V Congresso Brasileiro de Saúde On-line

MICROPLÁSTICOS EM ÁGUAS POTÁVEIS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA

LUIZ GUSTAVO HAISI MANDALHO; ALINE DE SOUZA CARDOSO; CLAUDIA PADOVESI FONSECA

RESUMO

Microplásticos são fragmentos de plástico com dimensão de até 5mm. Essas partículas podem ser criadas intencionalmente para ter esse tamanho ou serem resultado da degradação de materiais plásticos maiores no meio ambiente. A presença de microplásticos já foi verificada em todas as matrizes ambientais, assim como no organismo de animais e seres humanos. Os microplásticos podem causar danos físicos, químicos e biológicos nos humanos. Além dos efeitos causados pelas próprias partículas, estas podem ainda conter substâncias químicas tóxicas, que são adicionadas intencionalmente ao plástico para atribuir características desejáveis ou compostos químicos presentes no ambiente e que aderem aos microplásticos. Essa pesquisa tem como objetivos: (1) levantar os impactos dos microplásticos à saúde humana; (2) levantar informações acerca da presença desses poluentes em água potável; (3) levantar medidas para sua regulamentação e controle. O estudo foi elaborado a partir de revisão de literatura e pesquisa documental, em repositórios técnicos, sites oficiais de governos e de instituições de alcance global com atuação no tema. Verificou-se que os microplásticos podem causar danos relevantes à saúde humana, causando, entre outros, processos inflamatórios, obstrução do trato gastrointestinal, diminuição da nutrição e citotoxicidade. Além disso, os compostos químicos nos microplásticos podem se bioacumular e biomagnificar ao longo da cadeia alimentar, com possíveis efeitos carcinogênicos, mutagênicos e tóxicos. Com relação ao aspecto normativo, foram encontradas normas da União Europeia e do Governo da Califórnia (EUA), que iniciaram a inclusão do microplástico como poluente de preocupação e publicaram metodologia oficial para sua medição na água potável. No Brasil, não há norma que oriente quanto a verificação de presença ou que estabeleça valores de referência para microplásticos em águas potáveis. É necessário que haja atualização da legislação visando a redução dos possíveis riscos causados por este tipo de poluente. Nesse sentido, a presente pesquisa visa suprir bases e propor ferramentas adicionais e potenciais para subsidiar e consolidar o estado atual em relação ao microplástico.

Palavras-chave: saúde pública; contaminação da água; normas regulatórias; regulamentação ambiental; poluentes emergentes.

1 INTRODUÇÃO

Microplástico (MP) pode ser definido como um fragmento de plástico de dimensões reduzidas. A Agência Europeia de Químicos (ECHA, na sigla em inglês) traz uma definição mais específica: são partículas que contém polímeros sólidos, e em que mais de 1% (peso/peso) de partículas tenham todas as dimensões entre 0,1 µm e 5 mm. No caso de fibras, devem apresentar um comprimento entre 0,3 µm e 15 mm e uma relação comprimento/diâmetro maior

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077

que três (ECHA, 2020).

De acordo com sua origem os microplásticos podem ser classificados em dois tipos: (i) microplásticos primários - partículas originalmente fabricadas para ter esse tamanho e que podem ser utilizados adicionadas ou na fabricação de outros produtos; e (ii) microplásticos secundários – partículas resultantes da fragmentação e intemperismo de itens plásticos maiores (UNEP, 2021). A presença de microplásticos primários no meio ambiente tem diversas origens, tais como o descarte inadequado, perdas acidentais de pellets durante o transporte e a utilização de cosméticos com microplásticos adicionados. (OLIVATTO *et al*., 2018).

A utilização de produtos plásticos tem aumentado exponencialmente nas últimas décadas. Das 9.200 milhões de toneladas de produção acumulada de plástico entre 1950 e 2017, aproximadamente 7.000 milhões se tornaram resíduos plásticos. A maior parte foi descartada ou colocada em aterros e tornou-se parte de fluxos de resíduos não controlados e mal gerenciados, ou foi despejada ou abandonada no meio ambiente, inclusive no mar (UNEP, 2021).

A União Europeia identificou como principais fontes de lançamento anual de microplásticos o desgaste de pneus, perdas de pellets de pré-produção e a lavagem de roupas (ECHA, 2020). Nos oceanos, os microplásticos podem entrar por meio da decomposição de itens plásticos maiores, lixiviados de aterros sanitários, lodos de sistemas de tratamento esgoto, partículas transportadas pelo ar, escoamento da agricultura, quebra de navios e perdas acidentais de cargas no mar (UNEP, 2021).

No organismo humano os MP podem entrar por meio da ingestão, inalação, absorção através da pele e acumular-se em órgãos, incluindo a placenta. Apesar de não haver clareza quanto a ligação entre exposição a produtos químicos associados aos plásticos no ambiente marinho e a saúde humana, alguns desses compostos químicos apresentam sérios impactos na saúde, principalmente em mulheres (UNEP, 2021). É possível concluir dois tipos de riscos associados aos MPs, o impacto da presença física das partículas e a possível toxicidade de seus componentes químicos. É preciso considerar que a exposição diária a partículas de microplásticos pode trazer efeitos danosos ao sistema respiratório (ARAUJO *et al*., 2023; MONTAGNER *et al*., 2021).

Além dos efeitos negativos causados pelos microplásticos, estes ainda podem conter compostos químicos diversos, com possibilidade de aumentar seus efeitos. Os produtos químicos encontrados nos plásticos podem fazer parte da sua composição ou ser adicionados involuntariamente, quando a composição do material de entrada não é conhecida ou os produtos químicos são acumulados do ambiente (HONG *et al*., 2017a; GROH *et al*., 2019; GUO e WANG, 2019 *apud* UNEP, 2021).

A água se mostra como uma fonte relevante de ingestão de MP pelas pessoas, uma vez que sua presença em águas destinadas ao consumo humano já foi comprovada por diversos estudos. Segundo Danopoulos, Twiddy e Rotchell (2020), os microplásticos foram identificados em amostras de águas encanadas e águas engarrafadas, ressaltando a importância de atuação sobre o tema.

No aspecto regulatório, o Estado da Califórnia (EUA) e a União Europeia (EU) publicaram as primeiras regulamentações sobre MP em água potável, demonstrando interesse em ampliar as medidas regulatórias existentes para além da restrição de produtos plásticos específicos (CARLOSSO, 2024).

O presente trabalho tem como objetivo realizar revisão de literatura sobre os possíveis impactos dos microplásticos na saúde humana, sobre a presença de microplásticos em águas potáveis e sobre medidas normativas relacionadas existentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, realizou-se um levantamento nas bases de dados da *Scientific Eletronic*

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077

Library (SCiELO) e na plataforma do Google Acadêmico das produções científicas publicadas de 2019 a 2024. Adotou-se uma revisão bibliográfica sobre os impactos dos microplásticos na saúde humana e os aspectos dos microplásticos relacionados à água potável. A estratégia da pesquisa foi orientada pelas palavras-chave: "microplástico e saúde; microplástico e água potável; *microplastic* e *health; microplastic* e *drinking water".*

Os critérios para inclusão neste trabalho foram: (1) os que abordavam o tema "microplásticos"; (2) estudos realizados nos últimos seis anos; (3) formatados em artigos científicos e teses; (4) artigos nos idiomas: inglês, português e espanhol; (5) os que abordavam explicitamente os impactos na saúde humana ou relacionados à água potável. Não foram incluídos artigos sem acesso livre e estudos repetidos. Após a leitura inicial, os estudos foram separados em duas categorias: (1) Microplásticos e água potável e (2) Microplásticos e impactos na saúde humana.

Com relação ao levantamento de normas governamentais relacionadas ao controle de microplásticos na água potável, fez se pesquisa da palavra-chave "*drinking water*" no portal da internet *Plastics Policy Inventory* (https://nicholasinstitute.duke.edu/plastics-policy-inventory).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação da metodologia descrita, foram incluídas nesse trabalho seis referências sobre microplásticos e efeitos à saúde e seis artigos sobre microplásticos e água potável. Foram encontrados também duas normas internacionais relacionadas ao MP em água potável.

3.1 Microplásticos e Impactos na Saúde Humana

No repositório SciELO a busca pelas palavras-chave "microplástico e saúde humana" resultou em nenhum documento encontrado, mas a pesquisa pela palavra-chave "microplástico" encontrou 1 resultado. No repositório Google Acadêmico, a seleção foi de seis artigos científicos.

Os microplásticos têm preocupado cientistas e a comunidade cientifica quanto aos impactos causados na saúde humana pela exposição aos contaminantes plásticos. A exposição humana se dá por meio de inalação, ingestão ou contato dérmico e se concentrando a nível sistêmico. Os riscos associados aos MPs advêm da capacidade adsortiva de metais pesados, aditivos químicos e patógenos que foram detectados em tecidos sintéticos e alimentos diversos (PRATA *et al*., 2020). Os MPs também já foram detectados no leite materno, causando preocupação com as perspectivas geracionais (BUGATTI *et al*., 2023).

Os microplásticos podem ser prejudicais para o organismo podendo causar danos físicos, químicos e biológicos. No espectro físico pode ocasionar inflamações com possíveis transposição de barreiras físicas. No químico, se relaciona com a capacidade de adsorver substâncias nocivas e acarretar a acumulação e contaminação da cadeia trófica a qual pertence o consumo ou contato com esses microplásticos e no último espectro o biológico com associação a seres possivelmente patógenos aos humanos (BUGATTI *et al*., 2023).

A ingestão por humanos pode causar obstrução do trato gastrointestinal e diminuição da nutrição. Além disso, há comprovação de que o contato sustentado com os microplásticos pode causar problemas inflamatórios, citotoxicidade e estresse oxidativo, associadas à passagem dos microplásticos pela barreira hematoencefálica e placenta. Apesar de haver uma lacuna quanto a interpretação do caminho feito pelos MPs no organismo, sabe-se que podem levar ao aparecimento de doenças respiratórias, cardiovasculares, virais, neoplasias e impactos reprodutivos (CARBERY *et al*., 2018; MERCOGLIANO *et al*., 2020; HUANG *et al*., 2021).

3.2 Microplásticos e Água Potável

No repositório SCiELO, a busca pelas palavra-chave "microplástico e água potável"

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077

resultou em nenhum documento encontrado. O mesmo resultado foi encontrado para pesquisa pelas palavras-chave "*microplastic* e *drinking water*". No repositório Google Acadêmico, a busca pelas palavras-chave "microplástico e água potável" resultou em 482 documentos encontrados. Já para as palavras-chave "*microplastic* e *drinking water*" a pesquisa retornou 17.300 resultados. Assim, buscando realizar um levantamento inicial de informações e a inclusão de artigos nacionais e internacionais, foram selecionados seis estudos considerados aderentes à linha de pesquisa.

Em Brasília (DF) foi identificada a presença de microplásticos em águas de torneira, na região do Plano Piloto, revelando quantidade relevante de partículas de MP na água distribuída à população (TEOTÔNIO, 2020; ALMEIDA, 2022).

Goerck (2023) realizou pesquisa visando verificar a presença de microplásticos na água destinada ao consumo humano e avaliar possíveis riscos associados à sua ingestão. Seu estudo revelou que MP são encontrados em águas tratadas com processos convencionais de coagulação e filtração. Estimou ainda, por meio do consumo de água potável, ingestão diária de 69 µg de microplásticos e relatou que os principais efeitos dos MP sobre a saúde humana são os carcinogênicos, mutagênicos e a toxicidade aguda.

Estudo de revisão sistemática, conduzido por Danopoulos, Twiddy e Rotchell (2020), analisou doze estudos sobre contaminação de água potável por MP, sendo seis de água de torneira e seis de água engarrafada. Todos os estudos confirmaram a presença de microplástico, apesar de terem sido utilizados diferentes protocolos nos experimentos, o que impacta diretamente na comparação dos resultados. O valor máximo de MP foi encontrado em água engarrafada (4.889 MP/L), que foi 7,8 vezes superior ao valor máximo observado em amostra de água de torneira (628 MP/L).

Apesar de já se ter confirmada a presença de MP em águas encanadas e engarrafadas, em escala global ainda há pouca informação sobre a contaminação de água potável por microplásticos e não é possível concluir se as quantidades maiores estão em águas engarrafadas ou encanadas (KIRSTEIN, 2021).

Na Dinamarca, análises de água distribuídas para consumo humano, coletadas em 17 domicílios e locais de trabalho, apontaram para baixa contaminação por MP nas amostras, com valores abaixo do limite de detecção dos métodos, não sendo possível assim diferenciá-los da contaminação de fundo (FELD *et al*., 2021).

Os estudos analisados demonstram que a contaminação de água potável por microplásticos é uma realidade, tendo sido encontrados MP tanto em águas encanadas, distribuídas diretamente à população, como em águas engarrafadas. Como exceção, estudo realizado na Dinamarca apontou para baixa contaminação por MP, com resultados abaixo do limite de detecção dos equipamentos.

3.3 Aspectos Normativos sobre Microplásticos e Água Potável

A crescente preocupação com a contaminação por microplástico em águas potáveis tem levado à edição de normas para padronizar uma definição para este poluente, assim como para padronizar metodologia para sua identificação e quantificação. Foram encontradas duas iniciativas voltadas à identificação da presença de MP em águas potáveis, no estado da Califórnia (EUA) e na União Europeia.

O estado da Califórnia aprovou o Projeto de Lei do Senado nº 1422/2018, demandando ao Conselho Estadual de Água que publicasse definição oficial para microplásticos e metodologia padrão a ser usada nos testes de detecção de MP em águas potáveis. Assim, o Conselho Estadual de Controle de Recursos Hídricos da Califórnia (CSWRCB) publicou a Resolução n.º 2020-0021, que estabeleceu a definição de "microplásticos na água potável".

Em 2023 o CSWRCB publicou manual de políticas estabelecendo o método padrão de

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077

teste para detecção de microplásticos na água potável, por meio da Resolução n.º 2022-0032. Esta mesma resolução estabeleceu os requisitos para que os sistemas públicos de água realizem o monitoramento de microplásticos na água, o qual deverá ser realizado durante 4 anos.

A Uniao Europeia (UE, 2020) publicou uma revisão de sua norma relacionada a qualidade da água destinada ao consumo humano, estabelecendo prazo para adoção de uma metodologia para medir microplásticos na água. Incluiu também o MP como uma das substâncias ou compostos de preocupação por motivos de saúde. Assim, por meio da Decisão Delegada da Comissão que Completa a Diretiva 2020/2184 (UE, 2024) publicou a metodologia para medição de microplásticos na água destinada ao consumo humano.

No Brasil, os parâmetros para potabilidade da água são estabelecidos atualmente pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS Nº 888/2021. Nesta portaria não há valores de referência ou definição de metodologia para quantificação de partículas plásticas na água destinada ao consumo humano.

Carlosso (2024) elaborou estudo sobre a possiblidade de adicionar o MP como um parâmetro na legislação brasileira de padrões de qualidade da água. Com base em uma avaliação de 6 critérios, verificou que cinco foram atendidos plenamente e um parcialmente, concluindo que os microplásticos podem ser incluídos como parâmetro de qualidade da água complementar na Resolução CONAMA n.º 357/2005.

4 CONCLUSÃO

Os microplásticos são um tema de preocupação global, devido a sua presença já confirmada nas matrizes ambientais, nos animais e seres humanos, com impactos negativos já identificados.

Com relação aos microplásticos e saúde humana, foram encontrados poucos estudos sobre essa temática, porém, foi possível identificar que os MPs podem causar problemas no sistema respiratório, efeitos deletérios nos sistemas cardiovasculares e agravos no sistema reprodutivo. Estes efeitos evidenciam urgência na ampliação desses estudos, com métodos analíticos de identificação e tipificação de microplásticos padronizados, realização de análises em águas doces (fontes diretas do abastecimento de água), e o efeito contínuo e para as futuras gerações.

Já em relação ao MP em águas potáveis, foi possível concluir que este poluente está presente nas águas destinadas ao consumo humano, seja em água encanada ou engarrafada, apesar de não haver ainda metodologia padronizada para identificação e quantificação dessas partículas, o que afeta a comparabilidade entre os estudos.

Verificou-se que existe um número muito menor de pesquisas sobre MP em águas potáveis em português, em comparação com o inglês, ressaltando a necessidade de ampliação na realização de estudos sobre essa temática em nosso idioma.

Alguns governos já estão atuando sobre esse tema, publicando normas padronizando metodologias de identificação e quantificação de MP em águas potáveis, assim, é importante que medidas regulatórias sejam também estabelecidas no Brasil, possibilitando a identificação, controle e redução de microplásticos na água destinada ao consumo humano em nosso país.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A. A. L. S. **Análise semiquantitativa de microplásticos na água de torneira na cidade de Brasília - Distrito Federal**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) — Universidade de Brasília. 2021.Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/43098/1/2021_MariaAparecidaAlvesLeitedosSantos.pdf. Acesso em: 27/03/2024.

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077

ARAUJO, B. R. C.; BORGES, F. F.; DUDA, R. M. **Influência do microplásticos e nanoplásticos no meio ambiente e na saúde humana**. Disponível em: https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/sitec/article/view/317/244. Acesso em:31/03/2024

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS nº 888**, de 04 de maio de 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 29/03/2024.

BUGATTI, C. *et al*. **Microplásticos e Nanoplásticos e sua relevância na saúde humana**: uma revisão de literatura. Research, Society and Development, v. 12, n. 1, e6712139302, 2023. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/39302/32392/425052. Acesso em: 30/03/2024.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD - CSWRCB. **Resolution n.º 2020-0021. Adoption of Definition of 'Microplastics in Drinking Water'**. 2020. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/board_decisions/adopted_orders/resolutions/2020/rs2020_0021.pdf. Acesso em: 30/03/2024.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD - CSWRCB. **Resolution n.º 2022-0032 - Adopting a Policy Handbook Establishing a Standard Method of Testing and Reporting of Microplastics in Drinking Water**. 2022. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/documents/microplastics/rs2022-0032.pdf. Acesso em: 30/03/2024.

CARBERY, M. *et al*. **Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health**. Environmental International, 2018, 115: e400-409. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007. Acesso em: 30/03/2024.

CARLOSSO, M. E. D. S. **A gota d'água: desafios para a integração dos microplásticos como parâmetro de qualidade da água**. Trabalho de conclusão de graduação (Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2024. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/272500. Acesso em: 29/03/2024.

DANOPOULOS, E.; TWIDDY M.; ROTCHELL, JM. **Microplastic contamination of drinking water**: A systematic review. PLoS ONE 15(7): e0236838. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236838. Acesso em: 30/03/2024.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY – ECHA. **Background Document to the Opinion on the Annex XV report proposing restrictions on intentionally added microplastics**. 2020. Disponível em: https://echa.europa.eu/documents/10162/b56c6c7e-02fb-68a4-da69-0bcbd504212b. Acesso em: 23/03/2024.

FELD, L. *et al*. **A Study of Microplastic Particles in Danish Tap Water**. Water 2021, 13, 2097. Disponível em: https://doi.org/10.3390/w13152097. Acesso em: 30/03/2024.

GOERCK, J. **Microplásticos em água para consumo humano: diagnóstico e avaliação de riscos à saúde humana**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/31626. Acesso em: 29/03/2024.

HUANG, W. *et al*. **Microplastics and associated contaminants in the aquatic environment**: A review on their ecotoxicological effects, trophic transfer, and potential impacts to human health. Journal of Hazardous Materials, 2021, 405: e124187.

KIRSTEIN, I. V.; GOMIERO, A.; VOLLERTSEN, J. **Microplastic pollution in drinking water**. Current Opinion in Toxicology, Volume 28. Pages 70-75. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cotox.2021.09.003. Acesso em: 30/03/2024.

MERCOGLIANO, R. *et al*. **Occurrence of Microplastics in Commercial Seafood under the Perspective of the Human Food Chain**. A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2020, 68(19): 5296–5301.

OLIVATTO, G. P. *et al*. **Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno**. Revista Virtual de Química, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180125. Acesso em: 23/03/2024.

PRATA, J. C. *et al*. **Environmental exposure to microplastics:** An overview on possible human health effects. Scient of the Total Environment. 2020. 702: e134455. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455. Acesso em: 31/03/2024.

TEOTÔNIO, M. H. R. **Presença de microplásticos em água de torneira no Plano Piloto uma região administrativa de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/38773/1/2020_MarceloHenriqueRamosTeot%c3%b4nio.pdf. Acesso em:27/03/2024.

UNIÃO EUROPEIA – UE. **Diretiva 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2020**, Relativa à Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano (reformulação). 2020. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020L2184. Acesso em: 29/03/2024.

UNIÃO EUROPEIA – UE. **Decisão Delegada da Comissão que Completa a Diretiva (UE) 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho** Estabelecendo uma Metodologia para Medir os Microplásticos na Água Destinada ao Consumo Humano. 2024. Disponível em: https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=C(2024)1459&lang=pt. Acesso em: 29/03/2024.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution**. 2021. Nairobi. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36963/POLSOL.pdf. Acesso em: 24/03/2024.

DOI: 10.51161/conbrasau2024/35077