

Endocrinologia e Medicina Estética

Edição XI

Capítulo 17

EFEITOS DE MICROPLÁSTICOS COMO DISRUPTORES ENDÓCRINOS

ALIESCA SITTA BERTOLDI¹
BRUNO NADAL MANFROI¹
CAROLINE NADAL BROCK¹
DAVY VARGAS TEIXEIRA CAVALHEIRO¹
GUSTAVO REIS BOGORNI¹
ISADORA ECKERDT LECH¹
LETÍCIA MORANDINI³
LUIZE PAGNUSSAT¹
MARIA EDUARDA FRAGOZO GIARETTA¹
MARIA EDUARDA STEFINI DAMIANI²
MARIA ISABEL STEFANES ROSS²
MARIANA STAPELBROEK LAMPERT¹
MATHEUS MORAES DOS SANTOS BORGMANN¹
MILENA MORAES¹
VALENTINA TRAMONTINA VIVAN²

¹Discente. Medicina na Universidade de Passo Fundo.

²Discente. Medicina na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões.

³Discente. Medicina no Centro Universitário IDEAU.

Palavras-chave: Microplásticos; Disruptores Endócrinos; Revisão Bibliográfica.

DOI

10.59290/0472263189

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A produção mundial de materiais plásticos aumentou de forma expressiva desde a segunda metade do século XX, impulsionada pelo baixo custo, versatilidade e elevada durabilidade desses polímeros.

Embora essas características tenham ampliado seu uso em diferentes setores, também favoreceram o acúmulo persistente de resíduos plásticos no ambiente.

A degradação física, química e biológica desses materiais origina partículas menores, denominadas microplásticos, atualmente reconhecidas como importantes contaminantes ambientais emergentes (BARNES *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, a contaminação por microplásticos passou a representar uma preocupação crescente para a saúde pública, devido à capacidade dessas partículas de persistirem no ambiente, adsorverem substâncias químicas potencialmente tóxicas e transportarem compostos como bisfenóis, ftalatos e outros aditivos industriais (YILMAZ *et al.*, 2020).

A ampla dispersão ambiental favorece diferentes vias de exposição humana, incluindo ingestão, inalação e contato dérmico, sendo os microplásticos identificados em água potável, alimentos, frutos do mar e partículas atmosféricas (PRATA, 2018).

A interação dessas partículas com o organismo humano tem despertado interesse crescente, especialmente por sua possível atuação sobre o sistema endócrino.

Os microplásticos e os compostos químicos a eles associados podem interferir na síntese, secreção, transporte e ação dos hormônios, sendo considerados potenciais disruptores endócrinos (YILMAZ *et al.*, 2020).

Esses compostos correspondem a substâncias exógenas capazes de alterar o funciona-

mento do sistema endócrino e têm sido associados a alterações metabólicas, reprodutivas, imunológicas e do desenvolvimento humano.

Nesse contexto, compreender os mecanismos envolvidos na ação dos microplásticos como agentes desreguladores endócrinos é fundamental para elucidar seus possíveis impactos sobre a saúde humana e ambiental.

MÉTODO

Para a elaboração deste capítulo sobre os efeitos dos microplásticos como disruptores endócrinos, será realizada uma revisão narrativa da literatura com abordagem sistematizada, com o objetivo de integrar evidências acerca das fontes de exposição, mecanismos fisiopatológicos, impactos sobre o sistema endócrino e possíveis repercussões clínicas.

A busca será conduzida nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS, utilizando descritores como “*microplastics*”, “*endocrine disruptors*”, “*bisphenol*”, “*phthalates*”, “*hormonal disruption*”, “*oxidative stress*” e “*inflammation*”, combinados por operadores booleanos (AND, OR).

Serão incluídos estudos publicados preferencialmente nos últimos 10 anos, com ênfase em revisões sistemáticas, meta-análises, estudos experimentais, estudos observacionais e diretrizes internacionais.

Estudos clássicos poderão ser utilizados para fundamentação teórica dos mecanismos de desregulação endócrina.

Os critérios de inclusão compreenderão pesquisas que avaliem a exposição a microplásticos ou compostos associados e seus efeitos sobre o sistema endócrino, metabolismo, reprodução ou desenvolvimento humano e animal.

Serão excluídos estudos com baixo rigor metodológico, ausência de relevância clínica ou foco não diretamente relacionado ao tema. A

análise será conduzida de forma descritiva e crítica, integrando evidências experimentais e epidemiológicas.

Será dada ênfase à identificação de mecanismos biológicos plausíveis, consistência dos achados e limitações dos estudos disponíveis. A síntese final buscará fornecer base teórica sólida para compreensão dos microplásticos como disruptores endócrinos e subsidiar futuras investigações e estratégias de saúde pública.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos gerais dos microplásticos

Os microplásticos são partículas plásticas com diâmetro inferior a 5 mm, classificadas em primárias, quando produzidas intencionalmente em pequenas dimensões, e secundárias, quando resultam da fragmentação de resíduos plásticos maiores.

Devido à elevada persistência, ampla dispersão ambiental e reduzido tamanho, essas partículas têm sido detectadas em ambientes aquáticos, terrestres e atmosféricos, sendo atualmente reconhecidas como importantes contaminantes ambientais emergentes (BARNES *et al.*, 2009).

Os microplásticos primários são produzidos intencionalmente para aplicações industriais e comerciais, incluindo cosméticos e produtos de higiene pessoal, enquanto os secundários são formados pela degradação de materiais plásticos expostos à radiação ultravioleta, abrasão mecânica e intempéries.

Entre as principais fontes desses resíduos destacam-se embalagens, garrafas, sacolas plásticas, fibras têxteis sintéticas e o desgaste de pneus, cuja fragmentação contribui para a contaminação ambiental (BARNES *et al.*, 2009; PRATA, 2018).

Os microplásticos apresentam ampla variabilidade quanto ao tamanho, formato, densidade e composição química, sendo constituídos

principalmente por polímeros como polietileno, polipropileno, poliestireno e policloreto de vinila.

Além disso, podem conter aditivos químicos e possuem elevada capacidade de adsorver contaminantes ambientais, como metais pesados, pesticidas e compostos orgânicos persistentes, favorecendo seu transporte, bioacumulação e potencial toxicidade para diferentes organismos (ROCHA *et al.*, 2023).

As principais fontes ambientais de microplásticos incluem o descarte inadequado de resíduos plásticos, a degradação de embalagens, a lavagem de tecidos sintéticos, o desgaste de pneus e a utilização de produtos contendo partículas plásticas.

Esses contaminantes são amplamente distribuídos em rios, lagos, oceanos, solos e atmosfera, favorecendo a exposição contínua dos seres vivos, inclusive dos seres humanos, principalmente por meio da ingestão de água e alimentos contaminados e da inalação de partículas suspensas no ar (PRATA, 2018; ROCHA *et al.*, 2023).

Vias de exposição humana

A presença de microplásticos no ambiente tem aumentado significativamente nas últimas décadas, tornando a exposição humana praticamente inevitável.

Essas partículas são encontradas em diferentes compartimentos ambientais, incluindo água, alimentos e ar, permitindo que entrem em contato com o organismo por diferentes vias.

Atualmente, a ingestão, a inalação e o contato dérmico são consideradas as principais formas de exposição humana aos microplásticos (PRATA *et al.*, 2020; ZIANI *et al.*, 2023).

A ingestão é uma das vias mais importantes de exposição. Microplásticos já foram identificados em diversas fontes alimentares, como peixes, frutos do mar, sal, mel, frutas, vegetais

e alimentos industrializados, além de estarem presentes em água potável e água engarrafada (PRATA *et al.*, 2020; ZIANI *et al.*, 2023).

A contaminação pode ocorrer tanto no ambiente quanto durante o processamento, armazenamento e embalagem dos alimentos. Dessa forma, o consumo diário de água e alimentos contaminados representa uma fonte constante de exposição para a população (PRATA *et al.*, 2020; ZIANI *et al.*, 2023).

Outra via importante é a inalação. Microplásticos podem permanecer suspensos no ar e ser inalados continuamente, principalmente em ambientes fechados.

Essas partículas têm origem em diferentes fontes, como fibras liberadas por tecidos sintéticos, desgaste de pneus, resíduos plásticos fragmentados e atividades industriais.

Após a inalação, os microplásticos podem se depositar em diferentes regiões do sistema respiratório, alcançando inclusive áreas mais profundas dos pulmões, o que tem despertado preocupação quanto aos seus possíveis efeitos sobre a saúde humana (PRATA *et al.*, 2020; ZIANI *et al.*, 2023).

O contato dérmico também é considerado uma possível via de exposição. Essa exposição pode ocorrer pelo uso de cosméticos, produtos de higiene pessoal e pelo contato frequente com materiais plásticos, especialmente em ambientes ocupacionais.

No entanto, as evidências atuais indicam que a pele íntegra atua como uma barreira eficiente, limitando a penetração da maioria das partículas microplásticas.

Por esse motivo, essa via é considerada menos relevante quando comparada à ingestão e à inalação, embora ainda existam lacunas sobre seu papel na exposição humana a longo prazo (PRATA *et al.*, 2020; ZIANI *et al.*, 2023).

Microplásticos como vetores de contaminantes

Além dos possíveis efeitos causados pelas próprias partículas, os microplásticos também podem atuar como transportadores de substâncias químicas potencialmente nocivas.

Essas partículas podem conter compostos adicionados durante sua fabricação, como bisfenóis e ftalatos, além de reter contaminantes presentes no ambiente ao longo do tempo.

Dessa forma, os microplásticos não devem ser considerados apenas resíduos plásticos fragmentados, mas também estruturas capazes de concentrar, transportar e liberar substâncias com potencial tóxico nos organismos vivos (KOVACS *et al.*, 2026).

Entre os compostos mais frequentemente associados aos microplásticos estão os bisfenóis e os ftalatos, amplamente utilizados na fabricação de embalagens, recipientes para alimentos, revestimentos internos de latas e diversos produtos de uso cotidiano.

Como essas substâncias não estão fortemente ligadas à estrutura do plástico, podem ser liberadas gradualmente durante o uso, desgaste ou fragmentação do material.

Tanto os bisfenóis quanto os ftalatos são reconhecidos por sua capacidade de interferir no funcionamento do sistema endócrino, podendo alterar a produção, o transporte e a ação dos hormônios no organismo.

Estudos associam a exposição a esses compostos a alterações reprodutivas, metabólicas e do desenvolvimento, o que tem aumentado a preocupação em relação à exposição contínua da população a esses contaminantes (KOVACS *et al.*, 2026).

Além dos aditivos presentes em sua composição, os microplásticos possuem características que favorecem a retenção de substâncias químicas já existentes no ambiente.

Devido à sua elevada área superficial e à sua persistência ambiental, essas partículas funcionam como superfícies capazes de concentrar diferentes contaminantes presentes na água, no solo e no ar.

Entre eles destacam-se os poluentes orgânicos persistentes, grupo de substâncias caracterizado pela lenta degradação ambiental e pela capacidade de permanecer por longos períodos nos ecossistemas.

Dessa forma, os microplásticos podem atuar como veículos que facilitam o transporte desses contaminantes entre diferentes compartimentos ambientais e organismos vivos (ZIANI *et al.*, 2023; KOVACS *et al.*, 2026).

A preocupação com esse processo aumenta porque os contaminantes retidos na superfície dos microplásticos podem ser liberados após a entrada dessas partículas no organismo.

Estudos indicam que os microplásticos podem atuar como reservatórios de substâncias químicas, prolongando ou modificando a exposição dos indivíduos a compostos potencialmente tóxicos.

Assim, a ingestão ou a inalação dessas partículas pode representar não apenas a entrada do material plástico em si, mas também dos contaminantes químicos transportados por elas (KOVACS *et al.*, 2026).

Outro aspecto relevante é o potencial de bioacumulação desses contaminantes ao longo da cadeia alimentar. Organismos de níveis tróficos inferiores podem ingerir microplásticos e as substâncias químicas associadas a eles, que posteriormente são transferidos para organismos maiores por meio das relações alimentares.

Como resultado, pode ocorrer um aumento progressivo da concentração desses contaminantes nos diferentes níveis da cadeia alimentar.

Esse processo tem despertado preocupação especialmente em ambientes aquáticos, onde a presença de microplásticos já foi documentada

em diversas espécies consumidas pelo ser humano.

Embora ainda existam lacunas sobre a extensão desse fenômeno em humanos, as evidências disponíveis indicam que a exposição contínua aos microplásticos pode contribuir para o acúmulo de substâncias potencialmente tóxicas no organismo ao longo do tempo (ZIANI *et al.*, 2023).

Fisiopatologia da disrupção endócrina

A exposição a microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs) tem sido associada a alterações moleculares, celulares e sistêmicas capazes de comprometer a homeostase hormonal.

Além dos efeitos decorrentes do acúmulo dessas partículas em diferentes tecidos, os microplásticos atuam como carreadores de compostos químicos com atividade desreguladora endócrina, como bisfenóis, ftalatos, compostos perfluorados, bifenilos policlorados, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, retardantes de chama bromados e metais pesados.

Seu potencial tóxico depende de fatores como tamanho, composição química e capacidade de adsorver contaminantes, sendo as partículas menores capazes de atravessar barreiras biológicas, como a intestinal, a hematoencefálica e a placentária, favorecendo sua distribuição sistêmica (ULLAH *et al.*, 2022).

Um dos principais mecanismos de ação envolve a interferência na sinalização hormonal. Compostos associados aos microplásticos apresentam estrutura semelhante à de hormônios endógenos e podem atuar como agonistas ou antagonistas de receptores hormonais, comprometendo a ação de estrogênios, andrógenos, hormônios tireoidianos, glicocorticoides e receptores ativados por proliferadores de peroxissomos (PPARs).

Além disso, os microplásticos podem alterar o funcionamento dos eixos hipotálamo-hipófise-gonadal, hipotálamo-hipófise-tireoide e

hipotálamo-hipófise-adrenal, promovendo alterações na síntese hormonal, na fertilidade, no metabolismo energético, na resposta ao estresse e no desenvolvimento sexual (ULLAH *et al.*, 2022; DUBEY; KHAN; KUSHWAHA, 2022).

Outro mecanismo central da toxicidade é a indução de estresse oxidativo e inflamação. A internalização dos microplásticos favorece a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, ocasionando danos ao DNA, às proteínas, às membranas celulares e às mitocôndrias.

Paralelamente, ocorre ativação de células do sistema imunológico e aumento da liberação de citocinas pró-inflamatórias, estabelecendo um estado inflamatório persistente que potencializa a disfunção endócrina e contribui para o desenvolvimento de alterações metabólicas, cardiovasculares e reprodutivas (ULLAH *et al.*, 2022; DUBEY; KHAN; KUSHWAHA, 2022).

Além dos efeitos imediatos, a exposição aos microplásticos pode induzir modificações epigenéticas, incluindo alterações na metilação do DNA, nas histonas e na expressão de microRNAs, modificando a regulação gênica sem alterar a sequência do DNA.

Essas alterações podem comprometer processos relacionados à síntese hormonal, ao metabolismo, ao desenvolvimento embrionário e à reprodução, havendo evidências experimentais de possível transmissão transgeracional desses efeitos.

Em conjunto, esses mecanismos explicam a associação dos microplásticos com doenças endócrinas, distúrbios metabólicos, alterações reprodutivas e outras consequências sistêmicas da exposição crônica (ULLAH *et al.*, 2022).

Efeitos sobre o sistema reprodutivo

A exposição aos microplásticos e nanoplasticos tem sido associada a alterações importantes na função reprodutiva por meio da ação de aditivos químicos, como bisfenóis e ftalatos,

capazes de interferir no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e na sinalização hormonal.

Esses compostos atuam como desreguladores endócrinos ao mimetizar ou antagonizar hormônios sexuais, além de induzirem estresse oxidativo, inflamação e disfunção mitocondrial nas gônadas.

Como consequência, podem ocorrer alterações na esteroidogênese, redução da fertilidade, comprometimento do desenvolvimento sexual e maior risco de infertilidade, especialmente quando a exposição acontece durante períodos críticos, como a gestação e a infância (ULLAH *et al.*, 2022).

No sistema reprodutor masculino, os microplásticos podem comprometer a integridade da barreira hemato-testicular, induzindo apoptose das células de Sertoli e Leydig, redução da produção de testosterona e prejuízo da espermatogênese, com diminuição da qualidade e da viabilidade dos espermatozoides.

No organismo feminino, a atividade estrogênica desses compostos interfere na foliculogênese, na ovulação e na receptividade endometrial, favorecendo redução da reserva ovariana, alterações menstruais e dificuldades de implantação embrionária.

Em conjunto, essas alterações demonstram que a exposição crônica aos microplásticos pode comprometer diferentes etapas da reprodução e aumentar o risco de distúrbios reprodutivos em ambos os sexos (DUBEY; KHAN; KUSHWAHA, 2022).

Efeitos sobre o sistema metabólico

Os microplásticos também exercem efeitos relevantes sobre o metabolismo após serem absorvidos pelo trato gastrointestinal e distribuídos para órgãos como fígado, pâncreas e tecido adiposo.

Nesses tecidos, promovem estresse oxidativo, inflamação crônica e alterações na sinalização hormonal, comprometendo mecanismos responsáveis pela homeostase energética.

A interação de seus aditivos químicos com receptores nucleares relacionados ao metabolismo lipídico e glicídico favorece alterações na diferenciação dos adipócitos, no armazenamento de gordura e na regulação da glicemia (YILMAZ *et al.*, 2020).

A persistência dessas partículas no organismo também está relacionada ao desenvolvimento de resistência à insulina, obesidade, dislipidemias e esteatose hepática, decorrentes da disfunção mitocondrial, da produção excessiva de espécies reativas de oxigênio e da inflamação sistêmica de baixo grau.

Além disso, alterações na microbiota intestinal e no aumento da permeabilidade do epitélio favorecem endotoxemia metabólica, intensificando a resposta inflamatória e agravando as alterações hepáticas e metabólicas.

Esses mecanismos reforçam o potencial dos microplásticos como fatores contribuintes para doenças metabólicas crônicas (ROCHA *et al.*, 2023).

Efeitos sobre o sistema tireodiano

Os microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs) podem comprometer a função tireoidiana por meio de mecanismos relacionados à disfunção endócrina, ao estresse oxidativo e à inflamação celular.

Essas partículas interferem na expressão de genes essenciais para a diferenciação e o funcionamento das células foliculares da tireoide, prejudicando a síntese hormonal e alterando o eixo hipotálamo-hipófise-tireoide.

Os nanoplásticos apresentam maior potencial tóxico devido ao seu reduzido tamanho, que facilita a absorção celular, a translocação sistêmica e o acúmulo em órgãos-alvo, favorecendo

alterações mais intensas na homeostase hormonal (FU *et al.*, 2026).

Evidências em humanos reforçam esses mecanismos. Em estudo com 1.250 pares mãe-filho, a presença de microplásticos na placenta foi associada à redução dos níveis de TSH e T4 em recém-nascidos, sugerindo que a exposição durante a gestação pode comprometer o desenvolvimento do eixo tireoidiano fetal.

Alterações na função da tireoide durante períodos críticos do desenvolvimento podem repercutir sobre o metabolismo, o crescimento e o neurodesenvolvimento, reforçando a preocupação com a exposição crônica aos micro e nanoplásticos.

Embora as evidências sejam crescentes, ainda são necessários estudos clínicos e epidemiológicos para esclarecer plenamente os efeitos da exposição prolongada sobre a saúde tireoidiana (ZHANG *et al.*, 2025).

Desenvolvimento e crescimento

A exposição materna a microplásticos (MPs) e nanoplásticos (NPs) durante a gestação representa uma importante preocupação para o desenvolvimento fetal.

Essas partículas já foram identificadas na placenta, no líquido amniótico, no sangue do cordão umbilical e no mecônio, demonstrando sua capacidade de atravessar a barreira placentária.

Os principais polímeros encontrados incluem poliestireno, polipropileno, polietileno e policloreto de vinila, concentrando-se principalmente no sincitiotrofoblasto.

Evidências experimentais e clínicas associam essa exposição ao aumento do risco de parto prematuro, restrição do crescimento intrauterino, baixo peso ao nascer e aborto espontâneo, provavelmente em decorrência da alteração da função placentária, da redução da produ-

ção de progesterona e estradiol e do comprometimento da diferenciação dos trofoblastos (LEFRÈRE *et al.*, 2025).

Além dos efeitos sobre a gestação, a infância constitui um período de maior vulnerabilidade aos microplásticos devido ao maior consumo proporcional de água e alimentos, à imaturidade dos sistemas de detoxificação e às fases críticas do desenvolvimento.

Os nanoplásticos apresentam toxicidade ainda maior em razão do seu reduzido tamanho, que facilita a absorção celular, a distribuição sistêmica e a penetração em barreiras biológicas, potencializando seus efeitos em diferentes órgãos e sistemas (LEFRÈRE *et al.*, 2025).

O sistema nervoso é um dos principais alvos da exposição aos MPs e NPs. Estudos demonstram que essas partículas podem atravessar a barreira hematoencefálica e acumular-se no tecido cerebral, favorecendo estresse oxidativo, neuroinflamação, disfunção mitocondrial, alterações na neurotransmissão e comprometimento dos mecanismos de autofagia.

Esses processos resultam em dano neuronal progressivo e podem interferir tanto no neurodesenvolvimento quanto na manutenção da função cerebral ao longo da vida (LIU *et al.*, 2024).

Como consequência, a exposição crônica aos microplásticos tem sido relacionada ao aumento da suscetibilidade a doenças neurodegenerativas, como doença de Alzheimer e doença de Parkinson, além de alterações comportamentais, ansiedade, depressão e transtornos do neurodesenvolvimento quando a exposição ocorre durante o período gestacional.

Embora ainda existam lacunas sobre os efeitos em longo prazo, as evidências atuais reforçam a necessidade de reduzir a exposição ambiental e ampliar as pesquisas sobre os impactos transgeracionais desses contaminantes (LEFRÈRE *et al.*, 2025; LIU *et al.*, 2024).

Impactos clínicos e de saúde pública

Entre os efeitos mais investigados da exposição aos microplásticos destaca-se sua associação com o desenvolvimento de doenças metabólicas.

Evidências experimentais e epidemiológicas indicam que tanto as partículas plásticas quanto os compostos químicos adsorvidos em sua superfície podem interferir nos mecanismos de regulação energética, comprometendo o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas.

Como consequência, observa-se maior risco para obesidade, resistência à insulina, diabetes mellitus tipo 2 e síndrome metabólica (ULLAH *et al.*, 2022; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

Os disruptores endócrinos presentes nos microplásticos são considerados obesógenos ambientais por estimularem a diferenciação de pré-adipócitos em adipócitos maduros, principalmente pela ativação do receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama (PPAR- γ).

Além disso, o estresse oxidativo e a inflamação induzidos pela exposição comprometem a sinalização da insulina, favorecendo a resistência insulínica, enquanto alterações na microbiota intestinal e na permeabilidade da mucosa intensificam o estado inflamatório sistêmico e contribuem para distúrbios metabólicos (ULLAH *et al.*, 2022; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

Estudos também demonstram que a exposição prolongada aos microplásticos pode provocar acúmulo de lipídios nos hepatócitos, disfunção mitocondrial e inflamação hepática, favorecendo o desenvolvimento de esteatose hepática não alcoólica e outras alterações metabólicas.

Quando essa exposição ocorre durante a gestação ou a infância, os efeitos podem ser ainda mais relevantes, uma vez que modificações epigenéticas induzidas pelos disruptores endócrinos podem aumentar a suscetibilidade

ao surgimento de doenças metabólicas ao longo da vida (ULLAH *et al.*, 2022; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

O sistema endócrino constitui um dos principais alvos dos microplásticos e das substâncias químicas associadas a eles. Essas partículas podem interferir na síntese, secreção, transporte, metabolismo e ligação dos hormônios aos seus receptores, comprometendo principalmente os eixos hipotálamo-hipófise-gonadal, hipotálamo-hipófise-tireoide e hipotálamo-hipófise-adrenal (ULLAH *et al.*, 2022; LESO *et al.*, 2023).

Entre os principais mecanismos envolvidos está a ação de compostos como o bisfenol A (BPA) e os ftalatos, capazes de mimetizar ou bloquear hormônios naturais ao se ligarem aos seus receptores.

Essa disrupção endócrina está relacionada à redução da qualidade seminal, alterações na espermatogênese e diminuição dos níveis de testosterona em homens, além de comprometimento da maturação folicular, irregularidades menstruais, redução da reserva ovariana e infertilidade em mulheres.

Durante a gestação, a presença de microplásticos na placenta pode interferir no desenvolvimento fetal e aumentar a predisposição a doenças metabólicas e reprodutivas na vida adulta (ULLAH *et al.*, 2022; TYC *et al.*, 2025).

Além do sistema reprodutivo, estudos experimentais indicam que os microplásticos podem alterar a síntese e a ação dos hormônios tireoidianos, essenciais para o crescimento, o desenvolvimento neurológico e o metabolismo.

Também existem evidências de alterações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, com possíveis repercussões sobre a produção de cortisol, a resposta ao estresse, a imunidade e o metabolismo.

Embora muitos mecanismos ainda necessitem de confirmação clínica, as evidências atuais

indicam que a exposição aos microplásticos representa um importante fator de risco para alterações hormonais e desregulação endócrina (ULLAH *et al.*, 2022; LESO *et al.*, 2023).

A associação entre microplásticos e neoplasias tem despertado crescente interesse devido à capacidade dessas partículas de transportar compostos carcinogênicos e promover alterações celulares relacionadas ao câncer.

Entre os mecanismos envolvidos destacam-se o estresse oxidativo, a inflamação crônica e alterações epigenéticas, capazes de favorecer danos ao DNA, proliferação celular desregulada e redução dos mecanismos de reparo e apoptose (VALENZUELA *et al.*, 2023; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

Além disso, compostos como BPA e ftalatos apresentam atividade estrogênica e antian-drogênica, podendo contribuir para o desenvolvimento de tumores hormônio-dependentes, como os de mama, próstata, ovário, endométrio e testículo.

Embora ainda sejam necessários estudos epidemiológicos de longo prazo, os mecanismos já descritos sustentam a preocupação com os potenciais efeitos carcinogênicos da exposição crônica aos microplásticos (VALENZUELA *et al.*, 2023; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

Embora a eliminação completa da exposição aos microplásticos seja inviável, diferentes estratégias podem reduzir seus impactos sobre a saúde humana.

Entre as principais medidas destacam-se a redução da produção e do consumo de plásticos descartáveis, o fortalecimento da reciclagem, a melhoria dos sistemas de tratamento de água e esgoto e a ampliação das restrições ao uso de compostos reconhecidamente disruptores endócrinos, como BPA e determinados ftalatos (TYC *et al.*, 2025; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

Em nível individual, recomenda-se priorizar recipientes de vidro ou aço inoxidável, reduzir o uso de embalagens plásticas, evitar aquecer alimentos em recipientes plásticos e preferir alimentos frescos.

Paralelamente, a educação em saúde, a conscientização ambiental e o fortalecimento das pesquisas sobre os efeitos dos microplásticos são fundamentais para subsidiar políticas públicas e estratégias eficazes de prevenção (TYC *et al.*, 2025; KOVACS; BODIS; VASS, 2025).

CONCLUSÃO

Os microplásticos consolidaram-se como um dos principais contaminantes emergentes da atualidade em razão de sua ampla distribuição ambiental, elevada persistência e capacidade de alcançar diferentes compartimentos biológicos.

A presença dessas partículas na água, nos alimentos, no ar e em diversos produtos de consumo torna a exposição humana praticamente inevitável, favorecendo sua entrada no organismo e sua distribuição para diferentes tecidos e órgãos.

Além dos efeitos decorrentes da presença física dessas partículas, sua interação com compostos químicos de atividade desreguladora endócrina potencializa seus efeitos biológicos, reforçando sua relevância como um importante desafio para a saúde pública e ambiental.

As evidências apresentadas neste capítulo demonstram que os microplásticos e os compostos químicos a eles associados podem atuar como disruptores endócrinos por diferentes mecanismos, incluindo a interação com receptores hormonais, a indução de estresse oxidativo, processos inflamatórios e alterações epigenéticas.

Esses mecanismos comprometem a homeostase hormonal e podem desencadear alterações em diferentes sistemas do organismo,

com repercussões sobre a função reprodutiva, o metabolismo, a tireoide, o sistema nervoso e os processos de crescimento e desenvolvimento, especialmente durante períodos críticos da vida, como a gestação e a infância.

Embora parte das evidências ainda seja proveniente de estudos experimentais, observa-se crescente consistência entre os achados laboratoriais e os estudos em humanos, fortalecendo a plausibilidade biológica dos efeitos associados à exposição crônica aos microplásticos (ULLAH *et al.*, 2023; KOVACS; BODIS; VASS, 2026).

Outro aspecto de especial relevância refere-se ao potencial de efeitos em longo prazo decorrentes da exposição contínua a esses contaminantes.

A persistência ambiental dos microplásticos, associada à possibilidade de bioacumulação e às alterações moleculares e celulares induzidas pela disrupção endócrina, reforça a necessidade de compreender não apenas seus impactos imediatos, mas também suas repercussões ao longo do ciclo de vida e em futuras gerações.

Apesar dos avanços observados nos últimos anos, ainda existem importantes lacunas relacionadas à quantificação da exposição humana, ao estabelecimento de relações causais e à definição de níveis seguros de exposição.

Diante desse cenário, torna-se indispensável fortalecer políticas públicas voltadas à redução da poluição plástica, ao incentivo de estratégias sustentáveis de gerenciamento de resíduos e à implementação de medidas que minimizem a exposição humana.

Paralelamente, é fundamental ampliar a realização de estudos epidemiológicos, clínicos e experimentais que permitam compreender com maior precisão os efeitos da exposição crônica

aos microplásticos e subsidiem o desenvolvimento de políticas regulatórias e estratégias de prevenção baseadas em evidências.

Dessa forma, o aprofundamento do conhecimento sobre a relação entre microplásticos e

disrupção endócrina representa um passo essencial para a proteção da saúde humana e ambiental diante de um dos mais relevantes desafios sanitários e ambientais contemporâneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, D. K. A. *et al.* Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, London, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009. DOI: 10.1098/rstb.2008.0205.
- DUBEY, I.; KHAN, S.; KUSHWAHA, S. Developmental and reproductive toxic effects of exposure to microplastics: A review of associated signaling pathways. *Frontiers in Toxicology*, v. 4, 901798, 2022. DOI: 10.3389/ftox.2022.901798.
- FU, F. *et al.* Micro/nanoplastics induce thyroid follicular cell pyroptosis to trigger thyrotoxicity by activating NF- κ B signaling. *Annals of Medicine*, v. 58, n. 1, art. 2624175, 2026. DOI: 10.1080/07853890.2026.2624175.
- KOVACS, K.; BODIS, J.; VASS, R. A. Microplastics, endocrine disruptors, and oxidative stress: mechanisms and health implications. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 27, n. 1, art. 399, 2026. DOI: 10.3390/ijms27010399.
- LEFRÈRE, B. *et al.* Year 116 of the Plastic Age: a Pandora's Box as a time bomb for pregnancy? Review of clinical and fundamental data on prenatal exposure to plastics. *Journal of Hazardous Materials*, v. 499, 140018, 2025. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2025.140018.
- LESO, V. *et al.* The endocrine disrupting effects of nanoplastic exposure: a systematic review. *Toxicology and Industrial Health*, v. 39, n. 11, p. 613–629, 2023. DOI: 10.1177/07482337231203053.
- LIU, S. *et al.* Neurotoxicities induced by micro/nanoplastics: a review focusing on the risks of neurological diseases. *Journal of Hazardous Materials*, v. 469, 134054, 2024. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2024.134054.
- PRATA, J. C. Airborne microplastics: consequences to human health? *Environmental Pollution*, v. 234, p. 115-126, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.11.043.
- PRATA, J. C. *et al.* Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, v. 702, 134455, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134455.
- ROCHA, T. L. *et al.* Microplastics as endocrine disruptors: impacts on human health and the role of oxidative stress. *Journal of Hazardous Materials*, v. 443, 130273, 2023. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2022.130273.
- TYC, H. J. *et al.* Micro- and nanoplastics as disruptors of the endocrine system: a review of the threats and consequences associated with plastic exposure. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 26, n. 13, 2025. DOI: 10.3390/ijms26135876.
- ULLAH, S. *et al.* A review of the endocrine disrupting effects of micro and nano plastic and their associated chemicals in mammals. *Frontiers in Endocrinology*, v. 13, 1084236, 2022. DOI: 10.3389/fendo.2022.1084236.
- VALENZUELA, P. *et al.* Endocrine-disrupting chemicals and endocrine neoplasia: a forty-year systematic review. *Environmental Research*, v. 218, 114999, 2023. DOI: 10.1016/j.envres.2022.114999.
- YILMAZ, B.; TEREKECI, H.; SANDAL, S.; KELESTIMUR, F. Endocrine disrupting chemicals: exposure, effects on human health, mechanism of action, models for testing and strategies for prevention. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, v. 21, n. 1, p. 127-147, 2020. DOI: 10.1007/s11154-019-09521-z.
- ZHANG, X. *et al.* Placental microplastics contamination and its impact on thyroid function in newborns. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 304, 119056, 2025. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2025.119056.
- ZIANI, K. *et al.* Microplastics: A Real Global Threat for Environment and Food Safety: A State of the Art Review. *Nutrients*, v. 15, n. 3, 617, 2023. DOI: 10.3390/nu15030617.