

# **Microplásticos e os impactos da cadeia de produção do tabaco**



# **Microplásticos e os impactos da cadeia de produção do tabaco**



**FCTC**

WHO FRAMEWORK CONVENTION  
ON TOBACCO CONTROL

SECRETARIAT • KNOWLEDGE HUB



CENTRO DE  
ESTUDOS

SOBRE TABACO  
E SAÚDE - CETAB

ENSP • FIOCRUZ



© 2024 Fundação Oswaldo Cruz

Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Sem Derivações 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

**Ministério da Saúde**

**Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz**

**Presidente**

Mario Moreira

**Diretor da Escola Nacional de Saúde Pública**

**Sergio Arouca – ENSP**

Marco Menezes

**Coordenadora do Centro de Estudos sobre Tabaco e Saúde – Cetab/ENSP**

Silvana Rubano Turci

**Coordenador do Centro de Conhecimento para os Artigos 17 e 18 da CQCT/OMS**

Marcelo Moreno dos Reis

***Elaboração de texto e organização***

Milena Maciel de Carvalho

***Colaboração***

Breno Luiz Guilherme Gaspar

Germano Ehlert Pollnow

Marcelo Moreno dos Reis

Raquel Torres Gurgel

Vera Luiza da Costa e Silva

***Normalização das referências***

Amanda dos Santos Callian

***Imagens da capa***

Freepik e Adobe Stock

***Design***

Marcelo Moreno dos Reis

**Catalogação na Fonte**

Fundação Oswaldo Cruz

Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Biblioteca do Cesteh

F981m Fundação Oswaldo Cruz. Centro de Estudos sobre Tabaco e Saúde. Microplásticos e os impactos da cadeia de produção do tabaco/ Fundação Oswaldo Cruz; Milena Maciel de Carvalho (Organizadora). - Rio de Janeiro: FIOCRUZ - 2024.

43 f. : il. color.

ISBN:

1. Tabaco. 2. Indústria do Tabaco - legislação & jurisprudência. 3. Poluição por Fumaça de Tabaco. 4. Microplásticos. 5. Desenvolvimento Sustentável. I. Título. II. Carvalho, Milena Maciel de.

CDD 362.96

Bibliotecária: Amanda dos Santos Callian [CRB: 7080]

As informações e opiniões apresentadas neste documento são de responsabilidade do(s) autor(es) e autora(s) e não refletem necessariamente a opinião das Partes da Convenção-Quadro da Organização Mundial da Saúde para o Controle do Tabaco (CQCT/OMS), das Partes do Protocolo para Eliminar o Comércio Ilícito de Produtos do Tabaco ou do Secretariado da CQCT da OMS e seus Protocolos.

# Sumário

Visão geral **5**

O que são microplásticos? **7**

Como plásticos e microplásticos impactam o ambiente e a saúde humana? **9**

Microplásticos e produtos do tabaco: associação duplamente prejudicial **18**

Sustentabilidade? A “contradição inerente” da indústria do tabaco **26**

Legislação e regulação **28**

Recomendações e chamada à ação **34**

Referências **36**

# 1. Visão geral

A temática dos impactos ambientais em suas mais diversas formas tem sido uma das mais importantes discussões globais da atualidade. Temas como mudança climática, desastres, abastecimento e segurança alimentar, saúde dos ecossistemas e poluição causada por plásticos e microplásticos têm ganhado cada vez mais atenção de pesquisadores em todo o mundo, já que vêm impactando de forma significativa a vida no planeta. Neste material, é abordado especificamente o problema dos microplásticos e dos impactos ambientais causados pela cadeia de produção do tabaco.

A poluição e os impactos na saúde causados por microplásticos poucas vezes são atribuídos a produtos do tabaco e, neste caso, apenas os filtros de cigarros descartados são mencionados. Isso torna essa discussão ainda mais urgente, especialmente porque contribui para a inclusão de mais elementos que reforçam o caráter deletério dos produtos do fumo.

Como parte das ações de controle do tabaco preconizadas pela Convenção-Quadro para o Controle do tabaco (CQCT/OMS)<sup>1</sup> e como forma de subsidiar as negociações e tomadas de decisão para o Tratado Global contra a Poluição por Plásticos, o presente documento traz luz à pontos importantes sobre a cadeia produtiva do tabaco e sua relação com os impactos ambientais gerados por plásticos e microplásticos.

Isto se torna ainda mais relevante depois da 10<sup>a</sup> sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco (COP 10), quando foi adotada por consenso a decisão FCTC/COP10(14)<sup>2</sup> que reconhece não só os filtros de cigarro como também os DEF (dispositivos eletrônicos para fumar) descartáveis como plásticos de uso único (SUPs), desnecessários e de uso problemático e evitável. A decisão também notou que a OMS recomendou uma proibição nos filtros de cigarros e vaporizadores em sua manifestação perante o Comitê de Negociação Intergovernamental da Poluição por Plástico.

## 2. O que são microplásticos?

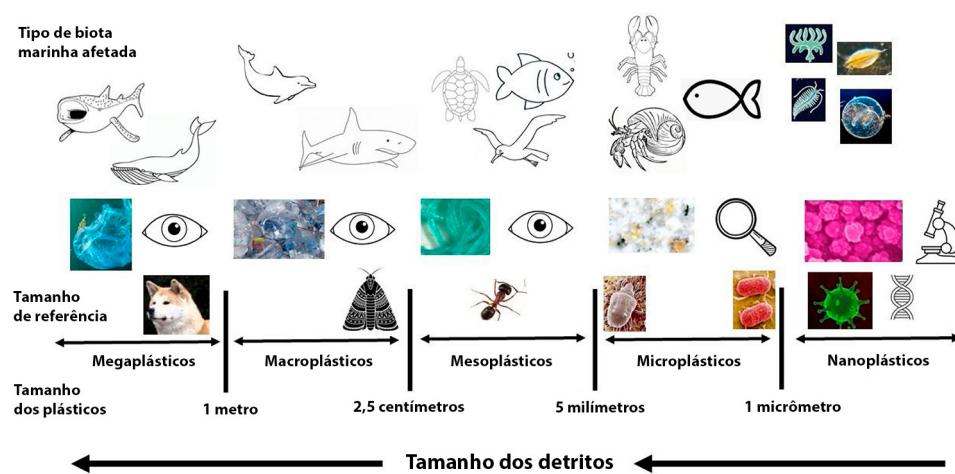
Os plásticos são constituídos por diferentes tipos de polímeros sintéticos com estrutura de repetição de moléculas orgânicas chamadas monômeros. Essa variedade de polímeros faz com que cada um apresente uma utilidade de aplicação nos processos industriais<sup>3,4</sup>.

Já os microplásticos são fragmentos de plástico com tamanho entre 0,001 e 5 mm de comprimento, compostos por polímeros sintéticos com baixa solubilidade em água e que não se degradam facilmente. Quando se fragmentam em partículas inferiores a 0,001 mm, os microplásticos passam a se chamar nanoplasticos<sup>3-7</sup>. São, portanto, plásticos em dimensões menores. Na Figura 1 é possível visualizar a diferença entre as dimensões dos plásticos e suas respectivas classificações. Segundo seus autores, as definições apresentadas na Figura 1, apesar de cientificamente mais rigorosas, não foram propostas formalmente para serem adotadas pela comunidade de pesquisa internacional<sup>8</sup>.

Microplásticos são derivados de diversas fontes, podendo ser divididos em duas categorias: de origem primária e de origem secundária. Os primários são aqueles liberados no ambiente já como fragmentos de plástico com 5mm de tamanho ou menos. Eles são fabricados em tamanho reduzido para serem adicionados a determinados produtos, como por exemplo micro esferas para cosméticos, cremes dentais e outros produtos de cuidado pessoal. Além desses tipos de produtos, também estão presentes em tecidos sintéticos, tintas, fertilizantes, entre outros<sup>9</sup>. Os microplásticos secundários são partículas

partículas resultantes da degradação e fragmentação de plásticos maiores. Como consequência da ação da luz solar, vento, água, processos fotoquímicos e biológicos, plásticos maiores sofrem degradação, chegando a dimensões micro e milimétricas. São exemplos de microplásticos secundários os resíduos de plásticos e garrafas, filtros de cigarro, entre outros<sup>9</sup>.

**Figura 1: Faixa de tamanho de plástico**



São constituídos especialmente por polímeros, tais como: polietileno, poliestireno, polipropileno, nylon, cloreto de polivinila (PVC), poliamida e politereftalato de etileno<sup>10</sup>. Um aspecto importante é que na fabricação dos plásticos, além do uso do polímero principal, são utilizados diversos aditivos químicos para aumentar sua durabilidade, resistência mecânica, térmica, elétrica e ao clima, dureza e ductilidade. Isso implica em uma degradação mais lenta no ambiente quando descartado, um dano ambiental decorrente também de sua composição química e uma maior propagação dessas partículas pelos mais diversos ambientes<sup>11</sup>.

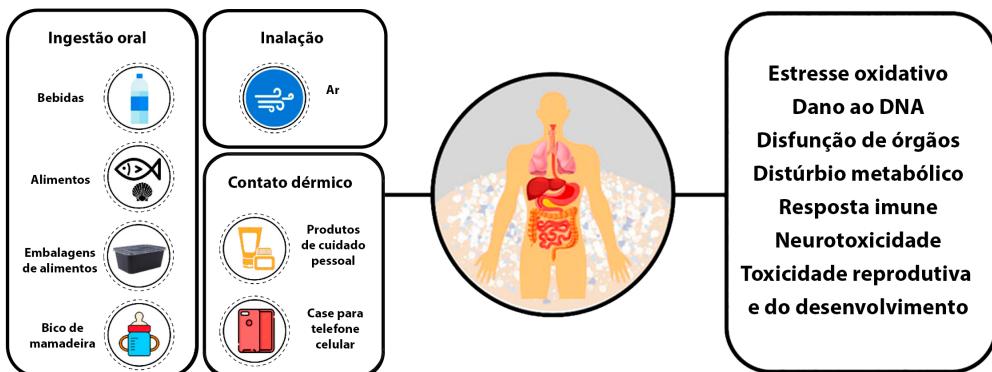
### **3. Como plásticos e microplásticos impactam o ambiente e a saúde humana?**

A presença dos microplásticos no ambiente representa um problema grave para o planeta, gerando poluição do solo e da água e interferindo na vida marinha, na cadeia alimentar, nos recursos hídricos, na qualidade do ar, na segurança alimentar e na saúde dos seres vivos<sup>12-18</sup>. Estudos de diversas áreas têm mostrado a presença dessas micropartículas no ar, solo, água, alimentos e animais<sup>19-21</sup>. Essa descoberta reforça a necessidade urgente de identificarmos formas de reduzir esses impactos no ambiente e na saúde humana e intervir nos processos e comportamentos que mantêm esse problema.

Apesar de seus efeitos na saúde humana ainda não serem claramente explorados e conhecidos, estudos têm mostrado que os microplásticos têm sido encontrados no corpo humano (em órgãos como pulmões, na corrente sanguínea e nas fezes, por exemplo), o que é preocupante se considerarmos a composição desses materiais<sup>19-22</sup>.

Como mostra a Figura 2, existem diversas fontes de exposição aos microplásticos e elas ocorrem com frequência e simultaneamente, podendo causar prejuízos à saúde humana e à saúde ambiental. As partículas de microplástico podem se deslocar entre diferentes compartimentos ambientais. A exposição humana pode se dar por meio da ingestão oral, da inalação e do contato com a pele<sup>5,23</sup>. Dentre os efeitos tóxicos causados pela exposição, destacam-se: dano ao DNA, distúrbio metabólico, efeitos neurotóxicos, alterações no desenvolvimento cerebral, danos intestinais, estresse oxidativo, infertilidade<sup>23,24</sup>.

**Figura 2: Fontes de exposição e toxicidade dos microplásticos**



Fonte: Adaptado de Li Y, Tao L, Wang Q, Wang F, Li G, Song M, 2023, p. 249<sup>23</sup> (tradução nossa).

Os produtos químicos encontrados nos microplásticos podem ser de dois tipos: aditivos e matérias-primas de origem plástica (polímeros) adicionados durante a fabricação de plástico; e produtos químicos absorvidos do ambiente<sup>11</sup>. O primeiro tipo inclui lubrificantes (estearatos de cálcio ou magnésio), corantes (muitos contêm metais pesados), retardadores de chamas (contêm cloro, bromo, fósforo e hidróxido de alumínio), estabilizadores de calor, enchimentos, antioxidantes, estabilizadores de luz e plastificantes. A combinação desses aditivos resulta numa mistura de contaminantes que altera as características originais do plástico e contamina a água, os alimentos e o ar<sup>11</sup>.

Esses aditivos químicos são conhecidos como um dos maiores causadores de desequilíbrios ambientais e, de acordo com alguns estudos<sup>25,26</sup>, quando estão associados a microplásticos, seus impactos ambientais são maiores do que quando estão em períodos de exposição isolados. Em média, plásticos comerciais são constituídos de 93% de resina polimérica e 7% de aditivos químicos<sup>4</sup>.

Quanto aos produtos químicos absorvidos do ambiente para os microplásticos, estes são os mais diversos e apresentam uma variabilidade alta. Estudos têm sido realizados para identificar a relação de microplásticos e quais substâncias são mais absorvidas, como é o caso do estudo de Wang *et. al.*<sup>27</sup>, que analisou a absorção de zinco e cobre de uma tinta anti-incrustante em um poliestireno e

e polivinila (PVC). Os pesquisadores verificaram que os metais pesados da tinta foram liberados na água e ambos os tipos de microplásticos absorveram os metais, sendo a absorção de cobre significativamente maior nas partículas de PVC (explicada por sua maior área e polaridade). Ao longo do experimento, as concentrações de metais aumentaram nos dois tipos de microplásticos, com exceção do zinco no poliestireno<sup>11,27,28</sup>.

Um estudo realizado pelo Institute of Environmental Systems Research, da Universidade de Osnabrück, na Alemanha<sup>29</sup>, apresentou dados sobre a capacidade dos microplásticos de absorver produtos tóxicos nos oceanos, incluindo metais pesados e poluentes orgânicos persistentes (POPs). Esses últimos podem provocar disfunções hormonais, imunológicas, neurológicas e reprodutivas. A intoxicação por esses contaminantes é propagada quando animais menores e plânctons contaminados pela ingestão de plástico são ingeridos por peixes maiores, chegando ao consumo humano e afetando a cadeia alimentar<sup>22,29</sup>.

Os impactos dos microplásticos no meio ambiente são mais evidentes do que os na saúde humana, como apresentado no *First International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris*<sup>6</sup>, realizado na Universidade de Washington em 2008. Além de reforçar os impactos altamente nocivos dos microplásticos na natureza, cita o risco de desequilíbrio na cadeia alimentar como um sério problema. Um dos exemplos citados é o bloqueio do trato digestivo de pequenos animais e a consequente contaminação pelas substâncias tóxicas presentes nos plásticos<sup>6,22</sup>.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU)<sup>30</sup>, com mais de 51 bilhões de partículas microplásticas, os mares teriam 500 vezes mais microplásticos do que nossa galáxia teria de estrelas. A ONU chama a atenção para o fato de que os animais marinhos, ao ingerirem essas micropartículas, afetam a cadeia alimentar, já que seres humanos e outros animais fazem parte da cadeia. Nesse sentido, estão associados a efeitos graves na saúde humana, como alterações no DNA, no desenvolvimento cerebral, aumento do risco de certos tipos de câncer e infertilidade<sup>11,24,31-35</sup>.

Apesar de as informações sobre a neurotoxicidade dos microplásticos serem limitadas, sabe-se que a exposição a essas micropartículas pode ocasionar a inibição da atividade da acetilcolinesterase e alterações nos níveis de neurotransmissores<sup>24</sup>. Além disso, pode provocar estresse oxidativo - desequilíbrio causado pelo acúmulo de agentes oxidantes (radicais livres) e níveis baixos de antioxidantes para compensar os primeiros - condição que pode levar a danos celulares e maior suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças neuronais<sup>24</sup>.

Os impactos no desenvolvimento cerebral ocorrem quando as micropartículas de plástico atingem o cérebro por meio da absorção pelo intestino, pela cavidade nasal ou pelos pulmões. Quando no cérebro, essas micropartículas podem induzir ao estresse oxidativo, levando a danos às células e neuroinflamação. Essas condições favorecem o surgimento de distúrbios do neurodesenvolvimento e/ou neurodegenerativos<sup>24</sup>.

Já os danos intestinais ocasionados pela exposição aos micro e nanoplásticos apresentam-se devido à absorção de aditivos químicos oriundos desses plásticos, ocasionando desregulação endócrina, inflamatória, interferência na resposta imunológica do intestino e doenças intestinais. A ingestão dessas micropartículas pode causar risco potencial de doença inflamatória intestinal devido à ação das citocinas inflamatórias<sup>36</sup>.

Embora no passado os polímeros tenham sido considerados inertes em relação aos metais e os estudos sobre o impacto dos microplásticos na saúde humana ainda sejam incipientes, é possível relacionar a interação entre metais pesados e microplásticos e seus efeitos na saúde humana<sup>11,28,37-42</sup>. Já os efeitos no meio ambiente são mais robustos, como o reconhecimento dos microplásticos como um poluente persistente e vetor para a proliferação de metais. Estudos apontam, por exemplo, a capacidade dos metais presentes nos microplásticos em determinar a co-seleção de patógenos humanos resistentes a antibióticos. Ou seja, a concentração alta de metais como zinco, mercúrio e chumbo que se acumulam no ambiente leva a uma resistência aos antibióticos nas bactérias<sup>11</sup>. O Quadro 1, adaptado de Campanale<sup>11</sup>, mostra os efeitos potenciais na saúde humana e meio ambiente de metais pesados em produtos de plástico.

**Quadro 1: Principal utilização de metais pesados como aditivos em produtos de plástico e seus impactos na saúde humana e no meio ambiente**

Metais pesados	Aditivos	Tipos de plástico e onde são encontrados	Impactos na saúde humana	Impactos no meio ambiente
Antimônio (Sb)	Retardadores de chama e biocidas <sup>43-45</sup> .	<p>É encontrado em uma variedade de produtos à base de tereftalato de polietileno (PET) ou poliéster, como bandejas de alimentos, garrafas de água, roupas, cortinas e mochilas<sup>46</sup>.</p> <p>Como aditivo em pigmentos coloridos, é comum em brinquedos e equipamentos de escritório<sup>46</sup>.</p> <p>Em equipamentos elétricos que não sejam de PVC: carregadores, aquecedores, controles remotos, placas de circuito<sup>46</sup>.</p> <p>Em PVC: plugs, isolamento de fios, conectores USB, mangueiras, tubulações<sup>46</sup>.</p> <p>- Reciclado de equipamentos elétricos: equipamentos de escritório, brinquedos, cabos de ferramentas, novos produtos elétricos, itens que entram em contato com alimentos<sup>46</sup>.</p>	<p>Metal-estrogênio (metaloestrogênio): Associado à ocorrência de câncer de mama<sup>43-45</sup>.</p> <p>A exposição humana, apesar de ser considerada baixa, pode ocorrer pela inalação de material particulado no ar, pela ingestão de água potável e de alimentos que contenham antimônio, pelo contato da pele com o solo, a água e outras substâncias que o contenham<sup>47,48</sup>.</p> <p>Inflamação nos pulmões, bronquite e enfisema crônicos são os principais efeitos quando há exposição por via inalatória a longo prazo. A exposição aguda por inalação causa irritação das vias respiratórias e danos nos pulmões e, em casos mais graves, edema pulmonar. Problemas cardíacos, náuseas e vômitos foram relacionados à exposição ocupacional ao antimônio<sup>48</sup>.</p> <p>Há uma possível toxicidade e efeitos ecotoxicológicos derivados da presença de antimônio em plásticos抗igos e em materiais descartados depositados em aterros. A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classifica o trióxido de antimônio como grupo 2B - possivelmente cancerígeno para humanos<sup>49</sup>.</p>	<p>Tem potencial de impactar principalmente os solos. Além disso, pode percorrer longas distâncias em águas subterrâneas.</p> <p>Na Europa e na União Europeia, os resíduos que contêm antimônio são considerados ecotóxicos e perigosos a partir de determinadas concentrações, devido a possíveis propriedades cancerígenas<sup>46</sup>.</p> <p>Produtos derivados de reciclagem, especialmente resíduos de plástico eletrônico, ainda mantêm o antimônio presente, já que não se tem tecnologia para retirá-lo dos plásticos na reciclagem. Por esse motivo, é considerado um contaminante generalizado do lixo marinho e de água doce<sup>46</sup>.</p>
Chumbo (Pb)	Estabilizadores térmicos, estabilizadores UV e pigmentos inorgânicos <sup>43,44,45,50,51,52</sup> .	PVC e todos os tipos de plásticos onde são utilizados pigmentos vermelhos <sup>43,44,45,50,51,52</sup> .	<p>Anemia; hipertensão; abortos espontâneos; perturbação do sistema nervoso; dano cerebral; infertilidade; estresse oxidativo e dano celular<sup>43,44,45,50,51,52</sup>.</p> <p>Dependendo do nível de exposição, o chumbo pode causar prejuízos no sistema nervoso, na função renal, no sistema imunológico, nos</p>	Níveis altos de chumbo no ambiente podem levar à diminuição do crescimento e reprodução de animais e plantas, além de causar impactos neurológicos em animais vertebrados <sup>54</sup> .

Continuação do Quadro 1

<b>Metais pesados</b>	<b>Aditivos</b>	<b>Tipos de plástico e onde são encontrados</b>	<b>Impactos na saúde humana</b>	<b>Impactos no meio ambiente</b>
			<p>sistemas reprodutivo, cardiovascular e de desenvolvimento, além de afetar a capacidade de transporte de oxigênio do sangue<sup>53</sup>.</p> <p>Crianças e bebês são mais suscetíveis à exposição ao chumbo, sendo o sistema nervoso desses grupos etários mais sensível aos seus efeitos nocivos. Além de absorverem mais chumbo do que os adultos, há maior exposição ao colocarem a mão e objetos na boca. Alguns dos efeitos dessa exposição nesse grupo são problemas comportamentais, de aprendizagem, hiperatividade, crescimento lento, problemas de audição, anemia e diminuição do QI<sup>53</sup>.</p> <p>Já a exposição pelos adultos pode levar aos seguintes efeitos na saúde: problemas cardiovasculares, aumento da pressão arterial, incidência de hipertensão, diminuição da função renal, problemas reprodutivos em homens e mulheres e risco de problemas no feto em mulheres grávidas<sup>53</sup>.</p>	<p>Devido à deposição de fontes de poluição atmosférica por chumbo nos solos, é um metal persistente no ambiente. A mineração e a descarga de resíduos em recursos hídricos também são fontes de chumbo para os ecossistemas<sup>54</sup>.</p>
Cobalto (Co)	Pigmentos inorgânicos <sup>44,50,55</sup> .	Garrafas PET (politerefタルato de etileno) <sup>44,50,55</sup> .	<p>Formação de espécies reativas de oxigênio (ROS); efeitos neurológicos, como deficiência auditiva e visual; déficits cardiovasculares e endócrinos<sup>44,50,55</sup>.</p> <p>A exposição a altos níveis de cobalto pode causar efeitos adversos no sangue, pulmões e pele<sup>56</sup>.</p> <p>Com base em estudos realizados com humanos e animais, o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA (DHHS) classificou o cobalto e seus compostos que liberam íons no corpo como potencialmente cancerígenos<sup>56</sup>.</p>	<p>A entrada do cobalto no meio ambiente se dá a partir de fontes naturais e da queima de carvão, petróleo e produção de ligas de cobalto. Quando é liberado na água ou solo, adere a outras partículas. O cobalto também se mistura no ar com partículas de outras substâncias, caindo no solo em poucos dias<sup>56</sup>.</p> <p>A mineração de cobalto também causa impactos significativos no meio ambiente, como a destruição de habitats e poluição da água e do ar<sup>57</sup>.</p>

Continuação do Quadro 1

<b>Metais pesados</b>	<b>Aditivos</b>	<b>Tipos de plástico e onde são encontrados</b>	<b>Impactos na saúde humana</b>	<b>Impactos no meio ambiente</b>
Mercúrio (Hg)	Biocidas <sup>44,50, 58,59</sup> .	Poliuretano <sup>44,50, 58,59</sup> .	<p>Mutagênico/cancerígeno; pode induzir a ruptura da estrutura molecular do DNA e danos cerebrais<sup>44,50,58,59</sup>.</p> <p>Os efeitos na saúde decorrentes da exposição ao mercúrio são determinados pela quantidade, tempo e via de exposição, idade e forma de apresentação<sup>62,63</sup>.</p> <p>O mercúrio é uma neurotoxina, o que significa que é um veneno que atua no sistema nervoso. Pode afetar as funções cerebrais e rins. Também pode resultar em danos permanentes às crianças no nascimento<sup>64</sup>.</p> <p>Dentre os efeitos à saúde que a exposição ao mercúrio pode causar estão: irritação nos olhos, pele e estômago; tosse, dor no peito ou dificuldade em respirar, insônia, irritabilidade, dor de cabeça, fraqueza ou exaustão e perda de peso. Também está associado a problemas nos sistemas nervoso, cardiovascular, gastrointestinal, hepático, imunológico, neurológico, renal, reprodutivo e respiratório, além de efeitos durante as fases de desenvolvimento dos órgãos<sup>63,64</sup>.</p> <p>Efeitos na saúde pela exposição a longo prazo: ansiedade, timidez excessiva, anorexia, problemas de sono, perda de apetite, irritabilidade, fadiga, esquecimento, tremores, mudanças na visão, mudanças na audição<sup>65</sup>.</p> <p>Efeitos na saúde quando há exposição a curto prazo: tosse, dor de garganta, falta de ar, dor no peito, náusea, vômito, diarreia, aumento da pressão arterial ou frequência cardíaca, gosto metálico na boca, irritação dos olhos, dor de cabeça e problemas de visão<sup>65</sup>.</p>	<p>O mercúrio se apresenta no meio ambiente de duas formas: natural, como minério e presente na crosta terrestre; e por meio das descargas de resíduos industriais, lixiviação de aterros sanitários e volatilização. Sua liberação no ambiente também se dá pelas indústrias, seja através da água ou ar<sup>61,53</sup>.</p> <p>Na água, bactérias transformam o mercúrio em uma forma bioacumulável e mais tóxica, que se acumula ao longo da cadeia alimentar aquática. Dessa forma, o mercúrio é encontrado em níveis altos em peixes, outros organismos aquáticos, arroz e vegetações<sup>61-63</sup>.</p> <p>Além disso, estudo mostra que microplásticos e mercúrio, sejam eles apresentados sozinhos ou em combinação, causaram estresse oxidativo em brânquias e no fígado de peixes. O estudo indica que microplásticos influenciam a bioacumulação de mercúrio pelos peixes estudados e causam neurotoxicidade, estresse, danos oxidativos e alterações nas atividades de enzimas nessa espécie (<i>D. labrax juveniles</i>). Tais descobertas reforçam a preocupação com a exposição de grandes predadores aquáticos e ao consumo por humanos de peixes contaminados com microplásticos e metais pesados<sup>66</sup>.</p>

Fonte: Adaptado de Campanale C, Massarelli C, Savino I, Locaputo V, Uricchio VF, 2020, p. 11<sup>11</sup> (tradução nossa).

Acredita-se que a principal forma de exposição dos seres vivos aos microplásticos seja a inalação dessas micropartículas dispersas no ar. Como já mencionado, estes microplásticos chegam à atmosfera através da lavagem de tecidos sintéticos, processos industriais, uso de fertilizantes, desgaste de pneus, dentre outras formas<sup>69</sup>. Além dessas fontes potenciais de inalação de microplásticos, o tabagismo também é uma forma de inalação dessas partículas<sup>67</sup>.

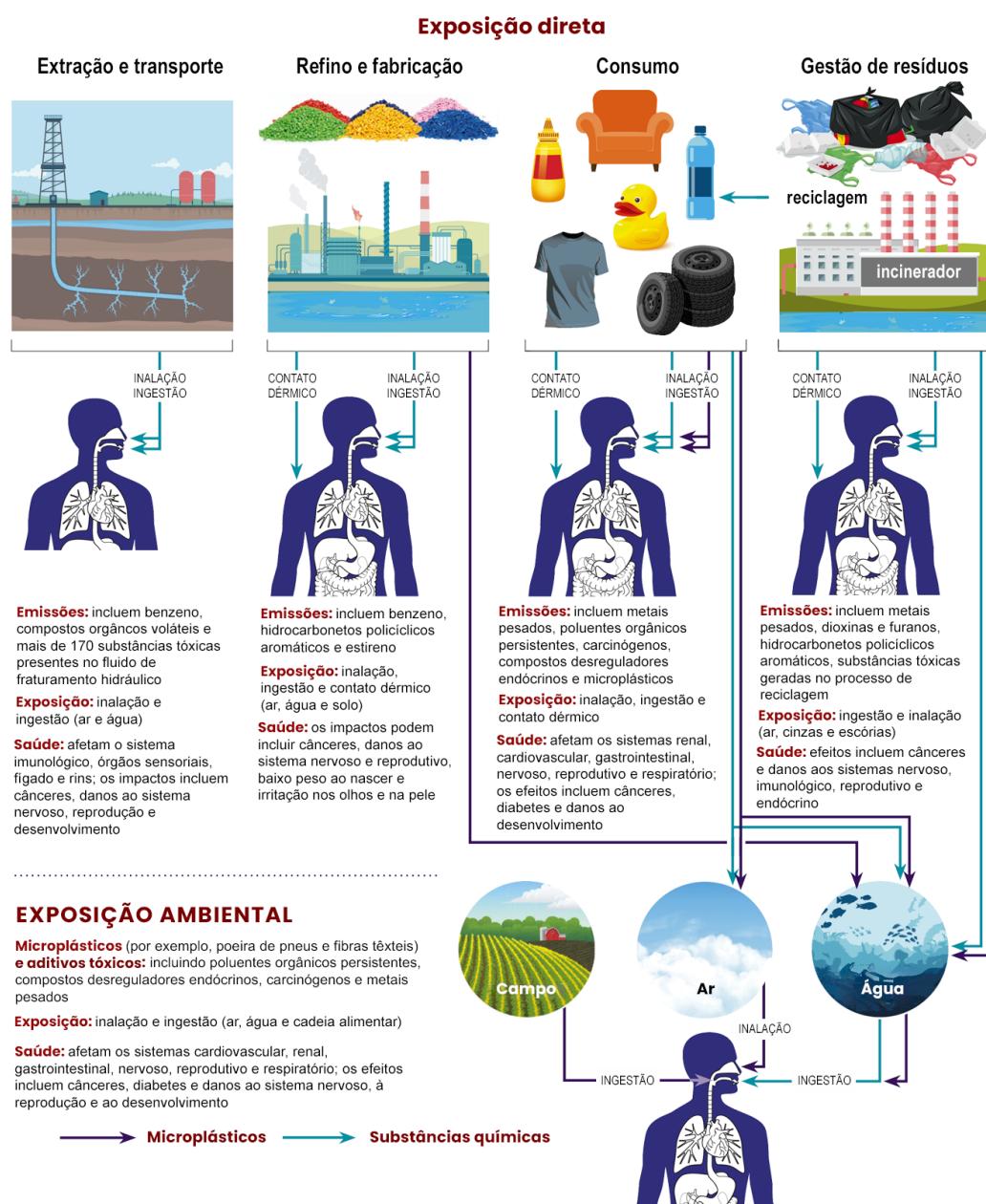
Um dos estudos que merece destaque foi realizado na Universidade de Princeton e publicado em 2020 na revista *Science Advances*<sup>68</sup>. Os pesquisadores descobriram um processo que consideram um novo achado: o de que os microplásticos são transportados por longas distâncias e ficam presos no solo e outras superfícies porosas, se movendo ao se desprenderem dessas superfícies. Até então, se pensava que quando as micropartículas ficavam presas, permaneciam nessa condição<sup>66</sup>.

presos no solo e outras superfícies porosas, se movendo ao se desprender dessas superfícies. Até então, se pensava que quando as micropartículas ficavam presas, permaneciam nessa condição<sup>68</sup>. Eles explicam que há um processo cíclico de deposição e erosão. As micropartículas se acumulam, criam obstruções nas superfícies onde estão e com o passar do tempo são quebradas pelo processo de erosão. Com isso, são movidas através do espaço dos poros e as obstruções se refazem. Nesse processo cíclico onde as micropartículas ficam presas, acumulam depósitos e depois são empurradas, acabam se dispersando por distâncias ainda maiores e se fixando em outras superfícies<sup>68</sup>. Os resultados do estudo são importantes para se entender os impactos da poluição plástica e intervir na prevenção da propagação e acúmulo de contaminantes em fontes de alimentos e água<sup>68</sup>.

Outro aspecto relevante é que quanto menor for a dimensão dos plásticos, maior será sua capacidade de absorção de substâncias de alta toxicidade, como mercúrio, por exemplo. Ou seja, a toxicidade dos plásticos está relacionada ao tamanho das partículas e à sua composição, além de outros fatores, tendo os macroplásticos uma toxicidade menor, os microplásticos uma toxicidade intermediária e os nanoplásticos uma toxicidade maior, segundo estudo realizado em 2020 sobre esse tema<sup>69</sup>.

Outra ilustração interessante, que mostra os efeitos dos plásticos na saúde e no meio ambiente, é apresentada no documento *Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future*, de 2022<sup>3</sup>. Ela revela as formas de exposição dos seres humanos a microplásticos, através da ingestão, inalação e contato direto com a pele, ao longo de todo o ciclo de vida do plástico (Figura 3)<sup>3</sup>.

**Figura 3: Plástico e Saúde: Os custos ocultos de um planeta de plástico**



Fonte: Reprodução de CIEL: "Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future", 2022, p.4<sup>3</sup> (tradução nossa).

## 4. Microplásticos e produtos do tabaco: associação duplamente prejudicial

Com uma estimativa de 4,5 trilhões de pontas de cigarro descartadas todos os anos, o tipo de lixo plástico mais presente no mundo são os filtros de cigarro<sup>70</sup>. Eles representam 766.578.971 quilogramas de lixo tóxico anualmente<sup>70</sup>. Além de liberarem mais de sete mil substâncias tóxicas no meio ambiente, não são biodegradáveis<sup>70,71,72,73</sup>.

O artigo 18 da Convenção-Quadro para o controle do tabaco (CQCT/OMS) convoca os Países-Parte a protegerem o ambiente e a saúde das pessoas. Nas palavras do artigo, “(...) as Partes concordam em prestar devida atenção, no que diz respeito ao cultivo de tabaco e à fabricação de produtos de tabaco em seus respectivos territórios, à proteção do meio ambiente e à saúde das pessoas em relação ao meio ambiente”<sup>1</sup>. Implementar o artigo em questão implica pensar em estratégias para redução dos danos ao ambiente e à saúde humana decorrentes da cadeia produtiva do tabaco. É essencial que se compreenda que essa proteção em relação aos danos ambientais do tabaco não está restrita aos países produtores, mas a todos os Países-Parte do Tratado. Esse cenário em que a implementação do artigo 18 é mais concentrada nos países produtores precisa ser discutido e transformado, até porque os danos ambientais são identificados em todas as fases de produção e consumo dos produtos do tabaco, não só no cultivo e processamento das folhas<sup>74</sup>.

Em 2022, a OMS lançou o documento *Tobacco: Poisoning our planet*<sup>75</sup>, que reforça os impactos do ciclo de vida do tabaco no meio ambiente e na saúde. Além da liberação de produtos químicos no ar, solo e recursos hídricos, os

micropplásticos também têm um efeito danoso nessa cadeia. A publicação traz dados recentes sobre a cadeia de produção do tabaco e a poluição de embalagens e transporte de resíduos tóxicos, poluição da água, ar e solo, impactos na vida marinha, uso de agroquímicos, emissões de carbono, resíduos eletrônicos de produtos novos e emergentes do tabaco, dentre outros tópicos relacionados aos impactos do ciclo de produção. Aborda, por exemplo, os impactos dos produtos de tabaco sem combustão. Pelo fato de alguns serem feitos de plástico e/ou metal descartáveis, produzem resíduos sólidos que afetam os aterros sanitários devido aos seus componentes tóxicos. Também citam os filtros de cigarro à base de acetato de celulose, que podem permanecer no ambiente como micropplásticos por muitos anos, liberando nicotina, metais pesados e outros produtos químicos absorvidos por eles nesse período<sup>75</sup>. O impacto na subsistência e saúde de comunidades pesqueiras que dependem e consomem produtos contaminados também é discutido<sup>75</sup>.

A cadeia de produção e consumo do tabaco é composta por diversas etapas. Neste documento, serão abordadas as fases de produção de folhas, manufatura de cigarros, distribuição, consumo e descarte<sup>76</sup>. A intenção ao apresentar essas etapas é trazer à luz a presença de micropplásticos nesse sistema de produção e consumo e quais os seus impactos diretos e indiretos. Além do caráter nocivo dos produtos de tabaco em si, apresenta-se aqui mais elementos que corroboram os impactos negativos dessa produção, evidenciando sua característica duplamente prejudicial.

**Produção de folhas:** Nesta fase inicial do processo de produção, agricultores produtores de tabaco utilizam, na ampla maioria dos casos, fertilizantes e agrotóxicos, que além de causarem efeitos prejudiciais à saúde das pessoas e do entorno pelo contato direto e indireto com esses produtos, poluem recursos hídricos e solo, impactam a vida animal e vegetal e liberam micropplásticos no ambiente por conta da composição dos agroquímicos utilizados<sup>75</sup>. Além disso, também há a utilização de agrotóxicos e fertiizantes encapsulados em micropplásticos<sup>3</sup>. Com isso, a poluição por micropplásticos se soma aos riscos dos próprios agroquímicos, muitos deles derivados de matérias-primas à base de petróleo. Esse revestimento com polímeros semi permeáveis permite a liberação controlada e lenta dos princípios ativos ali presentes<sup>3</sup>.

O relatório publicado em 2022 pelo Center for International Environmental Law (CIEL), intitulado *Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future*<sup>1</sup>, evidencia o uso cada vez maior e deliberado de microplásticos em agroquímicos, seus riscos à saúde humana e ao meio ambiente e o incentivo de diversas categorias de indústrias a essa prática. De acordo com o relatório, esses produtos devem ter sua produção e utilização proibidos em todo o mundo, já que os riscos conhecidos de fertilizantes e agrotóxicos são somados ao fato de conterem microplásticos - uma junção de produtos químicos tóxicos<sup>3</sup>.

Não surpreende o fato de que a indústria de agroquímicos esteja “vendendo” a ideia equivocada de que a liberação controlada/lenta dos produtos seja algo positivo para o meio ambiente. Segundo o relatório supracitado, as empresas comercializam seus produtos como sendo oriundos de uma “agricultura sustentável e amiga do clima”<sup>3</sup>. Isso faz com que seus danos pareçam menores do que realmente são.

**Manufatura:** Na produção de cigarros e outros produtos de tabaco os plásticos são usados em diversas etapas. É possível encontrar essas partículas nas tintas, alumínio, papel e nas cápsulas de sabores adicionadas aos produtos. Além da decomposição do lixo plástico no mar e do escoamento pelas tubulações, plásticos e microplásticos entram nos lagos, oceanos, rios e mares através dos despejos industriais<sup>35,71,73,77</sup>. O uso de plásticos também ocorre na produção dos novos produtos do tabaco, conhecidos como cigarros eletrônicos, cuja fabricação, comercialização e publicidade são proibidos em muitos países.

**Distribuição:** Estima-se que aproximadamente 6 trilhões de cigarros sejam comercializados em cerca de 300 bilhões de embalagens todos os anos<sup>75</sup>. Essas embalagens contêm papel, tinta, cola e películas de plástico BOPP (*biaxially oriented polypropylene*), que se transformam em microplásticos quando degradadas no ambiente. São os chamados microplásticos de origem secundária, resultado dos processos de degradação desses materiais que contém plásticos maiores em sua composição. Os resíduos das caixas de cigarro e das embalagens usadas para distribuição dos produtos de tabaco foram responsáveis no ano de 2021 por pelo menos 2 milhões de toneladas de

lixo. Para se ter uma ideia, esse montante é equivalente ao peso de mais de 9.400 trens de carga<sup>71,75</sup>.

**Consumo:** Apesar de pouco explorado quando se trata de impactos relacionados à microplásticos, alguns estudos têm indicado que há inalação dessas partículas durante o consumo de tabaco, através da fumaça do cigarro<sup>67,78</sup>.

Um destes estudos, publicado em 2023<sup>67</sup>, confirma e amplia as evidências sobre a presença de microplásticos no trato respiratório inferior de fumantes. Trata-se de um dos primeiros estudos - se não o primeiro - a evidenciar a exposição a microplásticos através do comportamento de fumar, combinando um estudo populacional com um método experimental<sup>67</sup>. Os pesquisadores analisaram dois tipos de amostras: 1) através do BALF (*Bronchoalveolar lavage fluid*), um líquido presente no corpo humano responsável por irrigar o trato respiratório inferior e que permite identificar a distribuição de substâncias presentes nas vias aéreas distais e 2) simulação de um modelo de tabagismo ativo. As amostras de BALF foram coletadas de 17 fumantes e 15 não fumantes da cidade de Zhuhai, na China. Já no modelo de simulação do tabagismo, foram analisadas amostras de um grupo de 400 pessoas, divididas aleatoriamente entre expostos à fumaça (200) e grupo controle (200)<sup>67</sup>. Nos expostos à fumaça, cigarros foram acesos e fumados seguindo a norma 3308:2012<sup>79</sup>, que corresponde a uma baforada de 35 ml com duração de 2 segundos por 60 segundos<sup>79,80</sup>. Já o grupo controle seguiu o mesmo procedimento, porém com os cigarros apagados<sup>67,80</sup>.

O estudo identificou concentrações altas de microplásticos totais, poliuretano e silicone nas amostras de BALF entre fumantes e no grupo exposto à fumaça do cigarro, confirmado as evidências sobre a existência de microplásticos no trato respiratório inferior. Também observaram diferenças relevantes nas concentrações de microplásticos totais, de poliuretano, silicone, poli(tereftalato de etileno) e polietileno entre os grupos expostos à fumaça de cigarro e o grupo controle, consistentes com o resultado nas amostras de BALF<sup>67</sup>.

A publicação cita outros estudos semelhantes que mostram que fumar cigarro

pode facilitar a inalação de microplásticos e favorecer concentrações dessas partículas no sistema respiratório<sup>67</sup>.

Poliuretano e silicone são materiais comumente usados na fabricação de cigarros, estando o poliuretano associado a fabricação de produtos relacionados direta ou indiretamente às bitucas de cigarro. O motivo do seu uso é alterar a adesão superficial do papel basculante (revestimento externo do filtro do cigarro que fica em contato direto com o lábio do usuário; usado para juntar a haste do tabaco à ponta do filtro) e aumentar a resistência dos filtros à água e ao calor. Já o silicone é conhecido pela sua função de retardador de chamas, garantindo a segurança na queima dos cigarros. Os autores acreditam que as concentrações altas dessas duas substâncias no trato respiratório humano podem ser explicadas pelos microplásticos que são liberados desses produtos relacionados aos cigarros<sup>67</sup>. Portanto, a relação entre tabagismo e inalação de microplásticos precisa ser considerada nessa discussão.

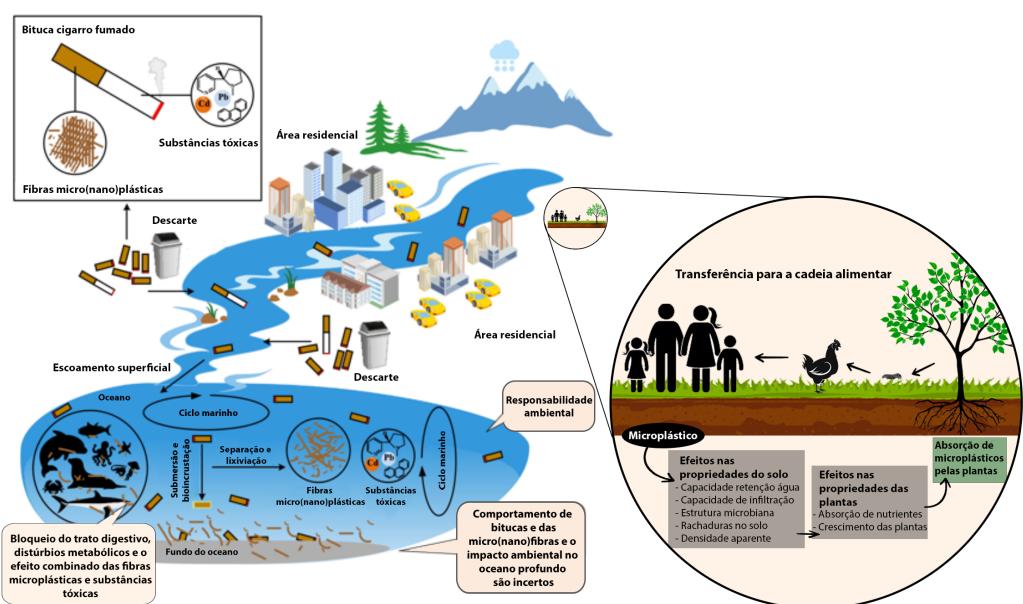
**Descarte:** Inúmeros estudos e campanhas internacionais têm se dedicado a entender melhor os impactos das pontas de cigarro nos ecossistemas<sup>81,82</sup>. Contudo, há muito o que se incluir quando se fala de descarte de produtos do cigarro.

As fibras de acetato de celulose são consideradas o tipo de plástico mais comum nos filtros de cigarro. Levam anos para se degradarem e se transformarem em micropartículas de plástico contendo diversas substâncias químicas. Dessa forma, impactam ecossistemas de diferentes formas, seja pela contaminação do solo e de recursos hídricos, seja pela absorção de plásticos e microplásticos por raízes de plantas<sup>83</sup>, peixes, aves, tartarugas e outros animais<sup>35,71,72,75</sup>. A ingestão dessas partículas pode causar asfixia, alterações genéticas e comportamentais<sup>35</sup>. Há estimativas que indicam que cerca de 300 mil toneladas de potenciais fibras microplásticas podem entrar anualmente no ambiente aquático a partir das bitucas de cigarro. As bitucas contêm tanto o filtro fumado como o restante de tabaco não fumado, podendo apresentar mais de 15.000 fios com potencial de se separarem e se tornarem microfibras - um dos tipos mais comuns de microplástico identificados no meio ambiente<sup>84,85</sup>.

Um aspecto que chama a atenção é que além do acesso a esses contaminantes através da cadeia alimentar (consumo de frutos do mar), as pessoas podem inalar microplásticos pelo ar, ingeri-los pela água e alimentos e absorvê-los pela pele<sup>35</sup>.

A Figura 4 mostra de forma ampla a trajetória dos filtros de cigarro e alguns dos seus impactos no ambiente.

**Figura 4: Destinos e efeitos potenciais das bitucas no meio ambiente**



Fonte: Adaptado de Granda-Orive JI, Solano-Reina S, Jiménez-Ruiz CA, 2022, p.396<sup>8</sup>; Shen M, Li Y, Song B, Zhou C, Gong J, Zeng G, 2021<sup>85</sup>; Bostan et al., 2023, p.5<sup>83</sup> (tradução nossa).

Os filtros do cigarro são uma discussão à parte, pois além de serem feitos de um tipo de plástico que quando degradado se torna um microplástico, não tornam os cigarros mais seguros do que os que não possuem filtro. Ou seja, não há uma utilidade no uso dos filtros (uma redução de danos, como a indústria fumageira divulga). Uma das explicações para o uso dos filtros com acetato de celulose é o custo mais barato deste último quando comparado com a folha de tabaco, além de justificarem que o mesmo diminui a rigidez do cigarro<sup>86,87</sup>. Além disso, a perfuração nas ponteiras dos filtros nas versões ditas "*light*" pode causar ainda mais riscos à saúde, pois ao mesmo tempo que não traz benefício e causa uma percepção de risco deturpada entre os fumantes, torna-os mais

atrativos<sup>86-89</sup>. Essas perfurações nos filtros possibilitam a diluição da fumaça pelo ar que entra por essas pequenas aberturas, fazendo com que os mesmos pareçam ter menos nicotina, alcatrão e monóxido de carbono nas leituras das máquinas de fumar para averiguação dos teores dessas substâncias. No entanto, no momento do uso pelo fumante esses orifícios são bloqueados, seja pelos lábios ou pelos seus dedos, trazendo concentrações de substâncias químicas diferentes das condições de teste<sup>88</sup>.

Outra preocupação relacionada aos filtros, mais especificamente às bitucas de cigarro, é a liberação de nanopartículas que saem da fumaça do cigarro. Elas facilitam o deslocamento de metais tóxicos para superfícies e para o meio ambiente em geral. Além disso, a exposição não se dá apenas quando o cigarro está sendo fumado, mas também através das bitucas, ou seja, pelo cigarro enquanto resíduo. Carbonilas, hidrocarbonetos e pirazinas inclusos nas bitucas as tornam resíduos perigosos<sup>90</sup>.

Um incremento desses impactos dos resíduos está sendo observado em relação aos cigarros eletrônicos ou vapes. O aumento de dispositivos eletrônicos descartáveis tem preocupado estudiosos, já que são descartados de forma incorreta e acabam em aterros sanitários<sup>90</sup>. Os cigarros eletrônicos descartados afetam o meio ambiente por conta do plástico que está sendo deixado no meio ambiente, pelas baterias com lítio e pelos resíduos químicos contidos em suas cápsulas (como nicotina, chumbo)<sup>73,90-93</sup>. Os cigarros eletrônicos são produtos feitos de plástico que podem ser descartáveis ou reutilizáveis. Os descartáveis (conhecidos como plásticos de uso único) são projetados para terem uma vida útil curta, o que leva a um descarte recorrente e ao acúmulo rápido no meio ambiente<sup>92,93</sup>.

Já os reutilizáveis, apesar de terem uma vida útil mais longa, contém itens que são descartáveis, como cartuchos de plástico que precisam ser trocados periodicamente e outros materiais. Nesse sentido, esses produtos eletrônicos de entrega de nicotina geram ainda mais impactos no ambiente, com novas classes de plástico, cartuchos e outros itens poluentes e substâncias químicas em conjunto<sup>77,93-96</sup>. Um agravante é que esses dispositivos com nicotina e com baterias não podem ser reciclados com outros resíduos plásticos,

devido à contaminação pela própria nicotina e também ao lítio contido nas baterias<sup>73,77,97</sup>.

Como sugeriu uma publicação da revista *The Lancet* de 2022<sup>98</sup>, cigarros eletrônicos são potencialmente mais prejudiciais ao meio ambiente por gerarem três tipos de resíduos: baterias, reservatórios com e-liquids e embalagens<sup>98,99</sup>. Ou seja, os impactos do descarte de cigarros eletrônicos vêm somados a um contexto já preocupante de danos ambientais<sup>82</sup>. Além disso, cigarros eletrônicos são produzidos de acordo com os parâmetros dos países que os fabricam, não estando necessariamente em conformidade com a legislação sobre exposição a substâncias do país em que são consumidos<sup>96</sup>.

## 5. Sustentabilidade? A “contradição inerente” da indústria do tabaco

Como é possível empresas fabricantes de produtos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente se autodeclararem ambientalmente sustentáveis e socialmente responsáveis? Parece incoerente. E é. As ações ditas “sustentáveis” da indústria fumageira incluem o uso de filtros de cigarro para supostamente minimizar os danos do consumo (o que, como já demonstrado, não procede) e campanhas de recolhimento de bitucas nas praias, transferindo para o consumidor a responsabilidade pelo descarte do produto e evitando a responsabilidade estendida do fabricante. Essas são as chamadas ações de Responsabilidade Social Corporativa (RSC)<sup>71,77</sup>.

Nesse sentido, é preciso direcionar a atenção para medidas que parecem benéficas mas que, ao contrário, podem perpetuar o ciclo danoso. Uma dessas medidas é a inclusão dos filtros de cigarro no que chamamos de economia circular<sup>100</sup>. Esse tipo de modelo defende formas de economia centradas na utilização mínima de materiais novos e na reutilização de produtos, sem que isso afete negativamente o bem estar do usuário. A economia circular objetiva mudar a lógica de produção e consumo baseados no modelo “pegar-fazer-usar-desperdiçar”<sup>101</sup>. Inovações de produtos, reutilização de materiais, reciclagem e reparação também fazem parte desse modelo<sup>97</sup>. Os filtros não devem fazer parte desse modelo, especialmente pelo grande volume de lixo que geram todos os anos. A remoção de substâncias tóxicas desses filtros em grande escala é inviável por exigir muito consumo de energia, além de não ter eficácia comprovada<sup>100</sup>. Além disso, uma eventual concepção nova de filtro criada pela indústria ou alternativas aos filtros de acetato de celulose poderiam criar a falsa impressão de que estes produtos perderam sua característica danosa<sup>71,72</sup>.

Filtros biodegradáveis, por exemplo, ainda liberariam no ambiente substâncias tóxicas. Outro aspecto a considerar é que uma mudança no design dos filtros seria um descumprimento de regulamentações que impedem que a indústria do tabaco crie designs atraentes para seus produtos<sup>100</sup>.

A expressão “contradição inerente”, usada neste subtítulo, foi usada em um relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>102</sup> para se referir à Responsabilidade Social Corporativa (RSC) da indústria do tabaco<sup>96</sup>. Independentemente de quaisquer esforços dessa indústria para minimizar seus danos ambientais, a produção industrial de tabaco continuará sendo um processo poluente e um problema para a saúde pública<sup>96</sup>.

## 6. Legislação e Regulação

Diante da gravidade dos impactos dos microplásticos no ambiente e na saúde global, é urgente combater esse tipo de poluição e reduzir o impacto do processo de produção e consumo do tabaco, inclusive em suas novas formas de comercialização, como os Dispositivos Eletrônicos para Fumar (DEFs). Para isso, é fundamental a adoção de medidas regulatórias e de ações conjuntas entre os países.

Um grande passo dado nesse sentido foi a adoção pela United Nations Environment Assembly (UNEA), em março de 2022, da resolução 5/14, intitulada *End plastic pollution: Towards an international legally binding instrument - UNEA Resolution 5/14*<sup>103</sup>. Tal resolução foi criada com o objetivo de se desenvolver um tratado global sobre plásticos. Nela, a United Nations Environment Assembly (UNEA) expressa a preocupação com o aumento da poluição plástica e seus impactos nas dimensões social, econômica, no desenvolvimento sustentável e meio ambiente. Reconhece a inclusão dos microplásticos no contexto da poluição plástica global; reafirma a resolução 70/1 da Assembleia Geral de 2015, que adotou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável<sup>104</sup>; recorda as resoluções sobre detritos plásticos marinhos e microplásticos (1/6)<sup>105</sup>, lixo plástico marinho e microplásticos (2/11, 4/6)<sup>106,107</sup>, lixo marinho e microplásticos (3/7)<sup>108</sup>, gestão ambientalmente correta de resíduos (4/7)<sup>109</sup> e poluição por produtos plásticos de uso único (4/9)<sup>110</sup>. O documento também fala da urgência em se reforçar a coordenação, a cooperação e a governança globais para ações de eliminação a longo prazo da poluição plástica no meio marinho e outros ambientes, evitando danos da poluição plástica aos ecossistemas e ao ser humano<sup>103</sup>.

Quanto à ideia de um mundo mais sustentável, a resolução reforça a importância de produtos e materiais que possam ser reutilizados, refabricados ou reciclados e a redução na geração de resíduos<sup>103</sup>.

Também reafirma a importância da complementaridade dessas discussões com outros instrumentos normativos locais e internacionais. Para isso, conclui o documento solicitando a convocação de uma reunião com uma comissão de negociação intergovernamental, responsável pelo desenvolvimento de um instrumento internacional juridicamente vinculativo sobre a poluição plástica, que poderá incluir tanto obrigações vinculativas como voluntárias<sup>103</sup>.

As negociações do tratado têm avançado rapidamente, através de reuniões dos Comitês Intergovernamentais de Negociação (INC, na sigla em inglês). O objetivo é que o tratado inclua os microplásticos e todo o ciclo de vida do plástico<sup>103,111</sup>. O Tratado Global contra a Poluição por Plásticos é um acordo internacional proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) com vistas ao enfrentamento da poluição plástica no mundo, considerada uma crise global.

Os Comitês de Negociação Intergovernamental (INCs) foram convocados pelo PNUMA para desenvolver esse instrumento internacional, com previsão de ser ratificado em 2024. Na primeira sessão do Comitê (INC 1), que ocorreu no final de 2022 em Punta del Este, no Uruguai, em formato híbrido, foram estabelecidas as bases para a construção do acordo global para combater a poluição por plásticos<sup>100</sup>.

A segunda sessão do Comitê (INC-2) foi realizada nos meses de maio e junho de 2023, em Paris. Uma das determinações foi a preparação de um “rascunho zero”, que seria desenvolvido pelo Presidente do INC em conjunto com o Secretariado do INC e discutido posteriormente no INC-3<sup>112,113</sup>. Destaca-se nessa sessão a menção feita à Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco (CQCT/OMS), como uma das resoluções multilaterais que precisam estar integradas ao Tratado Global contra a Poluição por Plásticos<sup>113</sup>. Foram mencionadas também as obrigações de divulgação para os produtores, no âmbito da CQCT/OMS<sup>100,113,114</sup>.

Na terceira sessão (INC-3), ocorrida em novembro de 2023 em Nairobi, no Quênia, os delegados fizeram propostas de textos a serem incluídos no “rascunho zero”. Em função de diferentes interpretações da resolução 5/14 da UNEA<sup>103</sup> sobre o ciclo de vida completo do plástico, alguns delegados levantaram pontos a favor de medidas sobre a produção de plástico, outros a favor de medidas para eliminação de resíduos plásticos e outro grupo defendeu formas de garantir padrões de design duradouros para produtos plásticos<sup>103</sup>. A diretoria executiva do PNUMA reforçou a importância de que esse instrumento internacional juridicamente vinculativo se baseasse em uma abordagem abrangente que incluisse todo o ciclo de vida do plástico, considerando a cadeia de valor do plástico, desde os polímeros até a poluição<sup>112</sup>. A próxima sessão (INC-4) está prevista para ocorrer em abril de 2024, em Ottawa, no Canadá.

Em que pese a referência feita a CQCT/OMS em um grupo de contato da INC2, até o presente momento não houve menção a este tratado de saúde pública no “rascunho zero” do novo tratado.

Em paralelo, a 10ª sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco (COP 10) adotou por consenso a decisão FCTC/COP10(14)<sup>1</sup> que versa sobre o tema. Nesta decisão os Estados-Parte da CQCT/OMS reafirmam o impacto ambiental negativo dos produtos do tabaco e notam que há necessidade de uma maior colaboração entre a CQCT/OMS e as agendas ambientais da ONU incluindo as negociações do Tratado das Nações Unidas para acabar com a poluição plástica. Alguns pontos de relevância para serem incluídos no seu texto final: 1). fazer referência à CQCT/OMS no seu Preâmbulo; 2) garantir que a implementação de medidas como responsabilidade estendida ao produtor (REP) de produtos do tabaco, circularidade/reciclagem, alternativas seguras, incentivo e participação das partes interessadas (setor privado) não seja usada para prejudicar objetivos da CQCT/OMS e seu artigo 5.3, singularizando assim a indústria do tabaco como uma indústria que não pode ser reconhecida como produtor responsável ou parte interessada e, 3) considerar a poluição do solo e dos recursos hídricos também por resíduos de produtos de tabaco e dispositivos eletrônicos relacionados, incluindo filtros de cigarros, bem como baterias, cartuchos de plástico e metais.

A histórica decisão FCTC/COP10(14), entre outras medidas: 1) insta as Partes a levarem em conta os impactos ambientais do cultivo, fabricação, consumo e descarte de resíduos de produtos de tabaco e dispositivos eletrônicos relacionados, e a fortalecerem a implementação do Artigo 18 da CQCT, inclusive por meio de políticas nacionais relacionadas ao tabaco e/ou à proteção do meio ambiente; 2) convida as Partes a responsabilizarem a indústria do tabaco, de acordo com o Artigo 19 da CQCT, pelos danos que causa ao meio ambiente e pelos efeitos adversos à saúde dos trabalhadores envolvidos no cultivo e na fabricação de produtos de tabaco, bem como no descarte e tratamento de resíduos resultantes de sua fabricação e consumo; 3) incentiva as Partes a considerarem opções regulatórias abrangentes em relação aos filtros em cigarros e em outros produtos de tabaco relacionados, bem como em dispositivos eletrônicos relacionados, levando em consideração seus impactos na saúde pública, de acordo com a legislação nacional.

A Diretiva da União Europeia nº 2019/904<sup>115</sup>, relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente, é um exemplo importante de ato legislativo nesse enfrentamento à poluição plástica. Destaca-se entre seus preceitos a necessidade de reduzir o impacto ambiental gerado por resíduos de produtos do tabaco no pós-consumo. Ela se refere em especial aos produtos do tabaco com filtros que contêm plástico, descartados diretamente no ambiente. Reafirma o problema de que os filtros de produtos do tabaco que contêm plástico são o segundo produto de plástico de uso único mais encontrado nas praias da União Europeia<sup>115</sup>. Outro aspecto mencionado na Diretiva diz respeito aos regimes de responsabilidade estendida do produtor, aplicados aos produtos do tabaco com filtros que contenham plástico. Já em relação ao lixo gerado no pós-consumo, a Diretiva estabelece que os Estados-Membros devem promover medidas para reduzir os resíduos dos filtros que contenham plástico<sup>35,70,115</sup>.

Em se tratando de políticas e regulações, é valioso considerar também as medidas MPOWER<sup>116</sup> e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)<sup>117</sup>. Estar em linha com estes importantes parâmetros globais nos ajuda a nortear as ações de forma mais coordenada e eficaz.

As medidas MPOWER fazem parte de um pacote técnico de medidas de redução de demanda, em linha com as medidas da CQCT/OMS, para ajudar os países na implementação do tratado. Trata-se de um conjunto de seis medidas estratégicas, que incluem o monitoramento da epidemia, dados epidemiológicos e indicadores de eficiência das estratégias. As seis medidas são: 1) Monitorização do consumo de tabaco e da eficácia das medidas preventivas; 2) Proteção das pessoas em relação à fumaça do tabaco; 3) Oferta de ajuda para parar de fumar; 4) Alerta sobre os perigos do tabaco; 5) Aplicação de proibições à publicidade, promoção e patrocínio do tabaco; e 6) Aumento de impostos sobre o tabaco<sup>116,118</sup>.

Seu pacote de políticas, que serve de base para ações de redução da demanda de produtos de tabaco, também poderia ser direcionado para apoiar ações de redução de danos ambientais relacionados ao tabaco, como é sugerido na publicação *Using MPOWER policies to address tobacco impact on the environment*<sup>120</sup>. Monitoramento do impacto ambiental do tabaco e dos resíduos de seus produtos, de forma a subsidiar governos com esses dados; extensão para áreas externas quando se tratar de ambientes livres de fumo (uma forma de reduzir a contaminação do solo e recursos hídricos pelos resíduos desses produtos); inclusão de mensagens sobre danos ambientais do tabaco nos rótulos de produtos de nicotina e tabaco; criação de campanhas educativas para conscientização sobre os danos ambientais do tabaco; reforço da proibição da publicidade, promoção e patrocínio do tabaco em iniciativas da indústria do tabaco ditas em prol da proteção ambiental; aplicação de impostos corporativos como forma de minimizar os custos dos danos ambientais; e implementação de regulamentações voltadas para a responsabilidade estendida do produtor na indústria do tabaco<sup>120</sup>. Todos esses exemplos de ações podem ser relacionados à poluição do plástico e, se implementados, podem reduzir os impactos causados por esses produtos e processos.

Quanto à responsabilização da indústria do tabaco pelos danos causados ao meio ambiente, também é preconizada no documento “Opções e recomendações de políticas sobre alternativas economicamente sustentáveis ao cultivo do tabaco (em relação aos artigos 17 e 18 da CQCT/OMS)”<sup>121</sup>. Essa responsabilização também é abordada no artigo 19.5 da CQCT/OMS, que

recomenda que as Partes utilizem o sistema jurídico para esse fim<sup>120</sup>. Portanto, entende-se que a responsabilização da indústria do tabaco também deve ser um aspecto incluído nas negociações do Tratado Global contra a poluição por plásticos.

Também é importante o alinhamento de ações nesse contexto com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) - convocação global pelo desenvolvimento sustentável e pelos direitos humanos. É essencial que as ações contra a poluição plástica e sua relação com o tabaco levem em conta o comprometimento com a Agenda 2030, seus 17 ODS e 169 metas<sup>117</sup>. Nessa linha, destaca-se a inclusão da CQCT/OMS no ODS 3 - Saúde e Bem-Estar: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades. Destaque para o ODS 3.a: fortalecer a implementação da Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco em todos os países, conforme apropriado<sup>117</sup>. Também relacionam-se com os impactos dos microplásticos e a produção de produtos do tabaco os ODS: 2: Fome zero e agricultura sustentável; 6: Água potável e saneamento; 12: Consumo e Produção Sustentáveis; 13: Ação contra a mudança global do clima; 14: Vida na água e 15: Vida terrestre<sup>117</sup>.

Diante dos efeitos na saúde humana e animal e dos impactos no meio ambiente decorrentes dos plásticos, fica evidente a relação direta com os ODS mencionados. Levar em conta essa relação é estar em alinhamento com o compromisso dos países por um planeta mais sustentável e saudável. Nesse sentido, o Tratado Global que está em construção deve considerar esses importantes aspectos.

## **Recomendações e chamada à ação**

- O tema dos microplásticos associado ao ciclo de produção e consumo do tabaco é complexo, até porque cada tema em sua essência já traz questões multidimensionais. Exige a atenção de pesquisadores e legisladores e a conscientização sobre a conexão entre tabaco, microplásticos e impacto ambiental;
- A sociedade deve estar ciente dos riscos, impactos do processo de produção e consumo desses produtos e estar atenta aos meandros da indústria. O gerenciamento de resíduos é fundamental, no entanto há processos que independem do descarte correto ou da fabricação mais sustentável. A exposição aos microplásticos se dá de forma invisível, seja através da inalação da fumaça com seus compostos químicos e micropartículas, seja pela ingestão de alimentos;
- Em um caminho de ações positivas, há como vislumbrar formas de lidar com essas inquietantes questões. Mecanismos para responsabilização do produtor são importantes, pois colocam os custos relacionados aos resíduos (coleta, limpeza etc.) sob responsabilidade estendida da indústria e não do consumidor ou da população. Somado a isso, o estabelecimento de impostos ambientais à indústria e também a diminuição do consumo de tabaco são aspectos que precisam progredir a cada ano;

- Especialistas na área de Controle do Tabaco são categóricos quando afirmam que o banimento total dos filtros de cigarro é imprescindível. Portanto, permitir que a indústria desenvolva alternativas aos filtros atuais seria um problema novo - daria margens para a prática de lavagem verde (greenwashing) e levaria a percepções de risco erradas dos usuários sobre os filtros<sup>33</sup>;
- Os filtros de cigarro, embalagens e os dispositivos eletrônicos para fumar devem ser propostos e incluídos no Tratado Global contra a Poluição por Plásticos. Considerando que as bitucas de cigarro são um dos maiores poluentes plásticos do planeta e que os novos produtos do tabaco se caracterizam por possuírem baterias, refis, cápsulas e carregadores plásticos contendo substâncias químicas tóxicas, os impactos apresentados neste documento são claros e precisam de intervenções globais;
- É fundamental que não só os filtros, mas a associação entre impacto ambiental dos plásticos e produtos do tabaco seja inserida nesse tratado, já que os plásticos tóxicos presentes nesses produtos representam uma ameaça;
- Há necessidade de reconhecimento da relação entre políticas sobre plástico e as de controle do tabaco, em especial a mitigação dos danos causados pela toxicidade dos plásticos desses produtos;
- Intervir no controle do tabagismo e na consequente redução do consumo de cigarros e produtos correlacionados implica intervir na saúde pública e nos impactos ao meio ambiente, incluindo a poluição plástica;
- É necessário e urgente que a indústria do tabaco seja responsabilizada pelos danos ambientais no planeta (e consequentemente na saúde humana e animal), não só pelo que é mais visível à população, mas também pelos impactos causados pela cadeia de produção do tabaco.

# Referências

1. WHO. WHO Framework Convention on Tobacco Control [Internet]. ahpsr.who.int. 2003. Disponível em: <https://fctc.who.int/publications/i/item/9241591013>.
2. Documentation - Decisions [Internet]. Decision FCTC/COP10(14).[citado 16 Abr 2024]. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/who-fctc-cop10/Decisions/index.html>
3. Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future (May 2022) [Internet]. Center for International Environmental Law. Disponível em: <https://www.ciel.org/reports/microplastics-in-agrochemicals/>.
4. Bárbara M, Teresa RB, Brazil De Paiva C. Micoplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções [Internet]. [citado 28 Nov 2023]. Disponível em: [https://ecologia.ib.usp.br/portal/micoplastico/livro\\_todo.pdf](https://ecologia.ib.usp.br/portal/micoplastico/livro_todo.pdf).
5. Montagner C, Dias M, Paiva E, Vidal C. MICROPLÁSTICOS: OCORRÊNCIA AMBIENTAL E DESAFIOS ANALÍTICOS. Química Nova. 2021. [citado 10 Ago 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>.
6. Arthur, C., J. Baker, H. Bamford. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. 9-11 Set 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.
7. Hartmann NB, Hüffer T, Thompson RC, Hassellöv M, Verschoor A, Daugaard AE, et al. Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. *Environmental Science & Technology*. 2019 Jan 4;53(3):1039–47.
8. de Granda-Orive JI, Solano-Reina S, Jiménez-Ruiz CA. Tobacco as a Source of Microplastics. *Tobacco and Environment: World No Tobacco Day 2022. Archivos de Bronconeumología*. 2022 May;58(5):395–7.
9. Microplásticos: origens, efeitos e soluções [Internet]. Temas | Parlamento Europeu. 2018. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/priorities/combater-a-poluicao-por-plasticos/20181116STO19217/microplasticos-origens-efeitos-e-solucoes>.
10. Munoz-Pineiro, M., MICROPLASTICS: Focus on Food and Health, EUR N/A. Factsheet. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN N/A, JRC110629.
11. Campanale C, Massarelli C, Savino I, Locaputo V, Uricchio VF. A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Feb 13;17(4):1212. doi: [10.3390/ijerph17041212](https://doi.org/10.3390/ijerph17041212).

12. Nelms SE, Duncan EM, Broderick AC, Galloway TS, Godfrey MH, Hamann M, et al. Plastic and marine turtles: a review and call for research. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*. 2015 Oct 9;73(2):165–81.
13. Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*. 2018 Aug;133(0025-326X):336–48.
14. Setälä O, Lehtiniemi M, Coppock R, Cole M. Microplastics in Marine Food Webs. *Microplastic Contamination in Aquatic Environments* [Internet]. 2018;339–63. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128137475000114>.
15. Jinhui S, Sudong X, Yan N, Xia P, Jiahao Q, Yongjian X. Effects of microplastics and attached heavy metals on growth, immunity, and heavy metal accumulation in the yellow seahorse, Hippocampus kuda Bleeker. *Marine Pollution Bulletin* [Internet]. 2019 Dec 1;149:110510. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X19306484?via%3Dihub>.
16. Santana MFM, Moreira FT, Turra A. Trophic transference of microplastics under a low exposure scenario: Insights on the likelihood of particle cascading along marine food-webs. *Marine Pollution Bulletin*. 2017 Aug;121(1-2):154–9.
17. de Sá LC, Oliveira M, Ribeiro F, Rocha TL, Futter MN. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future? *Science of The Total Environment*. 2018 Dec;645(1):1029–39.
18. Revel M, Châtel A, Mouneyrac C. Micro(nano) plastics: A threat to human health? *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2018 Feb;1(2468-5844):17–23.
19. Liebezeit G, Liebezeit E. Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assessment* [Internet]. 2014;31(9):1574–8. doi: 10.1080/19440049.2014.945099. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25056358>.
20. Leslie HA, J. M. van Velzen M, Brandsma SH, Vethaak D, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International* [Internet]. 2022 Mar 24;163(107199):107199. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022001258>.
21. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, Catalano P, Notarstefano V, Carnevali O, et al. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International* [Internet]. 2021 Jan 1;146(106274):106274. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/28VIdJEYqoNQ4hdIPNZSPVm1FVnYk1EH1fsXdJlc2Lnw6QU>.
22. Microplástico: um dos principais poluentes dos oceanos [Internet]. UNIVASF. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/microplastico-um-dos-principais-poluentes-dos-oceanos>.
23. Li Y, Tao L, Wang Q, Wang F, Li G, Song M. Potential Health Impact of Microplastics: A Review of Environmental Distribution, Human Exposure, and Toxic Effects. *Environment & Health*. 2023 Aug 10;1(4).

24. Prüst M, Meijer J, Westerink RHS. The plastic brain: neurotoxicity of micro- and nanoplastics. *Particle and Fibre Toxicology*. 2020 Jun;17(1).
25. Planelló R, Martínez-Guitarte JL, Morcillo G. The endocrine disruptor bisphenol A increases the expression of HSP70 and ecdysone receptor genes in the aquatic larvae of Chironomus riparius. *Chemosphere*. 2008 May;71(10):1870-6. doi: [10.1016/j.chemosphere.2008.01.033](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.01.033).
26. Wardrop P, Shimeta J, Nugegoda D, Morrison PD, Miranda A, Tang M, et al. Chemical Pollutants Sorbed to Ingested Microbeads from Personal Care Products Accumulate in Fish. *Environmental Science & Technology*. 2016 Mar 23;50(7):4037-44.
27. Wang F, Wong CS, Chen D, Lu X, Wang F, Zeng EY. Interaction of toxic chemicals with microplastics: A critical review. *Water Research*. 2018 Aug;139:208-19.
28. Brennecke D, Duarte B, Paiva F, Caçador I, Canning-Clode J. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* [Internet]. 2016 Sep;178:189-95. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027277141530158X>.
29. Zarfl C, Matthies M. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? *Marine Pollution Bulletin*. 2010 Oct;60(10):1810-4.
30. United Nations. "Turn the tide on plastic" urges UN, as microplastics in the seas now outnumber stars in our galaxy [Internet]. UN News. 2017. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy>.
31. UN partnership aims to combat microplastics in cigarettes [Internet]. UN News. 2022. Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2022/02/1111072>.
32. Hu X, Biswas A, Sharma A, Sarkodie H, Tran I, Pal I, et al. Mutational signatures associated with exposure to carcinogenic microplastic compounds bisphenol A and styrene oxide. *NAR Cancer*. 2021 Jan 6;3(1).
33. Hwang J, Choi D, Han S, Jung SY, Choi J, Hong J. Potential toxicity of polystyrene microplastic particles. *Scientific Reports* [Internet]. 2020 Apr 30;10(1):1-12. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-64464-9#:~:text=It%20is%20generally%20accepted%20that>.
34. Zarus GM, Muianga C, Hunter C, Pappas RS. A Review of Data for Quantifying Human Exposures to Micro and Nanoplastics and Potential Health Risks. *Science of The Total Environment*. 2020 Nov;144010.
35. UNEP. Microplastics: The long legacy left behind by plastic pollution [Internet]. UNEP. 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/microplastics-long-legacy-left-behind-plastic-pollution>.
36. Chen Y, Williams AM, Gordon EB, Rudolph SE, Longo BN, Li G, et al. Biological effects of polystyrene micro- and nano-plastics on human intestinal organoid-derived epithelial tissue models without and with M cells. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2023 Jun. [citado 10 Out 2023] 1;50:102680-0. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S154996342300031X>.
37. Ashton K, Holmes L, Turner A. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 2010 Nov;60(11):2050-5.

38. Noik, VJ; Tuah PM,; Seng L, Sakari M. Fingerprinting and quantification of selected heavy metals in meso-and microplastics sampled from Santubong and Trombol beach. Kuching, Sarawak, Malaysia. 2nd International Conference on Agriculture. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 2015, 53-58.
39. Wang J, Peng J, Tan Z, Gao Y, Zhan Z, Chen Q, et al. Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: Composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals. *Chemosphere*. 2017 Mar;171:248-58.
40. Gao F, Li J, Sun C, Zhang L, Jiang F, Cao W, et al. Study on the capability and characteristics of heavy metals enriched on microplastics in marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 2019 Jul;144:61-7.
41. Guo X, Wang J. The chemical behaviors of microplastics in marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 2019 May;142:1-14.
42. Godoy V, Blázquez G, Calero M, Quesada L, Martín-Lara MA. The potential of microplastics as carriers of metals. *Environmental Pollution*. 2019 Dec;255:113363.
43. Hahladakis NJ, Costas AV, Weber R, Iacovidou E, Purnell P. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *J. Hazard. Mater.* 2018, 344, 179-199, [doi:10.1016/j.jhazmat.2017.10.014](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.10.014).
44. Hazardous substances in plastic materials TA Prepared by COWI in cooperation with Danish Technological Institute [Internet]. 2013. Disponível em: [https://www.bymiljø.no/wp-content/uploads/2014/10/72\\_ta3017.pdf](https://www.bymiljø.no/wp-content/uploads/2014/10/72_ta3017.pdf).
45. Byrne C, Divekar SD, Storchan GB, Parodi DA, Martin MB. Metals and Breast Cancer. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*. 2013 Jan 22;18(1):63-73.
46. Filella M, Hennebert P, Okkenhaug G, Turner A. Occurrence and fate of antimony in plastics. *Journal of Hazardous Materials*. 2020 May [citado 10 Out 2023];390:121764. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389419317182>.
47. Antimony | Toxic Substances | Toxic Substance Portal | ATSDR [Internet]. wwwn.cdc.gov. [citado 01 Fev 2024]. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxicid=58>.
48. Toxicological Profile for Antimony and Compounds [Internet]. 2019. [citado 01 Fev 2024]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.pdf>.
49. Informações toxicológicas | Laboratórios [Internet]. Ficha de Informação Toxicológica (FIT) Antimônio. 2012 Nov. [citado 01 Fev 2024]. cetesb.sp.gov.br. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/servicos/informacoes-toxicologicas/>.
50. Azeh Engwa G, Udoka Ferdinand P, Nweke Nwalo F, N. Unachukwu M. Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog?* [Internet]. 2019 Jun 19; Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/poisoning-in-the-modern-world-new-tricks-for-an-old-dog-/mechanism-and-health-effects-of-heavy-metal-toxicity-in-humans>.
51. Massos A, Turner A. Cadmium, lead and bromine in beached microplastics. *Environmental Pollution*. 2017 Aug;227:139-45.

52. Jan A, Azam M, Siddiqui K, Ali A, Choi I, Haq Q. Heavy Metals and Human Health: Mechanistic Insight into Toxicity and Counter Defense System of Antioxidants. International Journal of Molecular Sciences [Internet]. 2015 Dec 10;16(12):29592-630. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4691126/>.
53. US EPA, OCSPP. Learn about Lead | US EPA [Internet]. US EPA. 2013 [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead#effects>.
54. US EPA O. Basic Information about Lead Air Pollution [Internet]. www.epa.gov. 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/lead-air-pollution/basic-information-about-lead-air-pollution#ecosystems>.
55. Leyssens L, Vinck B, Van Der Straeten C, Wuyts F, Maes L. Cobalt toxicity in humans—A review of the potential sources and systemic health effects. Toxicology [Internet]. 2017 Jul;387:43–56. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X17301555>.
56. Cobalt | ToxFAQs™ | ATSDR [Internet]. [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/TSP/ToxFAQs/ToxFAQsDetails.aspx?faqid=372&toxicid=64>.
57. Buxton A. Mining cobalt better [Internet]. International Institute for Environment and Development. 2021. Disponível em: <https://www.iied.org/mining-cobalt-better>.
58. Cook T. How Are Microplastics Transported to Polar Regions? Eos. 2019 Sep 26;100.
59. Goyer R, Golub M, Choudhury H, Hughes M, Kenyon E, Stifelman M. ISSUE PAPER ON THE HUMAN HEALTH EFFECTS OF METALS [Internet]. 2004. Disponível em: [https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/human\\_health\\_effects.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/human_health_effects.pdf).
60. ToxGuide TM for Mercury [Internet]. 2022 Apr. [citado 01 Fev 2024]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-46.pdf>.
61. Mercury - ToxFAQsT [Internet]. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2022 Apr. [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts46.pdf>.
62. El mercurio causa problemas para el medioambiente. Ago 2023. [Citado 30 Jan 2024]. Región 9 de la EPA. La Oficina de Asuntos Públicos. Publicación nº.: 909F23001S. Disponível em: [https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-10/tasc-r9-1.0.14-carson-river-mercury-booklet\\_spanish-08-15-2023-final-508.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-10/tasc-r9-1.0.14-carson-river-mercury-booklet_spanish-08-15-2023-final-508.pdf).
63. Mercury | NIOSH | CDC [Internet]. www.cdc.gov. Mercury. 2019 [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/mercury/default.html>.
64. Mercury | Toxic Substances | Toxic Substance Portal | ATSDR [Internet]. wwwn.cdc.gov. [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxicid=24>.
65. Mercury Quick Facts Health Effects of Mercury Exposure [Internet]. [citado 30 Jan 2024]. Disponível em: [https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-E-508\\_HealthEffects.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/11-229617-E-508_HealthEffects.pdf).
66. Barboza LGA, Vieira LR, Branco V, Figueiredo N, Carvalho F, Carvalho C, et al. Microplastics cause neurotoxicity, oxidative damage and energy-related changes and interact with the bioaccumulation of mercury in the European seabass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands) [Internet]. 2018 [citado 30 Jan 2024];195:49–57. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29287173>.

67. Lu W, Li X, Wang S, Tu C, Qiu L, Zhang H, et al. New Evidence of Microplastics in the Lower Respiratory Tract: Inhalation through Smoking. *Environmental Science & Technology*. 2023 Jun 2;57(23):8496–505.
68. Navid Bizmark, Schneider J, Priestley RD, Datta SS. Multiscale dynamics of colloidal deposition and erosion in porous media. *Science Advances*. 2020 Nov 13;6(46).
69. Rial D, Bellas J, Vidal-Liñán L, Santos-Echeandía J, Campillo JA, León VM, et al. Microplastics increase the toxicity of mercury, chlorpyrifos and fluoranthene to mussel and sea urchin embryos. *Environmental Pollution*. 2023 Nov 1;336:122410–0.
70. NewsSpecial - Raising awareness on tobacco and plastics pollution - a partnership between the Secretariat of the WHO FCTC and UNEP Clean Seas Campaign [Internet]. fctc.who.int. Disponível em: <https://fctc.who.int/publications/m/item/newsspecial---raising-awareness-on-tobacco-and-plastics-pollution---a-partnership-between-the-secretariat-of-the-who-fctc-and-unep-clean-seas-campaign>.
71. Sy D. Tobacco's Toxic Plastics: A global outlook. GGTC, 2022. Available from: <https://ggtc.world/knowledge/all-topics/tobaccos-toxic-plastics-a-global-outlook>.
72. Novotny T. Tobacco Product Waste Reduction Toolkit. California Department of Public Health, California Tobacco Control Program. Sacramento, 2013.
73. Public Health Law Center, Tobacco Product Waste: A Public Health and Environmental Toolkit, Law and Policy Partnership to End the Commercial Tobacco Epidemic, 2022.
74. Bialous SA. Using MPOWER policies to address tobacco impact on the environment. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2022 Oct 5;46:1.
75. Tobacco: poisoning our planet [Internet]. www.who.int. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051287>.
76. Zafeiridou M, Hopkinson NS, Voulvouli N. Cigarette Smoking: An Assessment of Tobacco's Global Environmental Footprint Across Its Entire Supply Chain. *Environmental Science & Technology* [Internet]. 2018 Jul 3;52(15):8087–94. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b01533>.
77. Tobacco Tactics. Tobacco Supply Chain [Internet]. [citado 01 Dez 2023]. Disponível em: <https://tobaccotactics.org/supply-chain/>.
78. Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, Cowen M, Tentzeris V, Sadofsky LR. Detection of Microplastics in Human Lung Tissue Using  $\mu$ FTIR Spectroscopy. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2022 Jul;831:154907. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722020009?via%3Dihub>.
79. International Organization for Standardization. ISO 3308:2012: Routine analytical cigarette smoking machine: Definitions and standard conditions [Internet]. Geneva: International Organization for Standardization; 2012. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/60404.html>.
80. Kaur N, Lacasse M, Roy JP, Cabral JL, Adamson J, Errington G, Waldron KC, Gaça M, Morin A. Evaluation of precision and accuracy of the Borgwaldt RM20S(®) smoking machine designed for in vitro exposure. *Inhal Toxicol*. 2010 Dec;22(14):1174-83. doi: [10.3109/08958378.2010.533840](https://doi.org/10.3109/08958378.2010.533840).

81. Sun Y, Ren X, Pan J, Zhang Z, Tsui TH, Luo L, Wang Q. Effect of microplastics on greenhouse gas and ammonia emissions during aerobic composting. *Sci Total Environ.* 2020 Oct 1;737:139856. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139856](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139856).
82. Tobacco: Vaping and smoking drive environmental harm from farm to fingertip [Internet]. Mongabay Environmental News. 2022. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2022/12/tobacco-vaping-and-smoking-drive-environmental-harm-from/>.
83. Nageen Bostan, Ilyas N, Akhtar N, Mehmood S, Rafia Urooj Saman, Sayyed RZ, et al. Toxicity assessment of microplastic (MPs); a threat to the ecosystem. *Environmental Research.* 2023 Oct 1;234:116523-3.
84. Belzagui F, Buscio V, Gutiérrez-Bouzán C, Vilaseca M. Cigarette butts as a microfiber source with a microplastic level of concern. *Sci Total Environ.* 2021 Mar 25;762:144165. [doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144165](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144165).
85. Shen M, Li Y, Song B, Zhou C, Gong J, Zeng G. Smoked cigarette butts: Unignorable source for environmental microplastic fibers. *Science of The Total Environment.* 2021 Oct [citado 27 Nov 2023];791:148384. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721034550>.
86. Novotny TE, Lum K, Smith E, Wang V, Barnes R. Cigarettes butts and the case for an environmental policy on hazardous cigarette waste. *Int J Environ Res Public Health.* 2009 May;6(5):1691-705. [doi: 10.3390/ijerph6051691](https://doi.org/10.3390/ijerph6051691).
87. Novotny TE, Hamzai L. Cellulose acetate cigarette filter is hazardous to human health. *Tobacco Control.* 2023 Apr 18;tc-2023-057925.
88. Silva ALO da, Piras SS, Bialous SA, Moreira JC. Saúde sem filtro: os impactos dos filtros dos cigarros na saúde e no meio ambiente. *Ciência e Saúde Coletiva* [Internet]. 2021 Jun [citado 12 Out 2023];26(6):2395-401. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.23692019>.
89. Evans-Reeves K, Lauber K, Hiscock R. The 'filter fraud' persists: the tobacco industry is still using filters to suggest lower health risks while destroying the environment. *Tob Control.* 2022 Aug;31:e80-e82. [doi: 10.1136/tobaccocontrol-2020-056245](https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-056245).
90. Beutel MW, Harmon TC, Novotny TE, Mock J, Gilmore ME, Hart SC, Traina S, Duttagupta S, Brooks A, Jerde CL, et al. A Review of Environmental Pollution from the Use and Disposal of Cigarettes and Electronic Cigarettes: Contaminants, Sources, and Impacts. *Sustainability.* 2021; 13(23):12994.
91. Hendlin YH. Alert: Public Health Implications of Electronic Cigarette Waste. *Am J Public Health.* 2018 Nov;108(11):1489-1490. [doi: 10.2105/AJPH.2018.304699](https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304699).
92. Mock J, Hendlin YH. Notes from the Field: Environmental Contamination from E-cigarette, Cigarette, Cigar, and Cannabis Products at 12 High Schools — San Francisco Bay Area, 2018–2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2019;68:897-899. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/68/wr/mm6840a4.htm>.
93. Truth Initiative. Tobacco and the Environment [Internet]. Truth Initiative. 2021[ citado 03 Nov 2023]. Disponível em: <https://truthinitiative.org/research-resources/harmful-effects-tobacco/tobacco-and-environment>.
94. Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, Knysak J, Kosmider L. Nicotine levels in electronic cigarettes. *Nicotine Tob Res.* 2013 Jan;15(1):158-66. [doi: 10.1093/ntr/nts103](https://doi.org/10.1093/ntr/nts103). Epub 2012 Apr 22. PMID: 23480000.

95. Lerner CA, Sundar IK, Watson RM, Elder A, Jones R, Done D, et al. Environmental health hazards of e-cigarettes and their components: Oxidants and copper in e-cigarette aerosols. *Environmental Pollution*. 2015 Mar;198:100–7.
96. Hendlin YH, Bialous SA. The environmental externalities of tobacco manufacturing: A review of tobacco industry reporting. *Ambio* [Internet]. 2019 Mar 9;49(1):17–34. Disponível em: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6889105/pdf/13280\\_2019\\_Article\\_1148.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6889105/pdf/13280_2019_Article_1148.pdf).
97. Hendlin YH. Alert: Public Health Implications of Electronic Cigarette Waste. *American Journal of Public Health* [Internet]. 2018 Nov;108(11):1489–90. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6187764/>.
98. Pourchez J, Mercier C, Forest V. From smoking to vaping: a new environmental threat? *Lancet Respir Med*. 1 de julho de 2022;10(7):e63-4.
99. Plastics, the Environment and the Tobacco Industry [Internet]. TobaccoTactics. 2022 [citado 08 Dez 2023]. Disponível em: <https://tobaccotactics.org/article/plastics-environment-tobacco-industry/>.
100. Why the Zero Draft of the UN Plastics Treaty Should Deal with Tobacco's Toxic Plastics | GGTC [Internet]. 2023 [citado 20 Nov 2023]. Global Center for Good Governance in Tobacco Control. Disponível em: <https://ggtc.world/knowledge/sustainability-and-human-rights/why-the-zero-draft-of-the-un-plastics-treaty-should-deal-with-tobaccos-toxic-plastics>.
101. Squaring the Circle: Policies from Europe's Circular Economy Transition [Internet]. World Bank. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/region/eca/publication/squaring-circle-europe-circular-economy-transition>.
102. WHO. Tobacco Industry and Corporate Social Responsibility: an Inherent Contradiction. scholarshirorg [Internet]. 2004; Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/6kf7q7v9>.
103. UNITED NATIONS EP United Nations Environment Programme [Internet]. Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39812/OEWG\\_PP\\_1\\_INF\\_1\\_UNEA%20resolution.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39812/OEWG_PP_1_INF_1_UNEA%20resolution.pdf).
104. United Nations. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015 [Internet]. 2015. Disponível em: [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf).
105. Director UE. Resolution 1/6 : Marine plastic debris and microplastics :: report of the Executive Director. digital libraryunorg [Internet]. 2016 Mar 8 [citado 2023 Nov 13]; Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/3967653#record-files-collapse-header>.
106. UNEP. Marine plastic litter and microplastics. Uneporg [Internet]. 2016 [citado 2023 Nov 13]; Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/11186?show=full#:~:text=107.Resolution%20%2F11%20Recognizes%20that>.
108. UNEA. Resolution 4/6 on Marine plastic litter and microplastics. Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 15 March 2019 [Internet]. 2019. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28471/English.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em 13 nov. 2023.

109. UNEA. Third Session, 4–6 December 2017. [Internet]. 2019. Resolution 3/7 on Marine plastic litter and microplastics.. Disponível em: [https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/2007\\_1\\_2018\\_UNEA\\_3.7\\_marine\\_litter\\_and\\_microplastics.pdf](https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/2007_1_2018_UNEA_3.7_marine_litter_and_microplastics.pdf). Acesso em 13 nov. 2023.
110. UNEA. Fourth Session, 11–15 March 2019. Resolution 4/7 on Environmentally sound management of waste [Internet]. 2019 [citado 13 Nov 2023]. Disponível em: [https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/4230\\_1\\_2019\\_UNEP\\_EA.pdf](https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/4230_1_2019_UNEP_EA.pdf). Acesso em 13 nov. 2023.
111. UNEA. V. 20 March 2020. Resolution 4/9: Addressing single-use plastic products pollution (SUPP). Em: UNEP/SC/2020/2/3 2020, Committee of Permanent Representatives Sub-Committee Meeting 24th March 2020. [citado 13 Nov 2023] Disponível em: [https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/4230\\_1\\_2019\\_UNEP\\_EA.pdf](https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/plastics-policies/4230_1_2019_UNEP_EA.pdf).
112. Landrigan PJ, Christos Symeonides, Raps H, Dunlop S. The global plastics treaty: why is it needed? *The Lancet*. 2023 Dec 1;402(10419):2274–6.
113. Kantai T, Hengesbaugh M, Hovden K, Pinto-Bazurco J. Earth Negotiations Bulletin A Reporting Service for Environment and Development Negotiations INC-3 FINAL [Internet]. 2023 [citado 23 Nov 2023]. Disponível em: <https://enb.iisd.org/sites/default/files/2023-11/enb3620e.pdf>.
114. Second Session [Internet]. UNEP - UN Environment Programme. Disponível em: <https://www.unep.org/inc-plastic-pollution/session-2>.
115. WHO FCTC Highlighted in Plastics Treaty Negotiations for Synergy | GGTC [Internet]. Global Center for Good Governance in Tobacco Control. Disponível em: <https://ggtc.world/knowledge/who-fctc-article-53/who-fctc-highlighted-in-plastics-treaty-negotiations-for-synergy>.
116. EUR-Lex - 32019L0904 - EN - EUR-Lex [Internet]. Europa.eu. 2019. [citado 13 Nov 2023]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32019L0904>.
117. World Health Organization. WHO Report on the Global Tobacco epidemic, 2023 Protect People from Tobacco Smoke Fresh and Alive [Internet]. 2023 [citado 10 Jan 2024]. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/372043/9789240077164-eng.pdf?sequence=1>.
118. United Nations. The 17 Sustainable Development Goals [Internet]. United Nations. 2015 [citado 13 Jan 2024]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>.
119. Kaleta D Koziel A Miśkiewicz P.. MPOWER-- strategy for fighting the global tobacco epidemic [Internet]. 2009. Medycyna pracy. 60. 145-9.
120. Bialous SA. Using MPOWER policies to address tobacco impact on the environment. *Revista Panamericana de Salud Pública* 2022;46:184.
121. Cavalcante T, organizadora. Convenção-Quadro para Controle do Tabaco. Opções de políticas e recomendações sobre alternativas economicamente sustentáveis para o cultivo do tabaco (com relação aos artigos 17 e 18). [Internet]. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, Secretaria-Executiva da Comissão Nacional para Implementação da Convenção-Quadro para Controle do Tabaco. 2 ed. Rio de Janeiro: INCA; 2016. 32 p. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/opcoes-de-politicas-e-recomendacoes-sobre-alternativas-economicamente>.

