

ANÁLISE DA PRESENÇA POTENCIAL DE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUAS DE ORIGEM FLUVIAL E POTÁVEL EM ITUMBIARA, GOIÁS E IMPACTO PARA A SEGURANÇA HÍDRICA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n4-262>

Data de submissão: 25/03/2025

Data de publicação: 25/04/2025

Thiago Santos Borges¹

Graduando do curso de Farmácia da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária (UnU) de Itumbiara

Fernanda Vieira Fonseca²

Graduanda do curso de Farmácia da UEG, UnU de Itumbiara

Carolina Arruda Braz

Docente do curso de Farmácia da UEG, UnU de Itumbiara

Amanda Gabrielle da Silva

Docente do curso de Farmácia da UEG, UnU de Itumbiara

Izabel Cristina Rodrigues da Silva

Docente da Universidade de Brasília (UnB)

João Paulo Martins do Carmo

Docente do curso de Farmácia da UEG, UnU de Itumbiara

E-mail: joao.carmo@ueg.br

RESUMO

O uso de materiais plásticos é amplamente difundido no mundo todo. No entanto, devido à sua baixa biodegradabilidade, esses materiais têm se tornado uma fonte significativa de poluição ambiental. A produção em larga escala de plásticos, iniciada no século XX, não foi acompanhada por práticas eficazes de descarte, agravando o problema em um cenário de crescimento populacional acelerado - de 1 bilhão para mais de 8 bilhões de pessoas entre 1900 e 2022 - e aumento da expectativa de vida. Esse consumo crescente, aliado à persistência dos plásticos no ambiente, tem intensificado a exposição humana aos microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs). Os MPs e NPs são gerados, principalmente, pela degradação de plásticos maiores, como sacos, garrafas e redes de pesca; além do desgaste de produtos de uso cotidiano, como embalagens, móveis, brinquedos, roupas sintéticas e itens de higiene pessoal. Esses fragmentos representam riscos à saúde humana e ambiental, seja por ingestão accidental por animais - com acúmulo ao longo da cadeia alimentar -, seja por exposição direta, como no contato com materiais sintéticos, cosméticos ou pela ingestão de água contaminada. Já foram identificados MPs/NPs no sangue, pulmões e fezes humanas, associados a alterações na microbiota, processos inflamatórios e à liberação de substâncias químicas com potencial disruptor endócrino, relacionados ao surgimento de doenças metabólicas, neurodegenerativas e câncer. Este trabalho teve como objetivo investigar a presença potencial de MPs na água de Itumbiara (GO). Foram coletadas amostras de água potável e do Rio Paranaíba, em áreas próximas ao perímetro urbano, analisadas por microscopia óptica

¹ Ambos os discentes contribuíram igualmente

² Ambos os discentes contribuíram igualmente

e registradas por meio de fotografias. Não foram identificados MPs nas amostras de água filtrada ou de torneiras. No entanto, fragmentos de MPs foram detectados em amostras de água de efluentes e no bebedouro de uma instituição. Nas amostras de efluente, também foram observadas bactérias aderidas aos MPs. Os resultados indicam a presença de MPs na água não tratada do município, o que representa um potencial risco à saúde humana, principalmente quando essa água é usada para irrigação de plantas e consumo de animais.

Palavras-chave: Ambiente. Disruptores endócrinos. Doenças não transmissíveis. Segurança hídrica. Prevenção.

1 INTRODUÇÃO

A história do plástico começou em 1907, quando o químico belga Leo Hendrik Baekeland inventou a baquelite, o primeiro plástico sintético, que destacou-se por sua resistência e durabilidade. Assim, foi rapidamente encontrando aplicações em telefones, utensílios e outros produtos. Durante a II Guerra Mundial, a produção de plásticos expandiu-se significativamente para substituir materiais escassos, estabelecendo a base para o amplo uso que vemos hoje. Após a guerra, a demanda continuou a crescer à medida que novas aplicações foram descobertas, desde bens de consumo até usos industriais, agropecuários e médicos (MARCOLIN, 2006). Hoje, porém, nossa dependência de produtos plásticos baratos, rapidamente descartáveis e extremamente duradouros gerou um problema ambiental bastante grave (JONES, 2019; PLASTICS EUROPE, 2021).

O destino do lixo plástico (entre outros tipos de lixo), cuja produção ultrapassa 300 milhões de toneladas anuais, tem levado a uma preocupação global crescente. Fatalmente, plásticos descartados inadequadamente e não reciclados acabam atingindo os leitos dos rios e finalmente, os oceanos, onde permanecem por séculos. A sua degradação é lenta, devido às propriedades químicas, levando a várias consequências: plásticos podem ser decompostos em microplásticos (MP) e nanoplasticos (NP), que por sua vez, podem ser confundidos por aves, peixes e outros animais como alimentos. Em seguida, ocorre a bioacumulação ao longo da cadeia alimentar, trazendo riscos à saúde humana, animal e de plantas, impactando, portanto, a segurança hídrica (AMATO-LOURENÇO *et al.*, 2021; LESLIE *et al.*, 2022; PERSIANI *et al.*, 2023). Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básica (ANA) e a Organização das Nações Unidas (ONU), a Segurança Hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades humanas, econômicas e ambientais, acompanhadas de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias. É um conceito fundamental para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2023).

Uma prova dessa bioacumulação é que já foram encontrados MPs em amostras de sangue, intestino, fígado, pulmões, cérebro, placenta, sêmen, testículos, próstata, tumor de próstata, placas de ateroma (aterosclerose) e fezes de humanos. Mas outras fontes também já foram aventadas, como a inalação, contato com a pele e a contaminação da água por microfibras liberadas após lavagem de roupas sintéticas em máquinas, dentre outras origens. Dentre os fatores que geram MPs estão a decomposição de objetos maiores, como sacos, garrafas e redes de pesca; escoamento de encanamentos; vazamento de instalações de produção; atrito de pneus com o asfalto; lavagem de roupas; descarte irregular de lixo; uso de tintas acrílicas ou látex; uso de cosméticos; e “glitters”. Dentre os fatores que geram NPs, podemos citar a degradação de produtos do dia a dia, como embalagens, móveis, sacolas, brinquedos e produtos de higiene pessoal; degradação por radiação UV;

e fragmentação de plásticos devido à ação mecânica, hidrólise e atividade microbiana (ALI *et al.*, 2025; JONES, 2019; LV *et al.*, 2024; MÜNZEL *et al.*, 2025; YUAN; NAG; CUMMINS, 2022).

Uma vez dentro do corpo, MPs/NPs interagem com o sistema imune, alteram a microbiota e induzem inflamação. Essa alteração da microbiota intestinal, chamada de disbiose, é uma alteração da composição e função das bactérias que habitam o trato gastrointestinal. A inflamação que se segue resulta em, dentre outras características, em aumento da permeabilidade intestinal, permitindo a passagem de substâncias químicas oriundas desses microrganismos e da alimentação – incluindo os MPs/NPs – para a circulação sanguínea. O principal risco à saúde envolve a possibilidade de liberação, após a exposição aos MPs, de bisfenois e ftalatos, conhecidos disruptores endócrinos (DEs). Estes compostos são associados como fatores de risco para doenças metabólicas, neurodegenerativas, reprodutivas, cardiovasculares e até neoplasias (ALI *et al.*, 2025; BARCELÓ; CHEN *et al.*, 2025; PICÓ; ALFARHAN, 2023; BONI *et al.*, 2020; DENG *et al.*, 2024; IRFAN *et al.*, 2025; JIMÉNEZ-ARROYO *et al.*, 2022; MÜNZEL *et al.*, 2025; ZHANG *et al.*, 2023; ZHAO *et al.*, 2023).

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a potencial presença de MPs em amostras de água coletadas na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, na zona urbana e rural de Itumbiara, além de amostras de água potável (torneira, filtro, purificador de água, bebedouro) de voluntários.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada baseou-se nos trabalhos realizados por LESLIE *et al.* (2022) e JIMÉNEZ-ARROYO *et al.* (2022), adaptadas para análise em amostra de água. Não foi necessário submeter ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), pois não foram utilizadas amostras humanas. O método de LESLIE *et al.* (2022) foi validado para amostras de sangue humano. Como o sangue humano tem mais de 75% de água em sua composição, e já foi demonstrado que a água dos oceanos e lagos tem uma composição semelhante, acima de 80% de água (incluindo animais e plantas marinhos), hipotetizamos resultados semelhantes.

O imageamento das partículas ao microscópio óptico (M. O.) forneceu informações sobre o tamanho das partículas. Uma caracterização completa em termos de tamanho, forma, composição química, carga de superfície são parâmetros que podem fortalecer nosso entendimento dos processos de avaliação de riscos. A preocupação maior neste trabalho foi com partículas de plástico que possam ser absorvidas por membranas no corpo humano. O método operacionalmente definido por LESLIE *et al.* (2022) teve como alvo partículas que pudessem ser retidas em filtro com poro de tamanho

700nm, ou seja, partículas maiores ou iguais a 700nm em dimensão. Porém, utilizamos filtros de 0,35um a 0,45um (350 a 500 nm) disponíveis no mercado nacional.

Foram coletadas amostras de 1 litro por ponto, sendo 2 pontos do Rio Paranaíba em área urbana (1 próximo a despejo de esgoto no rio; outro próximo a água cristalina); 2 casas de voluntários em bairros diferentes, 1 na periferia, 1 no centro da cidade. Ao coletar as amostras de água, deve-se utilizar luvas para evitar contaminação humana cruzada com MPs potencialmente presentes em cosméticos, hidratantes etc. O mesmo protocolo deve ser seguido ao se manusear instrumentos laboratoriais, como bêqueres e pipetas. Deve-se usar pipetas de vidro para não haver contaminação cruzada com o plástico das pipetas feitas com esse material. Deve-se amarrar o cabelo, não usar maquiagem e não usar roupas de plástico ou sintéticas (microfibras de plástico presentes nas roupas sintéticas podem contaminar as amostras). Deve-se evitar contato com componentes plásticos desde a amostragem até o processo analítico inteiro (SCHYMANSKI *et al.*, 2021).

A água coletada foi engarrafada em material de vidro. No laboratório, as garrafas foram enxaguadas externamente, antes de se proceder às análises. Foram checadas as substâncias químicas, filtradas as amostras, escolhendo o filtro adequado (para 350 a 700nm) e inicialmente, analisados ao M. O. para identificar as partículas, quantificando-as e separando-as por tamanho. Enquanto se espera que outros métodos alcancem prontidão técnica, o que deve levar anos, pode-se já começar a construir um banco de dados para exposição humana a partículas baseadas em concentração de massa, análogo ao banco de dados para material particulado da poluição do ar, baseado em massa particulada (LESLIE *et al.*, 2022; SCHYMANSKI *et al.*, 2021).

Foram utilizadas lâminas de histopatologia do câncer de cólon como controle, disponível no laboratório, e lâminas vazias estéreis apenas com lamínula, nunca utilizadas, sem material líquido, como forma de calibração do M.O. antes de procedermos à observação das amostras de água.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas os principais resultados são relatados aqui por uma questão de limite de espaço. Os dados são representativos de 3 amostras coletadas de cada fonte.

Na figura 1, não é possível observar os MPs ao M. O. diretamente, a partir das amostras coletadas de rio próximo à saída de esgoto, no menor aumento (4x). Porém, é possível observar alguns pontos que se assemelham a bactérias, e que ficam mais visíveis quando se dá um “zoom” ou quando se utiliza o aumento de 10x (figura 2). Além disso, os MPs também começam a ficar mais aparentes quando se dá um “zoom”, sugerindo a associação de MPs com bactérias (semelhante ao descrito por Sierra *et al.*, 2020).

Figura 1: Amostra coletada de rio (aumento 4x) próxima a saída de esgoto



Figura 2: Amostra coletada de rio (aumento 10x) próxima a saída de esgoto



Figura 3: Amostra coletada de torneira do centro (aumento 10x) (água potável)



Figura 4: Amostra coletada de torneira da periferia (aumento 4x) esgoto



Figura 5: Amostra coletada de bebedouro de uma instituição da periferia (aumento 4x)

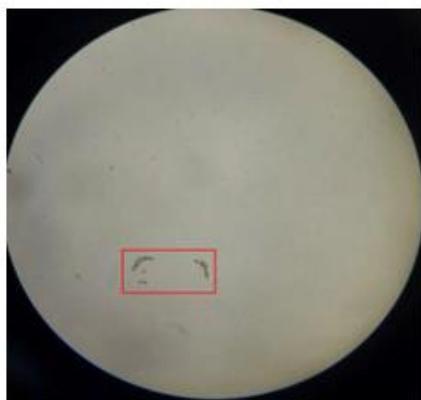
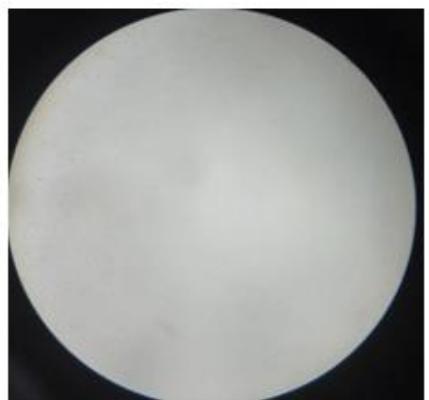


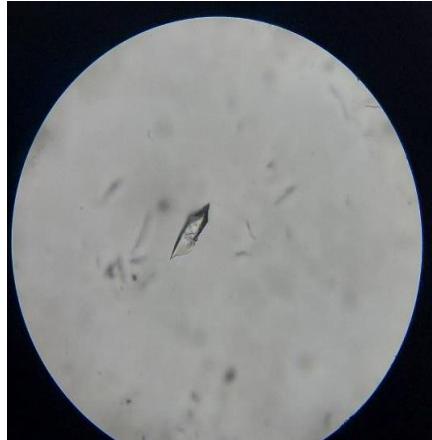
Figura 6: Amostra coletada de filtro purificador de residência na periferia (10x) (aumento 4x) próxima a saída



A aparência “típica” de MP fica mais clara no aumento maior (40x), figura 7, onde está demonstrada uma imagem com morfologia poligonal, semelhante a encontrada em outros artigos (D'HONT *et al.*, 2021; VÁSQUEZ-MOLANO; MOLINA, DUQUE, 2021).

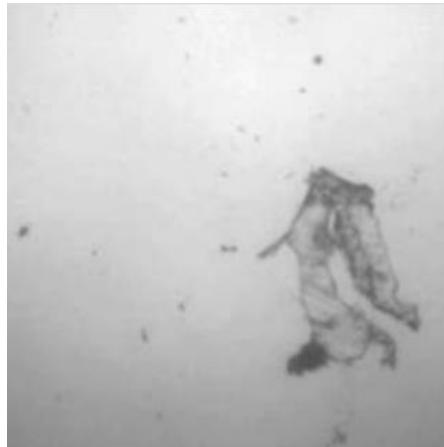
Sugerimos que as células com características bacterianas vistas nas amostras de água de esgoto sejam bacilos de *Escherichia coli* ou outras, também de origem intestinal, como *Firmicutes* e *Bacteroides* sp.

Figura 7: Amostra coletada de bebedouro de uma instituição da periferia (aumento 40x) próxima a saída de esgoto



Fonte Figuras 1 a 7: autoria própria

Figura 8: Fragmento de plástico (40x)



Fonte figura 8: VÁSQUEZ-MOLANO; MOLINA, DUQUE, 2021

Em breve, pretendemos analisar outras amostras de rio próximas a regiões onde é liberado o esgoto nos rios, para identificar e confirmar algumas dessas e outras bactérias por meio de técnicas moleculares. Nossa hipótese é de que muitos dos MPs encontrados seriam também de origem intestinal humana, e eliminados nas fezes, o que também já foi confirmado por outros autores (KE *et al.*, 2023), porém, não na região e proximidades do Estado de Goiás. Não está claro, porém, se esta associação acontece já *in vivo* ou pelo acúmulo por muito tempo nas águas dos rios, permitindo sua proliferação externamente ao corpo humano.

Na China, Zhang *et al.* (2023) observaram que bactérias associadas a MPs tiveram fortes funções potenciais de resistência a medicamentos e poderiam causar riscos aos ecossistemas e à saúde humana. Por outro lado, os resultados de Perveen *et al.* (2023), obtidos em Madrid, Espanha, indicaram a dominância de *Pseudomonas*, *Aeromonas* e *Bacillus* entre bactérias resistentes a antibióticos (ARBs) isoladas de efluentes de usinas de tratamento de esgoto. Adicionalmente, detectaram também genes de resistência a antibióticos (ARGs) no biofilme de MPs obtidos de água da torneira (PERVEEN *et al.*, 2023).

Nas figuras 3, 4 e 6, não observamos a presença de partículas semelhantes a MPs/NPs nem bactérias, atestando a qualidade da água tratada coletada na torneira e filtro purificador do centro e periferia, exceto do bebedouro de uma instituição na periferia (figuras 5 e 7).

Neste contexto, Freitas *et al.* (2017) já realizaram um estudo em Goiás sobre a qualidade da água de bebedouros escolares, e encontraram não só *Salmonela* e outros coliformes, como também,

plasmídios relacionados a genes de resistência a antibióticos, porém, não avaliaram a presença de MPs.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi detectada a presença de MPs em amostras de água potável e fluvial no município de Itumbiara, Goiás. É possível haver variações e contaminações não relacionadas ao tratamento da água, realizado pela empresa de saneamento básico, por isso, mais análises de água potável ainda devem ser realizadas, de modo a atingir um tamanho amostral considerável e robusto.

Não é possível analisar, a curto prazo, as amostras de todas as casas e estabelecimentos comerciais e instituições públicas do município. Porém, diante do exposto, é possível postular que o tratamento da água fluvial em Itumbiara, que se apresentou rica em MPs e bactérias no momento do despejo de dejetos no esgoto, é eficiente, ao se constatar mínima (bebedouros públicos) ou nenhuma presença (torneiras, filtros purificadores residenciais) de MPs e microrganismos (bactérias). Os dados sugerem, assim, que os MPs detectados possam ter origem majoritariamente intestinal e, portanto, ser provenientes da alimentação. Os resultados obtidos permitirão uma abordagem de projetos de extensão junto à população, para prevenir quanto ao descarte inadequado do lixo, principalmente o plástico, ao mesmo tempo em que se promovem estratégias de educação ambiental para reduzir o consumo, reusar e reciclar o plástico (e outros materiais), além de medidas de mitigação do impacto de doenças metabólicas, neurológicas, cardiovasculares, câncer e outras, no longo prazo, provocadas pela liberação e presença de substâncias tóxicas no meio ambiente aéreo e aquático ao qual as populações humana, vegetal e animal estão expostas constantemente.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual de Goiás (PRP/UEG) pela concessão de fomento por meio da Convocatória da “Universidade Estadual de Goiás / Plataforma Institucional de Pesquisa e Inovação em Segurança Hídrica” PRP/UEG n. 04/2024 e da Convocatória “UEG/Pró-Projetos PRP/UEG n. 20/2023”.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. *et al.* What Gastroenterologists Should Know About Microplastics and Nanoplastics. **J Clin Gastroenterol.**, v. 59, n. 2, p. 105-109, 2025.
- AMATO-LOURENÇO, L. F. *et al.* Presence of airborne microplastics in human lung tissue. **J. Hazardous Mater.**, v. 15, n. 416, p. 126124, 2021.
- BARCELÓ, D.; PICÓ, Y; ALFARHAN, A. H. Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. **Environ Toxicol Pharmacol.**, v. 101, p. 104204, 2023.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Ministério da Integração e Desenvolvimento. **Segurança Hídrica**. Disponível em **Segurança Hídrica — Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional** Acessado em 10/02/2025
- CHEN, K. *et al.* The ant that may well destroy a whole dam: a systematic review of the health implication of nanoplastics/microplastics through gut microbiota. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v. 20, p. 1-22., 2025
- DENG, C. *et al.* Identification and analysis of microplastics in para-tumor and tumor of human prostate. **EBioMedicine.**, v. 108, p. 105360, 2024.
- GAO, B. *et al.* Association between microplastics and the functionalities of human gut microbiome. **Ecotoxicol Environ Saf.**, v. 15, n. 290, p. 117497, 2025.
- GIGAULT, J.; DAVRANCHE, M. Nanoplastics in focus: Exploring interdisciplinary approaches and future directions. **NanoImpact.**, v. 37, p. 100544, 2025.
- IRFAN, H. *et al.* Microplastics and nanoplastics: emerging threats to cardiovascular health - a comprehensive review. **Ann Med Surg (Lond)**, v. 87, n. 1, p. 209-216, 2025.
- JIMÉNEZ-ARROYO, C. *et al.* The gut microbiota, a key to understanding the health implications of micro(nano)plastics and their biodegradation. **Microbial Technology**, v. 16, p. 34-53, 2023.
- JONES, F. A ameaça dos microplásticos. **Revista Pesquisa FAPESP**, v. 281, n.7, p. 25-28, 2019.
- KE, D. *et al.* Occurrence of microplastics and disturbance of gut microbiota: a pilot study of preschool children in Xiamen, China. **EBioMedicine**, v. 97, p. 104828, 2023.
- LESLIE, H. A. *et al.* Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environ. Int.**, v. 163, p. 107199, 2022.
- LV, S *et al.* Continuous generation and release of microplastics and nanoplastics from polystyrene by plastic-degrading marine bacteria. **J Hazard Mater.**, v. 5, n. 465, p. 133339, 2024.
- MARCOLIN, N. A era do plástico: Há 100 anos era inventada a primeira resina sintética. **Revista Pesquisa FAPESP**, v. 3, n. 121, p. 10-11, 2006.

MÜNZEL, T. *et al.* The links between soil and water pollution and cardiovascular disease. **Atherosclerosis**, v. 2, p. 119160, 2025

PERSIANI, E. *et al.* Microplastics: A Matter of the Heart (and Vascular System). **Biomedicines**, v. 11, n. 2, p. 264, 2023.

PERVEEN, S. *et al.* Growth and prevalence of antibiotic-resistant bacteria in microplastic biofilm from wastewater treatment plant effluents. **Sci.Total Environ.**, v. 856 (2), p. 2023.

PLASTICS EUROPE. Enabling a sustainable future: The never-ending story of plastics. Disponível em <https://plasticseurope.org/> Acessado em 05/03/2023.

SCHYMANSKI, B. E. *et al.* Analysis of microplastics in drinking water and other clean water samples with micro-Raman and micro-infrared spectroscopy: minimum requirements and best practice guidelines. **Anal. Bioanal. Chem.**, v. 413, n. 24, p. 5969-5994, 2021.

SIERRA, I. *et al.* Identification of microplastics in wastewater samples by means of polarized light optical microscopy. **Environ. Sci. Pollut. Res. International**, v. 27, n. 7, p. 7409-7419, mar. 2020.

VÁSQUEZ-MOLANO, D.; MOLINA, A.; DUQUE, G. Spatial distribution and increase of microplastics over time in sediments of Buenaventura Bay, Colombian Pacific. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, v. 50, n. 1, p. 27–42, 30 jun. 2021.

YUAN, Z.; NAG, R.; CUMMINS, E. Human health concerns regarding microplastics in the aquatic environment - From marine to food systems. **Sci Total Environ.**, v. 1, n. 823, p. 153730, 2022.

ZHANG, W. *et al.* Stronger geographic limitations shape a rapid turnover and potentially highly connected network of core bacteria on microplastics. **Microbial Ecology**, v. 85, n. 4, p. 1179–1189, mai. 2023.

ZHAO, B.; REHATI, P.; YANG, Z.; CAI, Z.; GUO, C.; LI Y. The potential toxicity of microplastics on human health. **Sci Total Environ.**, v. 20, n. 912, p. 168946, 2024.

ZHAO, Q. *et al.* Detection and characterization of microplastics in the human testis and semen. **Science of the Total Environment**, v. 877, p. 162713, 2023.