

# Desenvolvimento e impacto ambiental: o caso da China e a abundância de microplásticos

Emília Mori Sarti Fernandes<sup>1</sup>

Valéria Lopes Ribeiro<sup>2</sup>

Fernanda Graziella Cardoso<sup>3</sup>

## Resumo

Dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o indicador 14 trata especificamente dos impactos causados por plásticos que se degradam em microplásticos e contaminam o meio ambiente. Norteado por este indicador, o artigo, com foco no estudo de caso da China, pondera em que medida o grau de desenvolvimento impacta o meio ambiente, tendo como medida a abundância de microplásticos encontrada nele.

**Palavras-chave:** Plásticos e Microplásticos; desenvolvimento econômico; abundância, sustentabilidade.

Área Temática: Agricultura, Mineração e Meio Ambiente no Desenvolvimento Capitalista

---

<sup>1</sup>Doutoranda em Economia Política Mundial pela UFABC, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UFABC).

<sup>2</sup>Professora da UFABC, vinculada aos Bacharelados em Relações Internacionais, Ciências Econômicas e em Ciências e Humanidades e aos Programas de Pós-graduação em Economia Política Mundial e em Relações Internacionais.

<sup>3</sup>Professora da UFABC, vinculada aos Bacharelados em Ciências Econômicas e em Ciências e Humanidades e ao Programa de Pós-graduação em Economia Política Mundial.

## Introdução

Elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU), a Agenda 2030 foi adotada pelos 193 Estados-membros num esforço conjunto em cumprir os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos para melhorar o bem-estar social, ambiental e econômico (ONU, 2015). Para promover essas ações, o ODS 12 tem por finalidade uma gestão sustentável, com o uso mais eficiente dos recursos naturais, bem como reduzir significativamente a geração de resíduos dos materiais como os plásticos (Walker, 2021). Entretanto, somente o ODS 14 dispõe especificamente sobre os impactos causados por esses resíduos, haja vista que os microplásticos poluem todos os ambientes aquáticos, atmosféricos e terrestres (Bellasi *et al.*, 2021).

Lebreton e Andrady (2019) constataram que, embora os países desenvolvidos tenham maior produção e consumo de plásticos, geralmente, os países subdesenvolvidos possuem maior quantidade de microplásticos (MPs) encontrados no meio ambiente. Neste contexto, é necessário investigar a relação entre a abundância dessas partículas plásticas e o grau de desenvolvimento dos países, pois há fortes indícios de que a quantidade de MPs encontradas está associada à estrutura econômica, desenvolvimento e a quantidade de pessoas que habitam o local, pois o tema ainda é incipiente em literatura (Yang *et al.*, 2022).

Segundo Yang *et al.* (2022), a China foi o país que teve o ambiente aquático mais contaminado por microplásticos. Os estudiosos atribuíram esse grande volume de partículas por causa da taxa de crescimento anual da área agrícola que foi coberta com *mulching*, material constituído de plásticos e bastante usado para manter a temperatura, controlar a umidade do solo, além de aumentar a qualidade das culturas. Entretanto, o uso do *mulching* ocorre de forma desorientada, o que expõe tal cobertura à variação de temperaturas, vento e chuva, causando lentamente sua degradação, “inundando” o solo de microplásticos. Ademais, a quantidade dessas partículas plásticas encontradas no ambiente aquático de determinada região, está fortemente associada à economia e ao PIB agrícola desses locais devido à maior quantidade de pessoas e de atividade agrícola (Yang *et al.*, 2022).

De acordo com o levantamento realizado pelo Banco Mundial, a China tem 70% dos resíduos urbanos mal administrados (*The World Bank Group*, 2021). Por vários anos, os chineses seguiram o modelo de importação dos resíduos plásticos para reciclagem na China, o que pode ter contribuído de forma significativa para quantidade massiva de microplásticos encontrados (Liu *et al.*, 2018). Assim, em muitos estudos econômicos associados ao desenvolvimento sustentável, vêm surgindo hipóteses de que a abundância de microplásticos está diretamente ligada ao grau de desenvolvimento econômico de um país, pois os padrões de consumo e do pós-consumo podem denotar como é realizada a gestão de seus resíduos plásticos. Este artigo propõe avaliar um caso específico, o caso chinês: Neste contexto, o escopo deste trabalho é investigar em que medida o grau

de desenvolvimento da China se relaciona com o impacto ao meio ambiente, tendo como medida a abundância de microplásticos.

Na primeira parte do artigo serão apontadas algumas notas iniciais a respeito dos desafios de desenvolvimento no século XXI, com foco no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 - "vida na água" e no impacto da geração dos microplásticos. Na segunda parte, são realizadas considerações sobre a China e seu desenvolvimento ao longo dos últimos anos. Na terceira parte, a partir do caso chinês, são levantadas reflexões sobre a relação entre o grau de desenvolvimento e a identificação de microplásticos no meio ambiente.

## **1. Sustentabilidade e os desafios do desenvolvimento no século XXI: o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 e o impacto da geração de microplásticos**

De acordo com Cardoso (2012), por ser o desenvolvimento um tema multidisciplinar, que engloba uma grande diversidade de dimensões e elementos relevantes, a desconsideração de alguns deles pode levar a uma visão equivocada (e até distorcida) do que engloba este conceito. Ao longo da história, a depender dos desafios e do contexto socioeconômico, a ideia de desenvolvimento, que antes se confundia com o conceito de crescimento, foi incorporando cada vez mais predicados e, vinculados a eles, diversidades de estratégias para o alçamento à condição de nação desenvolvida.

No contexto atual, a sustentabilidade figura como dimensão que não pode ser desconsiderada, tal como expresso na redefinição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em substituição aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) em 2015.

Conforme Rossini, Favareto e Cardoso (2022, p.19), "Embora não seja isenta de controvérsias, a concepção de desenvolvimento mais aceita, atualmente, é a de desenvolvimento humano, inspirada em Amartya Sen, que, em grande medida, é contemplada pela Agenda 2030". Para o conceito de desenvolvimento humano, a proteção dos recursos naturais do planeta e do clima, assim como a erradicação da fome e da pobreza, apresentam-se como fundamentos. Neste cenário, os desafios que se colocam aos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento passam ainda pela necessidade de superação de problemas socioeconômicos seculares, mas sem que, ao buscar esse objetivo, se impacte sobremaneira as condições de existência das gerações futuras.

De acordo com Bellasi *et al.* (2021), o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 - "vida na água" - dispõe especificamente sobre os impactos causados pelos microplásticos, uma vez que poluem todos os ambientes aquáticos, atmosféricos e terrestres.

Isso ocorre porque os plásticos possuem ampla aplicação nos setores econômicos como nas embalagens, na agricultura, componentes eletrônicos, construção civil, materiais médicos etc., o que aumentou sua produção e consumo rapidamente (Yang, J. *et al.*, 2019). Nos últimos anos, a

elevada produção e consumo proporcionaram um crescimento na geração dos resíduos plásticos no mundo inteiro, quando ocorreu, até 2015, um aumento entre 60-99 milhões de toneladas de plástico impactando o meio ambiente (Lebreton e Andrady, 2019). Entretanto, em 2020, pesquisadores estimaram que das 8,3 bilhões de toneladas de plásticos produzidas até aquele ano, a quantidade de 4,9 bilhões de toneladas de resíduos tiveram como destino final os aterros sanitários ou o ambiente natural (Nielsen *et al.*, 2020). Além disso, estima-se que mais de 30% dos resíduos plásticos do mundo sejam descartados de forma inadequada, com a maior parte acabando no solo (Zhou *et al.*, 2021), com estimativas que indicam uma quantia de 4 a 23 vezes maior de microplásticos do que o ambiente marinho (Wong *et al.*, 2020).

Essas partículas plásticas estão de forma ubíqua em todos os ambientes, inclusive nos locais considerados mais improváveis, como o Ártico (Peeken *et al.*, 2018), Montanha dos Pirineus (Allen *et al.*, 2019) e Tibet (Jiang *et al.*, 2019). Li e colaboradores (2018) demonstraram que a abundância dos MPs é consequência, em grande parte, das atividades antropogênicas, urbanização e densidade populacional, mesmo que os ciclos dos mares, tempestades e inundações também contribuam para sua disseminação (Hale *et al.*, 2020), o que preocupa os cientistas ambientais não só com a natureza, mas também com os seres vivos (Li, Liu e Paul Chen, 2018).

Por serem oriundos dos hidrocarbonetos fósseis, após seu processamento industrial, os plásticos têm características como fácil processabilidade, leveza (facilitando o transporte), durabilidade e ótima relação custo-benefício que os transformou num dos materiais mais produzidos e consumidos a partir dos anos 1950 (Hale, R. C. *et al.*, 2020). A alta demanda dos plásticos pode ser verificada pelo seu volume de produção, que em 2019 atingiu cerca de 460 milhões de toneladas por ano (*Plastics Europe*, 2021). Em 2020, as indústrias nesse setor se aproximaram de 52.000 empresas, que gerou empregos para cerca de 1,5 milhão de pessoas na Europa, além de movimentar o faturamento aproximado dos 330 bilhões de euros, mesmo com um discreto decréscimo em relação à 2019, devido à Pandemia do Sars-Cov-2 (COVID-19)<sup>4</sup> (*Plastics Europe*, 2021).

Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios trazidos pelo material, a elevada produção causou problemas relacionados ao seu pós-consumo, pois, geralmente, seu descarte é realizado da forma incorreta (Zhou *et al.*, 2021). Embora alguns plásticos possam ser reciclados ou remodelados (Canevarolo, 2002), um estudo realizado em 2018 constatou que apenas 9% dos resíduos plásticos são reciclados e 79% do volume produzido desse material são acumulados nos aterros sanitários, lixões a céu aberto e no meio ambiente (Geyer, Jambeck e Law, 2017). Além disso, 40% dos plásticos produzidos são descartados em menos de 1 mês após sua compra, por serem considerados como de uso único (Atlas do Plásticos, 2020). De maneira geral, esses produtos de uso único são os famosos

---

<sup>4</sup>Na Europa, dentre as indústrias de plásticos estão incluídas: produtores de plásticos, reciclagem de plásticos, conversores de plásticos, assim como produtores de máquinas de plásticos e borracha na União Europeia.

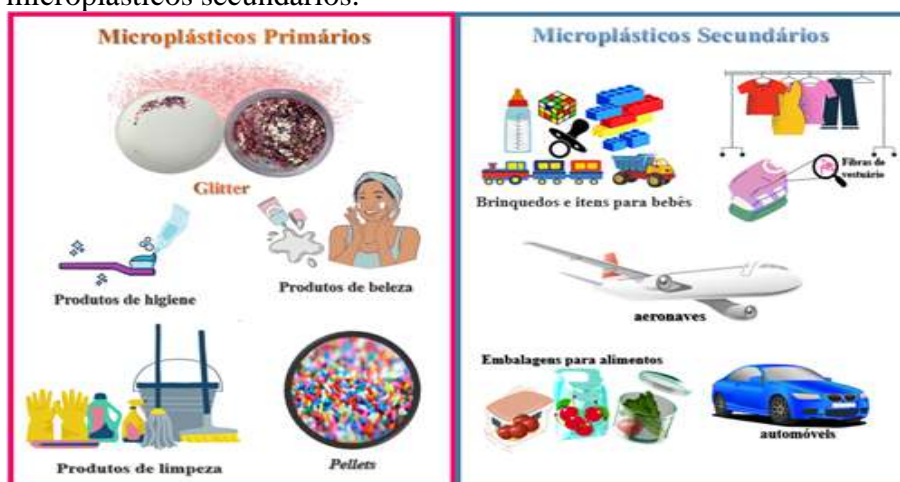
“descartáveis”, os quais são materiais não biodegradáveis, com ciclo de vida inferior a algumas horas, não recuperáveis e que perdem mais de 95% do seu valor econômico após o uso (Dey *et al.*, 2021; Maguire *et al.*, 2019).

As estruturas quimicamente estáveis dos plásticos geram alta resistência à degradação biológica e, por consequência, ocorrem interações com outros elementos do ambiente, sejam bióticas (seres vivos) ou abióticas (temperatura, pressão, chuva, nutrientes) (Ogunola, Onada e Falaye, 2018) e, paulatinamente, fragmentam os plásticos em partículas menores por ação mecânica (Abbas-Abadi, 2021), térmica (Santos *et al.*, 2022), fotolítica (Arpia *et al.*, 2021) ou biológica (Bacha, Nabi e Zhang, 2021), que dão origem aos MPs (menores que 5 mm) (Helcoski *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, segundo levantamentos da ABRELPE e *PlasticsEurope*, os grandes volumes de produção de plásticos estão associados ao crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no mundo todo (ABRELPE, 2021; *Plastics Europe*, 2021). Em 2018, por exemplo, foram gerados aproximadamente 6,3 bilhões de toneladas de resíduos plásticos em todo mundo (Brooks *et al.*, 2018), por causa das áreas com alta densidade populacional, o que impacta não só o ambiente como a saúde dos seres vivos (Li, Liu e Paul Chen, 2018).

Na literatura os microplásticos são classificados de acordo com sua produção, conforme Figura 1. Os microplásticos primários são partículas plásticas, menores que 5 mm, que foram intencionalmente produzidos em tamanhos reduzidos para finalidades específicas (Wang, Zhao e Xing, 2021). Geralmente, os MPs primários são adicionados a produtos como abrasivos, limpadores, fertilizantes ou encapsuladores<sup>5</sup>, itens fabricados intencionalmente nesses tamanhos para atender melhor os requisitos de processamento e de aplicação (Anagnosti *et al.*, 2021).

Figura 1 - Itens produzidos com a adição de microplásticos primários e plásticos degradados em microplásticos secundários.



Fonte: Elaboração própria.

<sup>5</sup> Encapsuladores – encapsulamento é um processo no qual os agentes ativos (por exemplo, os antimicrobianos) são cercados por um revestimento polimérico que protege materiais sólidos, líquidos ou gasosos, ficando isolados do ambiente externo, melhorando a estabilidade térmica, protegendo de reações químicas ou físicas e permitindo que produto seja liberado posteriormente (Mamusa *et al.*, 2022).

A maioria dos microplásticos primários são produzidos em formatos redondos, ovais ou cilíndricos, constituídos a partir de polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(metilmetacrilato) (PMMA), Nylon, poliestireno (PS) e Poli (tereftalato de etileno) (PET) (Kutralam-Muniasamy *et al.*, 2020).

Após o seu uso são comumente descartados no sistema de esgoto, onde permanecem e contaminam os sistemas aquáticos (Galafassi, Nizzetto e Volta, 2019). Outros tipos de microplásticos primários dependem da utilização e do tipo do produto a ser fabricado, por exemplo, as microesferas que são adicionadas aos produtos de cuidados pessoais como esfoliantes, pasta de dentes, *peelings*, desodorantes, produtos de higiene para bebês, repelentes de insetos e protetores solares (Auta, Emenike e Fauziah, 2017). No entanto, apesar de potencializar a limpeza mais profunda da pele (Guerranti *et al.*, 2019), após seu uso são retiradas com água e os MPs são transportados através das tubulações domésticas até as estações de tratamentos de efluentes, onde não são eficientemente recuperados, contaminando o ambiente (Galafassi, Nizzetto e Volta, 2019).

Na China, em 2017, pesquisadores estimaram que 209,7 trilhões de microesferas plásticas são lançadas anualmente nos ambientes aquáticos, por causa do intenso uso de produtos para cuidados pessoais (Cheung e Fok, 2017). Em 2020, Habib *et al.* (2020) colaboradores observaram que as microesferas causaram um impacto significativo ao ambiente aquático, pois são leves e têm baixa densidade, características que favorecem o crescimento de alguns organismos nos microplásticos ao serem transportadas a longas distâncias e, ainda, propiciaram a adsorção de contaminantes orgânicos, ao passarem por estações de tratamento de águas residuais e desembocar no meio ambiente (Habib *et al.*, 2020). Contudo, a incógnita ainda permanece em qual quantidade é liberada de cada tipo desses microplásticos que têm seu destino no ambiente, haja vista depender diretamente da concentração encontrada em cada produto e da frequência diária de uso (Wang, Zhao e Xing, 2021).

Diferentemente dos microplásticos primários, os microplásticos secundários resultam de produtos plásticos com maiores dimensões (conforme Figura 1) que, ao serem descartados, ficam expostos a ação de processos físicos, químicos e/ou biológicos (Bacha, Nabi e Zhang, 2021) que os fragmentam em partículas menores (Kim *et al.*, 2020). Geralmente, esses fragmentos menores são causados pela exposição às intempéries, principais meios de degradação dos plásticos como, por exemplo, a fotodegradação (exposição à luz solar) (Wang, Zhao e Xing, 2021), ou ficam suscetíveis à quebra por forças mecânicas, como abrasão e turbulência (Meides *et al.*, 2021).

Além desses tipos de degradação, a fragmentação dos plásticos também pode ocorrer pela ação dos microrganismos no solo, quando esses seres tanto podem fragmentá-los em microplásticos, como podem transportá-los até os lençóis freáticos (O'Kelly *et al.*, 2021). Desse modo, os microrganismos afetam de forma significativa a migração dos MPs e, a depender do seu tamanho, o

fragmento pode ser transportado ainda mais facilmente de forma vertical ou horizontal nos solos (Rillig, Ingraffia e de Souza Machado, 2017).

Os formatos mais conhecidos de MPs secundários são fragmentos, filmes, fibras e outros, porém, as fibras são a morfologia mais comumente identificada em ambientes marinhos, por causa das atividades humanas como pesca, lavagem de roupas e efluentes de águas residuais (Zainuddin *et al.*, 2022). Em 2021, pesquisadores verificaram que as microfibras se soltam dos tecidos das roupas para a atmosfera e demonstraram que a liberação variou de 1 a 403 microfibras por grama de tecido. Além disso, concluíram que a liberação das microfibras para o ar, apenas em função do uso do material têxtil, foi 10 vezes superior à liberação durante a lavagem, concluindo que somente o uso da roupa já promove a liberação de quantidade expressiva de contaminantes ambientais (Nowack *et al.*, 2021).

A presença de microplásticos (MPs) em sistemas aquáticos é a mais estudada, pois eles bloqueiam a incidência da luz nos oceanos e isso impede que os organismos marinhos possam absorvê-la para realizarem a fotossíntese e converter em oxigênio, o que diminui a produção de oxigênio no planeta (Dedman *et al.*, 2022), contribuindo para o aumento da temperatura dos oceanos, o que desestabiliza gravemente o ecossistema (Mendrik *et al.*, 2021). Nos últimos anos, pesquisadores também estudam os ambientes atmosféricos e terrestres para compreender melhor a gravidade dos impactos que este material pode causar, porém, o tema ainda é incipiente, porque esse tipo de poluição depende de vários fatores, como o local que foram descartados os resíduos, presença de organismos vivos, entre outros (Chai *et al.*, 2020).

Para além da poluição que causam, é necessário ainda considerar que substâncias para melhorar a estabilidade, a plasticidade, cor e resistência ao fogo são inseridas nos plásticos, contudo, agravam os riscos e impactos causados à natureza e aos seres vivos (Huang *et al.*, 2021), pois tais substâncias, quando são inseridas ao material, ficam conectadas à matriz polimérica instavelmente e, em contato com água, ar, alimentos, tecidos corporais etc (Kida e Koszelnik, 2021), são liberadas no meio ambiente (Huang *et al.*, 2021). Consequentemente, a contaminação abrange plantações, manejo e cultivo das frutas, verduras e legumes, até as residências, nas quais os alimentos serão consumidos (Qi *et al.*, 2020).

Esses polímeros passam por processos ambientais como acúmulo, degradação e migração, entrando no corpo humano por inalação, ingestão e contato dérmico (Prata, J. C. *et al.* (a), 2020a). A ingestão ocorre porque o tamanho reduzido dos MPs propicia seu consumo por organismos vivos, bioacumulando e percorrendo todo o ciclo da cadeia alimentar. Estas micropartículas também podem ser inaladas, penetrando as vias respiratórias e causando efeitos crônicos na saúde humana, pois o organismo desenvolve processos de ajustes internos para se adaptar à poluição, o que compromete o crescimento, desenvolvimento e reprodução (Prata, J.C. *et al.*, 2020a).

Na alimentação, ocorre a contaminação por causa do cultivo das plantas com as aplicações de *mulching* (“filme” plástico muito fino, variando de 8-50  $\mu\text{m}$  de espessura) que são colocados para controlar a temperatura, manter a umidade e aumentar a produção no cultivo de frutas/hortaliças, o que melhora a qualidade das culturas, porém inundam constantemente o solo de MPs (Zhou *et al.*, 2019). Pesquisas que foram conduzidas para verificar a presença de microplásticos em alimentos e foram encontrados no sal marinho, frutos do mar (Peixoto *et al.*, 2019), cerveja, mel, açúcar (Toussaint *et al.*, 2019) e até em leite materno humano (Ribeiro *et al.*, 2019) ou em órgãos como placenta (Ragusa *et al.*, 2021).

Leslie *et al.* (2022) descobriram MPs no sangue de pessoas vivas e encontraram as partículas em 17 dos 22 pacientes adultos saudáveis avaliados, dos quais, metade apresentou MPs de garrafas PET e um terço eram os MPs mais usados em embalagens de alimentos (Leslie *et al.*, 2022). A pesquisa de Jenner *et al.* (2022) encontrou MPs em pulmões de humanos vivos: a maior parte dos fragmentos (21) na parte mais inferior do órgão, local em que as vias aéreas são mais estreitas. Na parte superior do pulmão foram encontrados 11 MPs e na parte média 7 partículas foram detectadas, totalizando 39 fragmentos. Ainda nesse mesmo estudo, os cientistas verificaram que em todas as amostras masculinas foi encontrado ao menos 1 MP, porém, nas amostras femininas, das 5 amostras coletadas, 2 não possuíam nenhum MP, quando levantaram a hipótese disso ocorrer porque o tamanho do pulmão masculino é significativamente maior que o feminino, possivelmente contribuindo para esse resultado (Jenner *et al.*, 2022).

No estudo de Yan *et al.* (2022) foram comparadas as fezes de pacientes saudáveis com as características dos MPs presentes nas fezes de pacientes com doença inflamatória intestinal (DII). O resultado obtido foi surpreendente, pois os pacientes com a DII apresentaram quantidade de MPs significativamente maior do que os pacientes saudáveis, sendo  $48,1 \text{ itens} \cdot (\text{g} \cdot \text{dm})^{-1}$  e  $28,0 \text{ itens} \cdot (\text{g} \cdot \text{dm})^{-1}$ , respectivamente. Assim ficou demonstrado que os MPs estão relacionados com a doença, pois quanto mais fragmentos encontrados nas amostras, mais graves eram os sintomas apresentados pelos pacientes. A questão que se impõe é se os MPs contribuíram para que as doenças inflamatórias intestinais surgissem nos pacientes ou se os portadores das doenças acumularam mais MPs nas fezes, como resultado da DII (Yan *et al.*, 2022).

## **2. O caso chinês: algumas considerações**

Há pelo menos 40 anos a China vem passando por um amplo processo de crescimento econômico e mudança estrutural (Prebisch, 1949). Após o período de abertura e reformas no final dos anos 70, a economia chinesa transformou-se de um país tipicamente agrário em uma potência



industrial. Todo esse processo foi conduzido por um expressivo planejamento estatal e coordenação, com foco no desenvolvimento das forças produtivas e na modernização.

A economia chinesa cresceu a uma taxa média de 10,37% ao ano na primeira década do século XXI, com uma taxa de crescimento do PIB *per capita* de 9,72% ao ano (*WorldBank Database*, 2021). Em 2001, a participação no PIB em termos de valor agregado da indústria era de 44,7%, já os serviços representavam 41,2% e a agricultura 13,98% (*World Bank*, 2017). Em 2006, a indústria pesada representava 70% do Produto Industrial Bruto, enquanto a indústria leve 30% (NBSC, 2016).

O crescimento chinês significou a expansão não apenas da indústria, mas a crescente urbanização e a melhora de indicadores sociais, com ampla redução da pobreza extrema e a incorporação de milhares de pessoas no mercado de trabalho.

Segundo Naughton (2016), o crescimento econômico transformou-se na prioridade fundamental do Estado chinês desde o período de abertura. Tudo foi mobilizado para esse foco, o que levou a um tipo de modelo que pode se denominar “high-speed”, ou seja, um crescimento acelerado e veloz. Uma das variáveis chave nesse processo foi a alta taxa de investimento – investimento fixo como porcentagem do PIB. Entre 1993 e 2002 o investimento na China chega a mais de 30% do PIB e depois aumentou para mais de 40% (Naughton, 2016). Este modelo de crescimento de alto investimento, aliado a uma série de incentivos no âmbito de políticas industriais e na esfera política, permitiu à China crescer e se inserir de forma soberana no comércio internacional.

No entanto, segundo Naughton, nos últimos anos é perceptível a conclusão de que a priorização pelo crescimento econômico se deu com diversos custos, entre eles o custo ambiental. O modelo de crescimento rápido representou um tipo de crescimento muito pouco balanceado e que não levou em conta o impacto ambiental causado pelo expressivo avanço.

A ampla utilização do carvão como base energética principal, durante a maior parte das últimas 4 décadas, é o exemplo mais claro destes custos. O consumo de carvão representava em 2010 na China 69% do total de consumo de energia; o petróleo vinha em segundo com 19% do consumo total; o gás natural 4%. Outras fontes já foram utilizadas, como os recursos hidrelétricos (7%), e a energia nuclear (1%). (EIA)

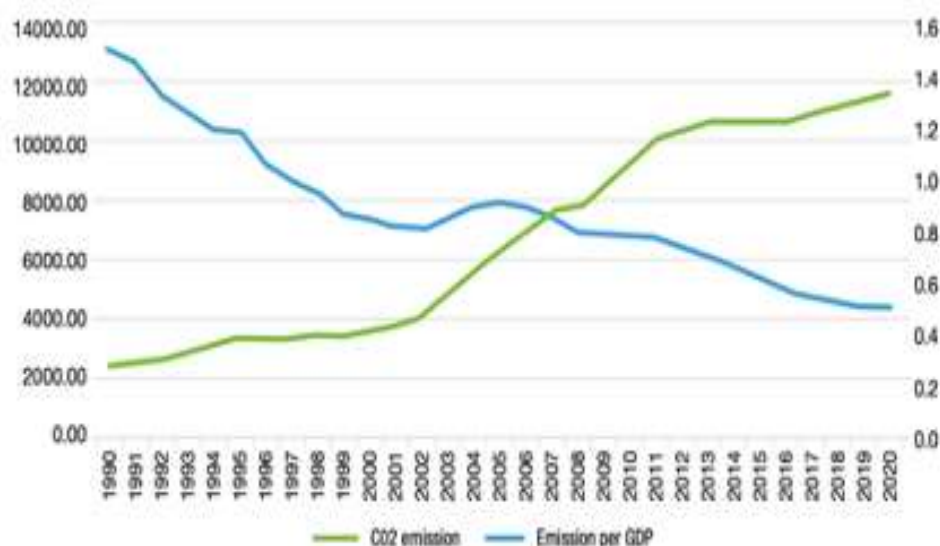
Quase 10 anos depois, em 2021, o consumo de energia na China mudou, mas ainda permanece muito concentrado no carvão. O carvão representou em 2021 58% do consumo total de energia na China; o petróleo representou 19%; e o gás natural 8%. Outras fontes como energia nuclear 3% e outras fontes renováveis 12%. (U.S. ENERGY ADMINISTRATION EIA, 2023).

Segundo relatório da UNCTAD (2023), a grande escala do uso de energia e a predominância do carvão resultaram em aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na China, tornando o país o maior emissor do mundo desde cerca de 2006. Dados do Climate Watch

também mostram que a China é o maior emissor de gases do mundo, com uma participação total de 25,88%. Em 2020, a China emitiu 12.295,62 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (Climatewacth, 2023).

Segundo a Unctad, observa-se um aumento das emissões totais da China desde os anos 90 (em MtCO<sub>2</sub>/ano), ainda que ao mesmo tempo tenha se observado uma redução da intensidade de carbono do PIB (emissão por PIB em t CO<sub>2</sub>eq/ kUSD/ano). Ou seja, a China experimentou um rápido aumento das emissões totais junto com seu crescimento econômico, embora a intensidade de carbono do PIB venha diminuindo, como mostra a figura 2.

Figura 2: Emissão de CO<sub>2</sub> proveniente de atividades energéticas na China.



Fonte: UNCTAD, 2023.

De acordo com Souza (2022), diversos alertas começaram a aparecer dentro da própria China com relação às preocupações com as questões ambientais. Já em 2005, Pan Yue, representante do Ministério do Meio Ambiente, fez um prognóstico de que o milagre chinês acabaria ressaltando preocupações com relação aos custos ambientais do modelo de desenvolvimento e com a qualidade das águas e do ar. Outro dado importante foi o aumento de protestos ambientalistas que começaram a aparecer na China desde meados dos anos 2000. Segundo Souza, os descontentamentos relacionados à poluição tornaram-se um dos principais catalisadores de conflitos políticos com os protestos ambientais aumentando 120% entre 2010 e 2011 (Souza, 2022, p. 164).

Nos anos mais recentes a China vem buscando uma mudança em seu modelo de crescimento, passando de um modelo de crescimento rápido e apenas focado no crescimento, para um modelo de mais qualidade, “high-quality”, que procura compatibilizar crescimento econômico com mais equilíbrio entre modernização e qualidade, tanto do ponto de vista da qualidade de vida (consumo das famílias) como do maior respeito ao meio ambiente.

Na área do meio ambiente foram dados passos importantes principalmente a partir do Décimo Primeiro Plano Quinquenal (2007-2010) e do Décimo Segundo Plano (2011-2015). Neste Décimo Segundo Plano, a “ecologização” tornou-se prioridade, ou seja, a meta de desenvolver uma indústria de tecnologia ambiental, bem como a ampliar a vida ecológica e a cultura ecológica. No Congresso do PCCh de 2012 o presidente Xi Jinping dedicou uma seção inteira de seu relatório à “construção de uma civilização ecológica” que estaria entre as cinco principais metas do partido.

Segundo Naughton (2016), o governo passou a olhar com mais atenção a questão do uso do carvão, encerrando milhares de pequenas minas a partir de processos de inspeção e licenciamento que entraram em vigor. Além disso, o governo decretou que as cidades deveriam rapidamente dar prioridade ao transporte público na alocação de espaço nas ruas e incentivou as cidades a prosseguir com a construção de sistemas de transporte de massa a médio e longo prazo (Naughton, 2016).

Em 2016 a China assinou o Acordo de Paris, demonstrando um comprometimento com as melhorias nas questões ambientais. O país submeteu à secretaria da UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima) um documento intitulado “Ações Aprimoradas sobre Mudanças Climáticas: Contribuições Nacionalmente Determinadas da China” e em 2021 uma versão atualizada foi submetida: “Conquistas da China, Novos Objetivos e Medidas para Contribuições Nacionalmente Determinadas”. Além desses compromissos internacionais, a China também divulgou vários documentos políticos para alinhar a agenda econômica nacional com os objetivos climáticos.

O Partido, especialmente o Presidente Xi Jinping, reafirmaram os objetivos climáticos do país em diversas ocasiões, como na Assembleia Geral da ONU, nas Cúpulas do G20 e BRICS, e na Cúpula de Ambição Climática (Unctad, 2023). Estes documentos delinearam metas-chave da transição verde e de baixo carbono da China, entre as quais: atingir o pico das emissões de CO<sub>2</sub> antes de 2030; alcançar a neutralidade de carbono antes de 2060; até 2030, reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> por unidade de PIB em mais de 65% em relação ao nível de 2005; aumentar a participação de energias não fósseis no consumo primário de energia para cerca de 25%; até 2060, aumentar a participação de energias não fósseis no consumo primário de energia para mais de 80%; engajar-se ativamente na cooperação internacional, incluindo o apoio à cooperação Sul-Sul (Unctad).

Como afirma Souza (2022), no atual governo, a “civilização ecológica”, ao ter impacto global, contribuiu para aumentar o *soft power* chinês e sua participação no mercado internacional de ‘tecnologias verdes’. Conforme destaca o autor, é importante notar que a China vem reduzindo sua dependência em relação à transferência tecnológica dos países desenvolvidos, incrementando sua participação em registros de patentes na área ambiental.

Apesar disso, o autor ressalta ser necessária uma avaliação minuciosa da evolução dos indicadores ambientais, feita a partir de um distanciamento crítico – que fique longe das narrativas

que apresentam a enorme lista de modernizações ecológicas da China nos últimos anos, para que seja possível avaliar de fato os avanços e limitações.

Segundo o autor, apesar dos sucessos das metas estabelecidas nos últimos planos quinquenais, dois terços da população chinesa continuam submetidos a níveis extremamente altos de material particulado<sup>6</sup>, sendo que apenas um quarto de suas 338 cidades registram níveis aceitáveis de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO e CO<sub>2</sub>. Segundo Souza (2022), seguindo a argumentação de Lau Kin Chi (2018) é preciso analisar como os processos de contaminação afetam de forma desigual os diferentes setores na China, observando que muitas vezes as respostas oferecidas pelo governo para enfrentar o problema da poluição muitas vezes reatualizam as assimetrias, dado lugar a novos problemas de injustiça ambiental.

Segundo Hove e Meidan (2023), apesar do compromisso de atingir o pico das emissões de carbono antes de 2030, a China vem aumentando a produção de carvão e adicionando nova capacidade. Segundo os autores, algumas novas atividades econômicas, nomeadamente as indústrias "Três Novas" - Veículos Elétricos, energia solar fotovoltaica e baterias - e as indústrias associadas, embora se proponham a seguir as diretrizes menos poluentes, acabam também estimulando a demanda por petróleo, gás e eletricidade. (Hove e Meidan, 2023).

### **3. Grau de desenvolvimento e microplásticos: reflexões a partir do caso chinês**

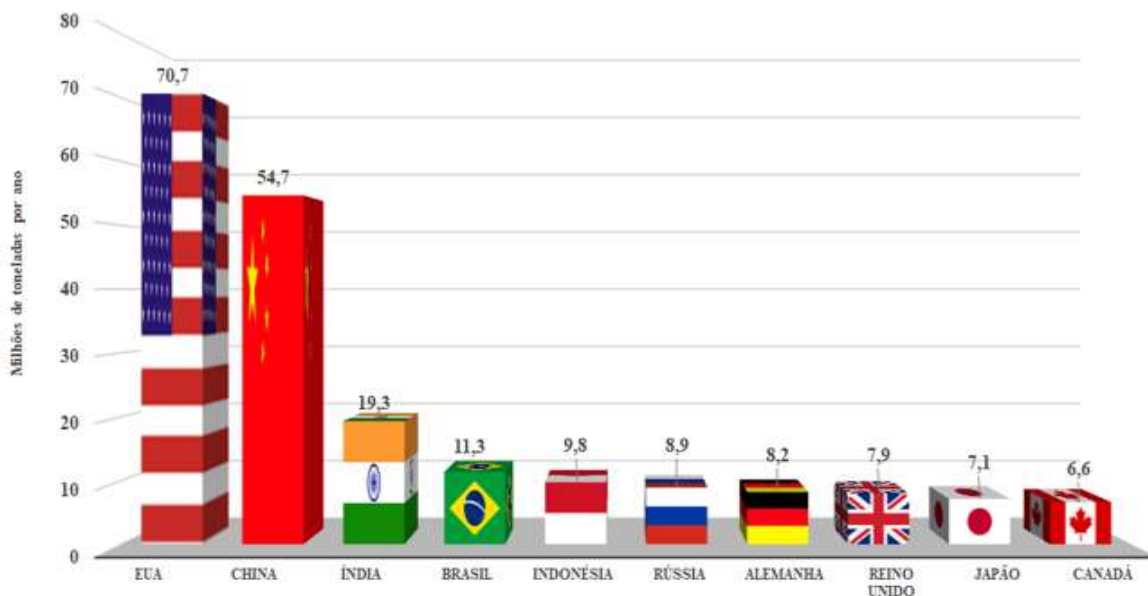
Pesquisadores têm associado as quantidades de microplásticos encontrados em cada país e o seu grau de desenvolvimento para averiguar quais fatores podem interferir na quantidade de MPs encontrada. Por exemplo, segundo o Atlas do Plástico (2020), os Estados Unidos da América (EUA) é o país que mais produz resíduos plásticos no mundo, totalizando 70,7 milhões de toneladas em 2019, conforme Figura 3. Entretanto, em 2020, pesquisadores encontraram somente 454,5 itens/kg de MPs no Lago Mead (EUA) (Baldwin *et al.*, 2020). Por outro lado, a China foi a segunda maior produtora de resíduos plásticos em 2019, com 54,7 milhões de toneladas ao ano (Figura 3), enquanto os pesquisadores encontraram a concentração de 5.940 partículas/m<sup>3</sup> de microplásticos no lago de Ulansuhai, na China (Wang *et al.*, 2019).

---

<sup>6</sup>As partículas microscópicas de sólidos ou líquidos suspensos no ar podem variar em tamanho, desde partículas muito pequenas, como fumaça e poeira, até partículas maiores, como aquelas encontradas em emissões industriais. O material particulado pode ser emitido por várias fontes, incluindo veículos automotores, processos industriais, queima de combustíveis fósseis, atividades de construção e poeira natural. Dependendo do seu tamanho e composição, o material particulado pode ter impactos significativos na saúde humana e no meio ambiente, especialmente quando inalado, pois, pode penetrar profundamente nos pulmões (Jenner *et al.*, 2022) e até mesmo na corrente sanguínea (Leslie *et al.*, 2022). Portanto, o controle e monitoramento do material particulado são importantes para proteger a qualidade do ar e a saúde pública (Prata *et al.*, 2020b).

Esses dados corroboram com o levantamento da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2014), os quais concluíram que a China e a Índia contribuem com mais de um terço da geração global de microplásticos (OCDE, 2014). Neste contexto, este estudo foi elaborado para identificar quais fatores levam países como a China a conter maior quantidade de microplásticos encontrados que os EUA, apontados como os que mais produzem os resíduos no mundo, conforme o Atlas do Plástico (2020).

Figura 3: Maiores produtores de resíduos plásticos no mundo.



Fonte: Atlas do Plástico 2020; Figura: Elaboração própria.

De acordo com alguns cientistas ambientais, os microplásticos já conseguiram penetrar até em ambientes de preservação da natureza, como nos parques urbanos (Fernandes *et al.*, 2022). A poluição por microplásticos tornou-se um desafio, com alguns países e regiões que introduziram algumas políticas regulatórias ou econômicas com objetivo de aprimorar a gestão dos resíduos plásticos, proibição do uso de alguns tipos de plásticos e até mesmo cobrança de impostos (PNUMA, 2018). Entretanto, apesar dos esforços para conter a poluição plástica e seus impactos, 80% desses resíduos plásticos não possuem a gestão devida e o descarte ainda é realizado no meio ambiente em alguns países, principalmente os subdesenvolvidos ou emergentes como a China (Jambeck *et al.*, 2015).

A China foi o país que teve o ambiente aquático mais contaminado por microplásticos, pois a atividade agrícola teve um aumento substancial no uso de cobertura de plásticos *mulching*. As águas superficiais dos lagos da China são os que contêm maior quantidade de microplásticos do que em outros países como a América do Norte, sugerindo que os países em desenvolvimento enfrentam

problemas mais sérios de poluição microplástica<sup>7</sup>. De acordo com Yang e colaboradores (2022), a quantidade de microplásticos encontradas num lago estudado, estão fortemente associadas à economia e quantidade de pessoas que habitam o local, por causa de maior atividade agrícola (Yang *et al.*, 2022). Além disso, a taxa de crescimento anual da área coberta por *mulching* na China, entre 1991 a 2004 chegou a 30% (Steinmetz *et al.*, 2016), porém, a taxa de recuperação de filme plástico foi inferior a  $\frac{2}{3}$  (Xu *et al.*, 2018).

Outro estudo constatou que, após o uso do *mulching*, os agricultores deixam o plástico no próprio solo, pois não há instalações de reciclagem em todos os lugares onde são aplicados, expondo às intempéries, o que resulta em mais MPs (Qi *et al.*, 2020). Pesquisadores ainda aventaram a possibilidade de que os produtos agrícolas produzidos nestas localidades tenham sido consumidos por habitantes próximos às regiões de cultivo e que tenha ocorrido a reutilização das águas residuais (Nizzetto, Futter e Langaas, 2016), gerando microplásticos com tamanho entre 0,2 e 2  $\mu\text{m}$  que penetraram nas laterais das raízes de trigo (*Triticum aestivum*) e folhas de alface (*Lactuca sativa*), posteriormente, esses MPs foram transferidos das raízes para a parte aérea da planta. Além disso, as taxas de transpiração das plantas aumentaram a absorção dos fragmentos, demonstrando que o movimento dos MPs era impulsionado pelo aumento da transpiração das plantas, o que afeta também a segurança alimentar e a saúde humana (Li, Lianzhen, *et al.*, 2020). Em função da permeabilidade e do fluxo superficial que os solos agrícolas possuem, sua capacidade em reter os MPs por muito mais tempo é maior que a dos solos urbanos, por isso são considerados reservatórios de MPs (Kumar e Sharma, 2021).

Outra questão importante com relação aos desafios ambientais na China, segundo Souza (2022), diz respeito aos intercâmbios ecologicamente desiguais, relacionados à relação do crescimento da China e o impacto em países com os quais o país se relaciona. Ao ampliar seu comércio com outros países, principalmente em desenvolvimento, a China passa a figurar como “importadora virtual” de terras e água, ou seja, ao mesmo tempo em que países desenvolvidos externalizam seus impactos ambientais ao consumir produtos manufaturados da China, a própria China externaliza a degradação dos recursos naturais nos países com os quais se relaciona, principalmente os países em desenvolvimento, na África, Ásia e América Latina. As importações de soja e carne bovina brasileiras para a China, por exemplo, geram diversos impactos ambientais em biomas fundamentais como Amazônia e Cerrado. Além disso, projetos de investimento realizados por empresas chinesas nos países do Sul também têm gerado impactos ambientais e danos à preservação dos ecossistemas.

---

<sup>7</sup> Os dados que refletem as atividades da indústria nacional e da população foram obtidos do Banco Mundial (*World Bank Group*, 2021) e das Nações Unidas (*United Nations*, 2021).

A China negociava os resíduos plásticos com outros países e seguia o modelo de reciclagem usado por muitos países, durante vários anos (Liu *et al.*, 2018), sendo criticado como uma forma de transferir a poluição plástica dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento (Brooks *et al.*, 2018). Essa economia “circular” global beneficiou os países de economia avançada, transferindo os custos ambientais da poluição plástica para os países subdesenvolvidos. Até recentemente, a maioria das exportações de recicláveis eram enviadas para a China, porém, em dezembro de 2017 essas importações foram proibidas (Walker, 2021). Isso causou uma mudança mundial nas exportações de plástico, onde os países remetiam a carga que iria para China alterando para outros países do Sudeste Asiático, que rapidamente ficaram sobrecarregados com esses resíduos plásticos (Wen *et al.*, 2021).

Para avaliarem como a gestão dos resíduos plásticos no pós-consumo (reciclar etc.) pode ser realizada, alguns cientistas ambientais contabilizaram os materiais e os principais estágios de ciclo de vida do produto ocorridos em determinada sociedade (Wang *et al.*, 2021). Essa verificação é denominada análise dos fluxos dos plásticos, especificamente em escalas urbanas, onde os plásticos são estudados como parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para saber a quantidade de microplásticos encontrados. Por exemplo, na China, pesquisadores detectaram que 0,46 Mt de resíduos plásticos em Guangzhou representam 63% dos RSU da cidade e que podem ser recuperados ou reciclados (Wang *et al.*, 2021).

Os resíduos plásticos que esses países desenvolvidos remetem aos outros países, geralmente são de baixa qualidade e o mau gerenciamento de resíduos resultam em plásticos que não são declarados, ou seja, depositados em aterros, incinerados ou descartados no meio ambiente (Walker, 2021). Desse modo, a quantidade encontrada na China também pode ser relativa a todo esse acúmulo desde 1980 quando foi necessário importar esses resíduos para reutilizá-los e aliviar um pouco a escassez que ocorreu de matéria prima, onde parte foi reciclada e a outra parte foi destinada aos aterros sanitários (ABRALATAS, 2019).

Em dezembro de 2017 a China proibiu as importações dos resíduos plásticos para reciclar, o que impactou mundialmente as exportações de resíduos plásticos, onde os países alteraram suas rotas para outros países do Sudeste Asiático, que rapidamente ficaram sobrecarregados com esses resíduos plásticos (Walker, 2021). Dentre os microplásticos capturados por pesquisadores, os mais encontrados foram as fibras (64,5%), seguidos de fragmentos (22,6%), 12, 1% de filmes e 0,8% de *pellets* (Wen *et al.*, 2021).

Os microplásticos foram considerados como um indicador da época do Antropoceno, próximo ao início da produção massiva de plásticos. Além disso, uma série de problemas ambientais, como aumento das concentrações de CO<sub>2</sub>, mudanças climáticas ou aumento de eventos climáticos extremos (como a seca), extinção acelerada de algumas espécies e reduções das florestas, comprovam

que as atividades humanas são consideradas forças significativas que afetam o meio ambiente (Long *et al.*, 2022).

Os fatores sociais também podem simbolizar o nível de desenvolvimento econômico e industrial de um país, além de estarem indiretamente ligados à abundância de microplásticos em cada local. Os países desenvolvidos possuem menores índices populacionais, alto nível de urbanização e de PIB *per capita*, resultando em menor abundância de microplásticos (Long *et al.*, 2022).

A China inseriu uma série de políticas limitando o uso de sacolas plásticas, como a proibição da produção e venda de sacolas plásticas e o uso de sacolas plásticas ultrafinas (*The State Council China*, 2008) - (Yang *et al.*, 2022). Além do mais, implementou políticas proibindo o uso diário de produtos químicos contendo esferas plásticas a partir de 2022 (*Liupanshui City Bureau of Industry and Information Technology China*, 2019). Em complemento, conforme apresentado na seção anterior, a China assinou o Acordo de Paris, demonstrando comprometimento com melhorias nas questões ambientais. Lembrando da ODS 14, será que a China vai deixar de figurar como o país com o ambiente aquático mais contaminado por microplásticos?

## **Conclusão**

Os plásticos possuem características que os transformaram em um material altamente consumido, por ser considerado essencial nas diferentes atividades do cotidiano. Entretanto, o material possui alta resistência à degradação biológica por causa de sua estrutura química estável, submetendo aos diversos processos que causam sua degradação e originam os microplásticos.

Além disso, pesquisadores demonstraram que a abundância dos MPs é consequência das áreas com alta densidade populacional e das atividades antropogênicas, tornando-se preocupação dos cientistas e governos do mundo inteiro. Vários países introduziram políticas regulamentares ou econômicas para melhorar a gestão dos resíduos, promover a reciclagem e reduzir o uso de plásticos descartáveis, através da cobrança de impostos, proibição de plásticos descartáveis e importação de resíduos plásticos, na tentativa de impedir, assim, que esses plásticos entrem no fluxo de resíduos. Entretanto, ainda é pouco o que as economias mundiais investem nessas ações para o desenvolvimento sustentável, tendo em vista que até 80% dos resíduos plásticos ainda não são devidamente geridos, além de serem lançados no meio ambiente dos países, especialmente quando se trata dos países emergentes e economias em desenvolvimento como a China.

Portanto, forçoso concluir que as atividades econômicas de um país ocorrem num sistema aberto, no qual recebe matéria e energia com bastante qualidade da natureza, porém, as devolve degradadas, tanto quando suga seus recursos (esgotáveis) como quando devolve incessantemente todos os resíduos poluentes. Por causa dessa poluição, ocorrem as mudanças climáticas que impactam de forma relevante a economia do país, principalmente no setor agrícola que é o mais vulnerável,



agravando substancialmente a pobreza e a insegurança alimentar. Em suma, ainda é pouco o que as economias mundiais investem nessas ações, visto que a degradação ambiental seria mais um entrave para o desenvolvimento econômico dos países subdesenvolvidos.

Assim, a complexa questão dos resíduos plásticos necessita de uma solução que integra as abordagens técnicas sociais, econômicas e políticas que envolvam as heterogeneidades das questões regionais e nacionais.

Em relação à China, por ter se transformado de um país tipicamente agrário em uma potência industrial, houve o conseqüente aumento de pessoas no mercado de trabalho (atividades antropogênicas), crescimento da densidade populacional e urbanização, o que aumentou o consumo e gerou mais resíduos. Além disso, houve aumento do uso de mulching nas áreas agrícolas que, embora melhore a qualidade das culturas, seus resíduos ficam no ambiente e se degradam, inserindo mais microplásticos no solo e nas águas residuais.

Ademais, devemos lembrar que a China importava quantidades massivas de resíduos plásticos de outros países para reciclar, porém, grande parte desses resíduos eram lançados nos aterros, lixões e no ambiente. Portanto, tais fatores influenciam na quantidade de partículas plásticas encontradas nos ambientes chineses, o que corrobora com a literatura ao afirmar que, apesar de inserir algumas políticas elaboradas para conter os impactos da poluição ambiental e da saúde dos seres vivos, o país ainda apresenta maiores concentrações de microplásticos em seu ambiente do que noutros países, sugerindo que os países industrializados em desenvolvimento enfrentam problemas mais sérios com a poluição de microplásticos, por ainda encontrarem dificuldades em contabilizar os valores ambientais nas decisões econômicas, de forma a evitar que a depredação dos recursos naturais amplie as discrepâncias socioeconômicas.

### **Referências Bibliográficas**

ABBAS-ABADI, 2021. *The effect of process and structural parameters on the stability, thermo-mechanical and thermal degradation of polymers with hydrocarbon skeleton containing PE, PP, PS, PVC, NR, PBR and SBR*. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 143, n. 4, p. 2867–2882, 2021.

ABRALATAS, Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio. *China para de importar sucata e países repensam manejo de resíduos*. Notícia de 26 ago., 2019. Disponível em: <https://www.abralatas.org.br/china-para-de-importar-sucata-e-paises-repensam-manejo-de-residuos/> Acesso em 28 Jan., 2023.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**, ABRELPE, 2021. 19ª Ed, 51 páginas. Disponível em:

<https://abrelpe.org.br/> Acesso em: 3 nov.2023.

ALLEN, S. *et al.* *Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment.* **Nature Geoscience**, v. 12, n. 5, p. 339–344, 2019.

ANAGNOSTI, L. *et al.* *Worldwide actions against plastic pollution from microbeads and microplastics in cosmetics focusing on European policies. Has the issue been handled effectively?* **Marine Pollution Bulletin.** Elsevier Ltd, , 1 Jan. 2021.

ARPIA, A. A. *et al.* *Microplastic degradation as a sustainable concurrent approach for producing biofuel and obliterating hazardous environmental effects: A state-of-the-art review.* **Journal of Hazardous Materials**, v. 418, n. June, p. 126381, 2021.

ATLAS DO PLÁSTICO. *Atlas do Plástico, fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos.* Organização: Marcelo Montenegro, Manoela Vianna, Daisy Bispo Teles. **Fundação Heirich Böll**, 1ª ed., Rio de Janeiro, 2020.

AUTA, H. S.; EMENIKE, C. U.; FAUZIAH, S. H. *Distribution and importance of microplastics in the marine environment. A review of the sources, fate, effects, and potential solutions.* **Environment International**, v. 102, p. 165–176, 2017.

BACHA, A.-U.-R.; NABI, I.; ZHANG, L. *Mechanisms and the Engineering Approaches for the Degradation of Microplastics.* **ACS ES&T Engineering**, v. 1, n. 11, p. 1481–1501, 2021.

BALDWIN, A. K. *et al.* *Microplastics in Lake Mead National Recreation Area, USA: Occurrence and biological uptake.* **PLoS ONE**, v. 15, n. 5, p. 1–20, 2020.

BELLASI, A. *et al.* *The extraction of microplastics from sediments: An overview of existing methods and the proposal of a new and green alternative.* **Chemosphere**, v. 278, p. 130357, 2021.

BROOKS, A. L.; WANG, S.; JAMBECK, J. R. *The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade.* **Science Advances**, v. 4, n. 6, p. 1–8, 2018.

CANEVAROLO, S. V. *CIÊNCIA DOS POLÍMEROS Um texto básico para tecnólogos e engenheiros.* 3ª edição-3ª reimpressão Revisada e ampliada. v. 3 ed., 2002.

CARDOSO, F. G. *A Armadilha do Subdesenvolvimento: uma discussão do período desenvolvimentista brasileiro: à luz da Abordagem da Complexidade.* Tese de Doutorado, USP-São Paulo, 2012.

CHAI, B.; WEI, Q.; *et al.* *Soil microplastic pollution in an e-waste dismantling zone of China.* *Waste Management.* **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 118, p. 291–301, 1 dez. 2020. Doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.110521.

CHEUNG, P. K.; FOK, L. *Characterisation of plastic microbeads in facial scrubs and their estimated emissions in Mainland China.* **Water Research**, v. 122, p. 53–61, 2017.

Climate Watch. <https://www.climatewatchdata.org/countries/CHN>. Acesso em Março de 2023.

DEDMAN, C. J. *et al.* *Cell size matters: Nano- and micro-plastics preferentially drive declines of*

large marine phytoplankton due to co-aggregation. **Journal of Hazardous Materials**, v. 424, n. Pt B, p. 127488, 2022.

DEY, A. *et al.* Challenges and possible solutions to mitigate the problems of single-use plastics used for packaging food items: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 9, p. 3251–3269, 2021.

EIA, U.S Energy Information Administration. (2012) (2023). “EIA Analisis Countries, China.” Disponível em: <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CH>

FERNANDES, E. M. S. *et al.* Municipal Park Grounds and Microplastics Contamination. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 30, n. 12, p. 5202–5210, 2022.

GALAFASSI, S.; NIZZETTO, L.; VOLTA, P. Plastic sources: A survey across scientific and grey literature for their inventory and relative contribution to microplastics pollution in natural environments, with an emphasis on surface water. **Science of the Total Environment**, Elsevier B.V., 25 nov. 2019.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made - Supplementary Information. **Science Advances**, v. 3, n. 7, p. 19–24, 2017.

The World Bank Group, 2021. World Bank. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?locations=MN>.

GUERRANTI, C. *et al.* Microplastics in cosmetics: Environmental issues and needs for global bans. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 68, n. March, p. 75–79, 2019.

HABIB, R. Z. *et al.* Analysis of microbeads in cosmetic products in the United Arab Emirates. **Environmental Pollution**, v. 258, 1 mar. 2020.

HALE, R. C. *et al.* A Global Perspective on Microplastics. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 125, n. 1, 2020.

HELCOSKI, R. *et al.* Wetland soil microplastics are negatively related to vegetation cover and stem density. **Environmental Pollution**, v. 256, p. 113391, 2020.

HOVE, Anders; MEIDAN, Michal. Four contradictions in China’s energy and environmental policies in 2023. The Oxford Institute for Energy Studies, 2023.

HUANG, J. *et al.* Microplastic pollution in soils and groundwater: Characteristics, analytical methods and impacts. **Chemical Engineering Journal**, v. 425, p. 131870, 2021.

JAMBECK, J. R.; Geyer, R.; Wilcox, C.; Siegler, T. R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R.; Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, 347(6223), 768–771. doi:10.1126/science.1260352

JENNER, L. C. *et al.* Detection of microplastics in human lung tissue using  $\mu$ FTIR spectroscopy. **Science of the Total Environment**, v. 831, 20 jul. 2022.

JIANG, C. *et al.* Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau. **Environmental Pollution**,

v. 249, p. 91–98, 2019.

KIDA, M.; KOSZELNIK, P. *Investigation of the Presence and Possible Migration from Microplastics of Phthalic Acid Esters and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 29, n. 2, p. 599–611, 1 fev. 2021.

KIM, S. W. *et al.* *Effects of Different Microplastics on Nematodes in the Soil Environment: Tracking the Extractable Additives Using an Ecotoxicological Approach*. **Environmental Science and Technology**, v. 54, n. 21, p. 13868–13878, 2020.

KUMAR, R.; SHARMA, P. *Recent Developments in Extraction, Identification, and Quantification of Microplastics from Agricultural Soil and Groundwater*. Chapter 7, p. 125–143. doi:10.1007/978-981-15-6564-9\_7

KUTRALAM-MUNIASAMY, G. *et al.* *An overview of recent advances in micro/nano beads and microfibers research: Critical assessment and promoting the less known*. **Science of the Total Environment**, v. 740, p. 139991, 2020.

LAU K. “A Subaltern Perspective on China’s Ecological Crisis”. Em: <https://monthlyreview.org/2018/10/01/a-subaltern-perspective-on-chinas-ecological-crisis/>. 2018.

LEBRETON, L.; ANDRADY, A. *Future scenarios of global plastic waste generation and disposal*. **Palgrave Communications**, v. 5, n. 1, 1 dez. 2019.

LESLIE, H. A. *et al.* *Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood*. **Environment International**, v. 163, 1 maio 2022.

LI, LIANZHEN, *et al.*, 2020. *Effective uptake of submicrometre plastics by crop plants via a crack-entry mode*. **Nature Sustainability**, v. 3, n. 11, p. 929–937, 2020.

LI, J.; LIU, H.; PAUL CHEN, J. *Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection*. **Water Research**, v. 137, p. 362–374, 2018.

LIU, M. *et al.* *Microplastic and mesoplastic pollution in farmland soils in suburbs of Shanghai, China*. **Environmental Pollution**, v. 242, p. 855–862, 1 nov. 2018. **Liupanshui City Bureau of Industry and Information Technology China**, 2019. *Guide catalogue of industrial structure adjustment*. [http://gxj.gzlps.gov.cn/tzgg42429/201912/t20191224\\_36215570.html](http://gxj.gzlps.gov.cn/tzgg42429/201912/t20191224_36215570.html).

LONG, Z. *et al.* *Anthropocene microplastic stratigraphy of Xiamen Bay, China: A history of plastic production and waste management*. **Water Research**, v. 226, n. October, p. 119215, 2022.

MAGUIRE, R. *et al.* *A review of Single-use Plastic Waste Policy in 2018: What will 2019 hold in store?* **Queens University of Technology**, p. 1–4, 2019.

MAMUSA, M. *et al.* *Historical Perspective. Encapsulation of volatile compounds in liquid media: Fragrances, flavors, and essential oils in commercial formulations*. **Advances in Colloid and Interface Science**, Elsevier, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102544>.

Acesso em 26 de julho de 2022.

MEIDES, N. *et al.* *Reconstructing the Environmental Degradation of Polystyrene by Accelerated Weathering.* **Environmental Science & Technology**, v. 55, n. 12, p. 7930–7938, 15 jun. 2021.

MENDRIK, F. M. *et al.* *Species-specific impact of microplastics on coral physiology.* **Environmental Pollution**, v. 269, p. 116238, 2021.

Nations, t.U., 2021. The united nations-world population prospect. [https://population.un.org/wpp/\(resources\)](https://population.un.org/wpp/(resources)). (United Nations, 2021).

NATIONAL BUREAU OF STATISTICS OF CHINA (NBSC). *China Statistical Yearbook*. Vários anos. <http://www.stats.gov.cn/english/>

NAUGHTON, B. J. Economic growth from high-speed to high-quality. In: Shambaugh, D. *The China Reader: Rising Power*. New York: Oxford University Press, 2016.

NIELSEN, T. D. *et al.* *Politics and the plastic crisis: A review throughout the plastic life cycle.* **Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment**, v. 9, n. 1, p. 1–18, 2020.

NIZZETTO, L.; FUTTER, M.; LANGAAS, S. *Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin?* **Environmental Science and Technology American Chemical Society**, 18 out. 2016.

NOWACK, B. *et al.* *Formation of fiber fragments during abrasion of polyester textiles.* **Environmental Science and Technology**, v. 55, n. 12, p. 8001–8009, 2021.

OECD (2014) *Economic outlook no 95. Long-term baseline projections.* **Organization for Economic Co-operation and Development.** [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO95\\_LTB](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO95_LTB). Acesso: 28 Nov. 2023.

O'KELLY, B. C. *et al.* *Microplastics in soils: An environmental geotechnics perspective.* **Environmental Geotechnics**, v. 8, p.586-618, 2021. Doi: 10.1680/jenge.20.00179.

OGUNOLA, O. S.; ONADA, O. A.; FALAYE, A. E. *Mitigation measures to avert the impacts of plastics and microplastics in the marine environment (a review).* **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 10, p. 9293–9310, 2018.

PATHAK E NICTER. *The Anthropology of Plastics: An Agenda for Local Studies of a Global Matter of Concern.* v. 01, p. 1–23, 2018.

PEEKEN, I. *et al.* *Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic.* **Nature Communications**, v. 9, n. 1, 2018.

Peixoto, D., Pinheiro, C., Amorim, Joã., Oliva-Teles, Luí., Guilhermino, Lú., Vieira, M.N., *Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review, Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.018>.

PLASTICS EUROPE. *Plastics Europe Association of Plastics Manufacturers Plastics—The Facts 2021 An analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.* **Plastics - the Facts**

2021, p. 34, 2021.

PNUMA. (2018). *SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability*. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic>

PRATA, J. C. *et al.* *Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects*. **Science of the Total Environment**, v. 702, p. 134455, 2020a.

PRATA, J. C. *et al.*, *The importance of contamination control in airborne fibers and microplastic sampling: Experiences from indoor and outdoor air sampling in Aveiro, Portugal*. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111522. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111522, 2020b.

PREBISCH, Raul. (1949). “O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus principais problemas”. In: BIELSCHOWSKY (2000). “Cinquenta anos de pensamento da CEPAL”.

QI, R. *et al.* *Behavior of microplastics and plastic film residues in the soil environment: A critical review*. **Science of the Total Environment**, v. 703, p. 134722, 2020.

RAGUSA, A. *et al.* *Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta*. **Environment International**, v. 146, p. 106274, 2021.

RIBEIRO, F. *et al.* *Accumulation and fate of nano- and micro-plastics and associated contaminants in organisms*. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 111, p. 139–147, 2019.

Rillig, Matthias C.; Ingrassia, Rosolino; de Souza Machado, Anderson A. (2017). *Microplastic Incorporation into Soil in Agroecosystems*. **Frontiers in Plant Science**, v.8, article 1805. doi:10.3389/fpls.2017.01805.

ROSSINI, G.; CARDOSO, F. G.; FAVARETO, A. Introdução: Democracia, Desenvolvimento e Sustentabilidade em Perspectiva em ROSSINI, G.; CARDOSO, F. G.; FAVARETO, A. (orgs.), *Democracia, Desenvolvimento e Sustentabilidade - Perspectivas Teóricas e Desafios*, Santo André: Editora UFABC, 2022.

SANTOS, Luciana Galvão *et al.* *Critical steps for microplastics characterization from the atmosphere*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 424, n. October 2021, p. 127668, fev. 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127668>.

SOUZA, Luiz Enrique Vieira de. *Civilização ecológica ou colapso ambiental? Em: China contemporânea: seis interpretações*. Ricardo Musse (org.). Editora Autêntica, Belo Horizonte, 2022.

STEINMETZ, Z. *et al.* *Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation?* **Science of the Total Environment**, v. 550, p. 690–705, 2016.

The State Council China, 2008. *Circular of the general office of the State Council on restricting the use of plastic shopping bags in production and sales*. In: China, T.S.C.o (Ed.), **The State Council General Office**. [http://www.gov.cn/zhuanti/2015-06/13/content\\_2879030.htm](http://www.gov.cn/zhuanti/2015-06/13/content_2879030.htm).

TOUSSAINT, B. *et al.* *Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain*. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk*

**Assessment**, v. 36, n. 5, p. 639–673, 2019.

UNCTAD. *China's Policy Strategies for Green Low Carbon Development: Perspective from South-South Cooperation*. 2023.

UNITED NATIONS ORGANIZATION (ONU, 2015). *Probabilistic populations projections based on the world population prospects: the 2015 revision*. **United Nations Department of Economic and Social Affairs**. Disponível em: [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2015\\_Volume-I\\_Comprehensive-Tables.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2015_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf).

Acesso em 13 nov. 2023.

WALKER, T. R. *(Micro)plastics and the UN Sustainable Development Goals*. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 30, p. 100497, 2021.

WANG, Z. *et al.* *Microplastic contamination in freshwater: first observation in Lake Ulansuhai, Yellow River Basin, China*. **Environmental Chemistry Letters**, v. 17, n. 4, p. 1821–1830, 2019.

Wang, C., Liu, Y., Chen, W., Zhu, B., Qu, S., & Xu, M. (2021). *Critical review of global plastics stock and flow data*. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.13125.

WANG, C.; ZHAO, J.; XING, B. *Environmental source, fate, and toxicity of microplastics*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 407, n. May 2020, p. 124357, 2021.

WEN, Z. *et al.* *China's plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide*. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2021.

WONG, J. K. H. *et al.* *Microplastics in the freshwater and terrestrial environments: Prevalence, fates, impacts and sustainable solutions*. **Science of the Total Environment**, v. 719, p. 137512, 2020.

WORLD BANK. *World Bank DataBase*. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

XU, Y. *et al.* *Prevention and Control Strategy for the Pollution of Agricultural Plastic Film*. **Chinese Journal of Engineering Science**, v. 20, n. 5, p. 96, 2018.

YAN, Z. *et al.* *Analysis of Microplastics in Human Feces Reveals a Correlation between Fecal Microplastics and Inflammatory Bowel Disease Status*. **Environmental Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 414–421, 4 Jan. 2022.

YANG, J. *et al.* *Effects of soil environmental factors and UV aging on Cu<sup>2+</sup> adsorption on microplastics*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 22, p. 23027–23036, 1 ago. 2019.

YANG, S. *et al.* *A comparative review of microplastics in lake systems from different countries and regions*. **Chemosphere**, v. 286, n. P2, p. 131806, 2022.

ZAINUDDIN, A. H. *et al.* *Occurrence, potential sources and ecological risk estimation of microplastic towards coastal and estuarine zones in Malaysia*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 174, n. January, p. 113282, 2022.

ZHOU, B. *et al.* *Microplastics in agricultural soils on the coastal plain of Hangzhou Bay, east China: Multiple sources other than plastic mulching film.* **Journal of Hazardous Materials**, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121814>.

ZHOU, Jie *et al.* *The microplasticosphere: Biodegradable microplastics addition alters soil microbial community structure and function.* **Soil Biology and Biochemistry**, v.156, p. 108211, 2021. doi:10.1016/j.soilbio.2021.108211.