofundada quanto à possível associação entre polímeros específicos e a gravidade da doença, sem estabelecer relação causal.

Além da identificação de MNPs em tecidos vasculares, dois estudos prospectivos avaliaram sua relação com desfechos cardiovasculares. Marfella *et al.* (2024) acompanharam pacientes submetidos à endarterectomia carotídea por doença assintomática. Dos 304 participantes incluídos, 257 completaram seguimento médio de $33,7 \pm 6,9$ meses. PE foi identificado nas placas de 58,4% dos pacientes e PVC em 12,1%. A presença de MNPs no ateroma esteve associada a maior risco do desfecho composto por infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral ou morte por qualquer causa, com razão de risco de 4,53 (IC 95%: 2,00–10,27; $p < 0,001$).

Zhang *et al.* (2025) encontraram associação semelhante em pacientes com infarto do miocárdio. Dos 142 participantes incluídos, 110 completaram acompanhamento de 31,5 meses. No sangue coronariano, foram detectados poliestireno em 43,6%, PE em 71,8%, PVC em 95,4% e PA-66 em 61,8% dos pacientes. A concentração de PVC foi maior entre aqueles que apresentaram eventos cardiovasculares adversos maiores e esteve positivamente associada a fatores pró-inflamatórios e à ocorrência desses eventos (OR = 1,090; IC 95%: 1,032–1,1523; $p = 0,002$). Em uma análise adicional de 21 pacientes, os níveis de PVC nos trombos coronarianos também se correlacionaram positivamente com marcadores inflamatórios e infiltração de monócitos e macrófagos.

As duas revisões incluídas contribuem para a compreensão desses resultados, sobretudo quanto aos possíveis mecanismos envolvidos. Prattichizzo *et al.* (2024) descrevem evidências experimentais segundo as quais MNPs podem promover estresse oxidativo, agregação plaquetária, senescência celular e respostas inflamatórias em células endoteliais e imunológicas. Os autores também destacam que esses materiais já foram identificados em placas ateroscleróticas e em diferentes tecidos cardiovasculares humanos e ressaltam a necessidade de estudos prospectivos capazes de esclarecer exposição, acúmulo tecidual, temporalidade e mecanismos fisiopatológicos em concentrações relevantes para seres humanos.

Goldsworthy *et al.* (2025), por sua vez, identificaram 46 estudos em sua revisão de escopo, dos quais 13 investigaram MNPs no sistema cardiovascular humano. A literatura reunida pelos autores aponta efeitos citotóxicos, imunotóxicos e genotóxicos em linhagens celulares e, quando considerada em conjunto com estudos animais, indica possíveis repercussões sobre dano endotelial, formação de LDL oxidada, desenvolvimento de células espumosas, apoptose e cascata de coagulação. Os autores ressaltam, contudo,

que ainda são poucos os estudos destinados a caracterizar a presença desses materiais no sistema cardiovascular humano.

Em conjunto, as evidências analisadas demonstram a presença de MNPs em diferentes componentes do sistema cardiovascular humano e indicam maiores concentrações em tecidos ateroscleróticos quando comparados a tecidos arteriais sem aterosclerose. Os estudos prospectivos também identificaram associações entre a presença ou a concentração dessas partículas e a ocorrência de desfechos cardiovasculares. Entretanto, os dados disponíveis não permitem estabelecer relação causal entre a exposição aos MNPs e o desenvolvimento ou a progressão das doenças cardiovasculares. As revisões incluídas reforçam que as evidências em humanos ainda são limitadas e apontam a necessidade de estudos prospectivos que esclareçam a relação entre exposição, acúmulo tecidual e doença cardiovascular (Prattichizzo *et al.*, 2024; Goldsworthy *et al.*, 2025).

5 CONCLUSÕES

As evidências analisadas demonstram a presença de micro e nanoplásticos em diferentes componentes do sistema cardiovascular humano, incluindo sangue, artérias, placas ateroscleróticas e trombos. Os estudos identificaram maiores concentrações dessas partículas em tecidos ateroscleróticos quando comparados a tecidos arteriais sem aterosclerose, além de associações entre sua presença ou concentração e desfechos cardiovasculares. Entretanto, as evidências disponíveis ainda são predominantemente observacionais e não permitem estabelecer relação causal entre os MNPs e o desenvolvimento ou a progressão das doenças cardiovasculares. Assim, os resultados reforçam a necessidade de ampliar as investigações em humanos para esclarecer a relação entre exposição, acúmulo tecidual, aterosclerose e desfechos cardiovasculares.

Nota sobre o uso de ferramentas de IA: Este manuscrito contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial de forma assistiva, exclusivamente para revisão textual, organização do conteúdo e tradução do resumo para o abstract. As ferramentas não foram utilizadas para a geração de resultados, análise de dados ou formulação de conclusões. Todo o conteúdo foi revisado criticamente pelos autores, que assumem integral responsabilidade pela interpretação dos dados encontrados, pelo rigor científico e integridade acadêmica do trabalho.

6 REFERÊNCIAS

CUI, C. *et al.* Tissue-specific distribution of microplastics in human blood and carotid plaques: a paired sample analysis. **Environment International**, v. 199, p. 109743, 2025. DOI: 10.1016/j.envint.2025.109743.

GOLDSWORTHY, A. *et al.* Micro-nanoplastic induced cardiovascular disease and dysfunction: a scoping review. **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, 2025. DOI: 10.1038/s41370-025-00766-2.

LIU, S. *et al.* Microplastics in three types of human arteries detected by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry (Py-GC/MS). **Journal of Hazardous Materials**, v. 469, p. 133855, 2024. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2024.133855.

MARFELLA, R. *et al.* Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. **The New England Journal of Medicine**, v. 390, n. 10, p. 900–910, 2024. DOI: 10.1056/NEJMoa2309822.

MASSIE, P. L. *et al.* Micro- and nanoplastics are elevated in femoral atherosclerotic plaques compared with undiseased arteries. **JVS–Vascular Science**, v. 6, p. 100393, 2025. DOI: 10.1016/j.jvssci.2025.100393.

PRATTICCHIZZO, F. *et al.* Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives. **European Heart Journal**, v. 45, n. 38, p. 4099–4110, 2024. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae552.

ZHANG, Y. *et al.* Microplastics and nanoplastics increase major adverse cardiac events in patients with myocardial infarction. **Journal of Hazardous Materials**, v. 489, p. 137624, 2025. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2025.137624.