



ELLEN MACARTHUR  
FOUNDATION

# EMBALAGENS FLEXÍVEIS À BASE DE PAPEL

**O potencial dessas soluções para ajudar a enfrentar a poluição causada por plásticos flexíveis de pequeno formato em mercados onde esses resíduos frequentemente acabam vazando para o meio ambiente.**

# CONTEÚDO

<b>00</b>	<b>RESUMO EXECUTIVO</b>	<b>5</b>
<b>01</b>	<b>EMBALAGENS DE PAPEL PROJETADAS DE FORMA RESPONSÁVEL: UMA FERRAMENTA VALIOSA EM UMA ESTRATÉGIA DE ECONOMIA CIRCULAR</b>	<b>11</b>
<b>02</b>	<b>EMBALAGENS FLEXÍVEIS À BASE DE PAPEL E SEUS POTENCIAIS BENEFÍCIOS, RISCOS E LIMITAÇÕES</b>	<b>16</b>
<b>03</b>	<b>SEIS CRITÉRIOS ESSENCIAIS PARA EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE PAPEL DESENHADAS DE FORMA RESPONSÁVEL</b>	<b>24</b>
<b>04</b>	<b>FECHANDO A LACUNA: AS INOVAÇÕES NECESSÁRIAS</b>	<b>32</b>
<b>05</b>	<b>O QUE É NECESSÁRIO PARA AUMENTAR A ESCALA DAS EMBALAGENS FLEXÍVEIS À BASE DE PAPEL DESENHADAS DE FORMA RESPONSÁVEL</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>39</b>

## INTUITO DESTE RELATÓRIO

**O combate ao desperdício e à poluição de embalagens plásticas flexíveis é essencial para solucionar a poluição por plásticos.** A década de trabalho da Fundação Ellen MacArthur sobre esse desafio, que culminou na Agenda 2030 dos Plásticos para as Empresas, identifica-o como uma das três principais barreiras sistêmicas para a implementação da economia circular e a redução da poluição por plásticos. Abordar essa questão é uma das principais prioridades de muitos participantes do setor.

**Como o interesse em embalagens flexíveis à base de papel como um caminho de solução está aumentando, questões importantes também estão surgindo** sobre seus benefícios, riscos e limitações, bem como sobre quais ações podem acelerar o desenvolvimento e a implantação de tais soluções de uma forma benéfica.

## CONTRIBUIÇÃO ESPERADA DESTE RELATÓRIO

**Este relatório oferece uma visão e diretrizes para a função que as embalagens de papel podem desempenhar no combate à poluição por plásticos flexíveis de pequeno formato, em mercados com altas taxas de vazamento desses resíduos para o meio ambiente.** As orientações reunidas aqui alinham quando – e sob quais condições – o papel pode contribuir, além de outras abordagens.

**Este documento também define o que é necessário para concretizar essa visão e suas garantias na prática,** incluindo caminhos para acelerar a inovação em design, produção e fornecimento responsáveis, além de ações das empresas e dos formuladores de políticas para implementar sistemas de garantia.

**As descobertas se baseiam em contribuições e conhecimentos de uma grande variedade de partes interessadas.** Mais de 60 especialistas de ONGs, marcas, fabricantes de embalagens plásticas e de papel e acadêmicos contribuíram com insights. A pesquisa da Plastic Waste Coalition of Action, do Consumer Goods Forum, embasou esse trabalho, além de uma análise técnica dedicada ao conteúdo de compostabilidade e biodegradabilidade conduzida pela Normec OWS. Essas contribuições foram sintetizadas pela Fundação Ellen MacArthur juntamente com sua própria pesquisa e análise de campo. Esse amplo envolvimento ajudou a garantir que as conclusões refletissem uma ampla base de perspectivas industriais e científicas, reunindo conhecimentos sobre desmatamento, gestão de resíduos, substâncias químicas perigosas, setor informal de resíduos, biodegradabilidade e inovação em embalagens em todo o mundo.





## ESCOPO DESTA RELATÓRIO

Este relatório é focado em embalagens flexíveis de pequeno formato em mercados com altas taxas de vazamento desses resíduos, onde os impactos das embalagens plásticas flexíveis são mais graves e, portanto, a oportunidade é mais significativa. Ao mencionar “embalagem flexível à base de papel”, estamos nos referindo a embalagens flexíveis feitas principalmente de um substrato celulósico, derivado de fibras de madeira ou não, e frequentemente combinadas com recursos de desempenho, como revestimentos, laminados, aditivos, adesivos e tintas.

**Os resíduos plásticos flexíveis são um problema global, mas a natureza do desafio, assim como as soluções necessárias, variam muito de acordo com o contexto.**

Em alguns países, as embalagens flexíveis são em grande parte coletadas, mas geralmente acabam incineradas, depositadas em aterros ou exportadas;<sup>1</sup> em outros, as baixas taxas de coleta e a má gestão generalizada dos resíduos levam a altos níveis de vazamento para o meio ambiente. Nesses casos, nos quais os catadores informais desempenham um papel fundamental nos sistemas de recuperação de resíduos, o baixo valor das embalagens de pequeno formato significa que raramente são coletadas e, com frequência, poluem o meio ambiente. Muitos desses mercados são países de renda média-baixa e média-alta, onde a demanda por embalagens flexíveis tem crescido rapidamente.<sup>2</sup> Sachês, em particular, são populares nesses mercados, valorizados pelos consumidores por sua conveniência, baixo custo e facilidade de armazenamento.

**Os mercados com sistemas formais de coleta e taxas de vazamento mais baixas não fazem parte do escopo deste relatório.** Qualquer uso de materiais alternativos nesses mercados deve ser considerado com escrutínio equivalente e altos padrões.

**A análise tem como foco embalagens flexíveis de pequeno formato, com tamanho A5 ou menor, como sachês, invólucros, bolsas e pequenos sacos tipo almofada.** O estudo examina as embalagens primárias, business-to-consumer (B2C),<sup>3</sup> que constituem uma parcela considerável da poluição por embalagens.<sup>4</sup> Esses formatos são comumente usados para produtos de uso diário, como salgadinhos, biscoitos, xampu, óleo de cozinha, café e leite.

**O relatório não prescreve escolhas específicas de empresas, produtos, segmento de consumidores ou países.** Em vez disso, apresenta princípios orientadores para apoiar a tomada de decisões caso a caso, que deve ser feita com considerável envolvimento das partes interessadas locais, reconhecendo que os resultados dependem muito do design da embalagem, dos sistemas locais de gestão de resíduos e do contexto social e econômico. Em diversas áreas, evidências ainda estão surgindo. Portanto, o relatório foi concebido como um ponto de partida e não como um guia definitivo.

**Todos os materiais de embalagem devem estar sujeitos a um nível equivalente de escrutínio e altos padrões.** Embora este relatório tenha como foco os materiais flexíveis à base de papel, qualquer outro material deve ser avaliado com base em padrões comparativamente altos para garantir que seus benefícios potenciais sejam alcançados e os riscos associados sejam ativamente mitigados.

**As embalagens flexíveis à base de papel têm o potencial de ajudar a combater uma das fontes mais desafiadoras de poluição de embalagens plásticas: embalagens flexíveis de pequeno formato em mercados com altas taxas de vazamento desses resíduos para o meio ambiente.**

**Para enfrentar esse desafio, são necessárias diversas ferramentas. O uso de papel nas embalagens pode ser uma delas, mas somente se for “projetado de forma responsável”, para evitar a substituição de um conjunto de problemas por outro.**

**Inovações promissoras estão surgindo, mas embalagens de papel que atendam a esses requisitos ainda não existem em escala, com o custo e o desempenho necessários. Por isso, este relatório exige investimentos urgentes e sistemáticos em inovação, orientados por seis critérios essenciais que definem o “design responsável”, a fim de desenvolver soluções à base de papel que proporcionem benefícios reais.**

**Avanços para combater a poluição de embalagens plásticas flexíveis de pequeno formato são urgentes.** Leves, funcionais, convenientes e econômicas, as embalagens plásticas flexíveis se tornaram onipresentes e são a categoria de embalagens plásticas que mais cresce<sup>5</sup> – e também são as mais difíceis de gerenciar após o uso. Devido ao seu pequeno tamanho e baixo valor, raramente são coletadas, principalmente em mercados em que a coleta de resíduos é informal. As embalagens plásticas flexíveis são responsáveis por 80% das embalagens plásticas que entram nos oceanos e apresentam algumas das taxas de reciclagem mais baixas do mundo.<sup>6</sup>

**Para enfrentar esse desafio, não existe uma solução única – são necessárias diversas ferramentas.** Como o tamanho dessas embalagens é a principal barreira para sua coleta, oportunidades para reduzir a dependência desse formato devem ser priorizadas sempre que possível. Nos casos em que formatos flexíveis continuem sendo utilizados, qualquer substituição de material deve ser acompanhada de esforços para ampliar sistemas eficazes de coleta e reciclagem, incluindo apoio aos catadores, que desempenham um papel fundamental em muitos contextos com altas taxas de vazamento de resíduos. As embalagens nunca devem ser concebidas para acabar no meio ambiente.

**Embalagens flexíveis à base de papel projetadas de forma responsável têm potencial para oferecer uma ferramenta adicional valiosa.** Sua principal vantagem em relação às embalagens flexíveis à base de plástico é que podem ser mais facilmente projetadas para serem recicláveis e biodegradáveis em diferentes ambientes.<sup>7</sup> Em regiões com altas taxas de vazamento de resíduos, isso poderia reduzir a poluição persistente por plástico no caso indesejado de a embalagem acabar no meio ambiente, além de possibilitar, no futuro, uma rota de reciclagem caso ocorram melhorias significativas nos sistemas de coleta e triagem. Como todas as soluções para enfrentar a poluição causada por embalagens plásticas flexíveis são desafiadoras e têm limitações, contar com mais uma ferramenta no conjunto de soluções seria útil.

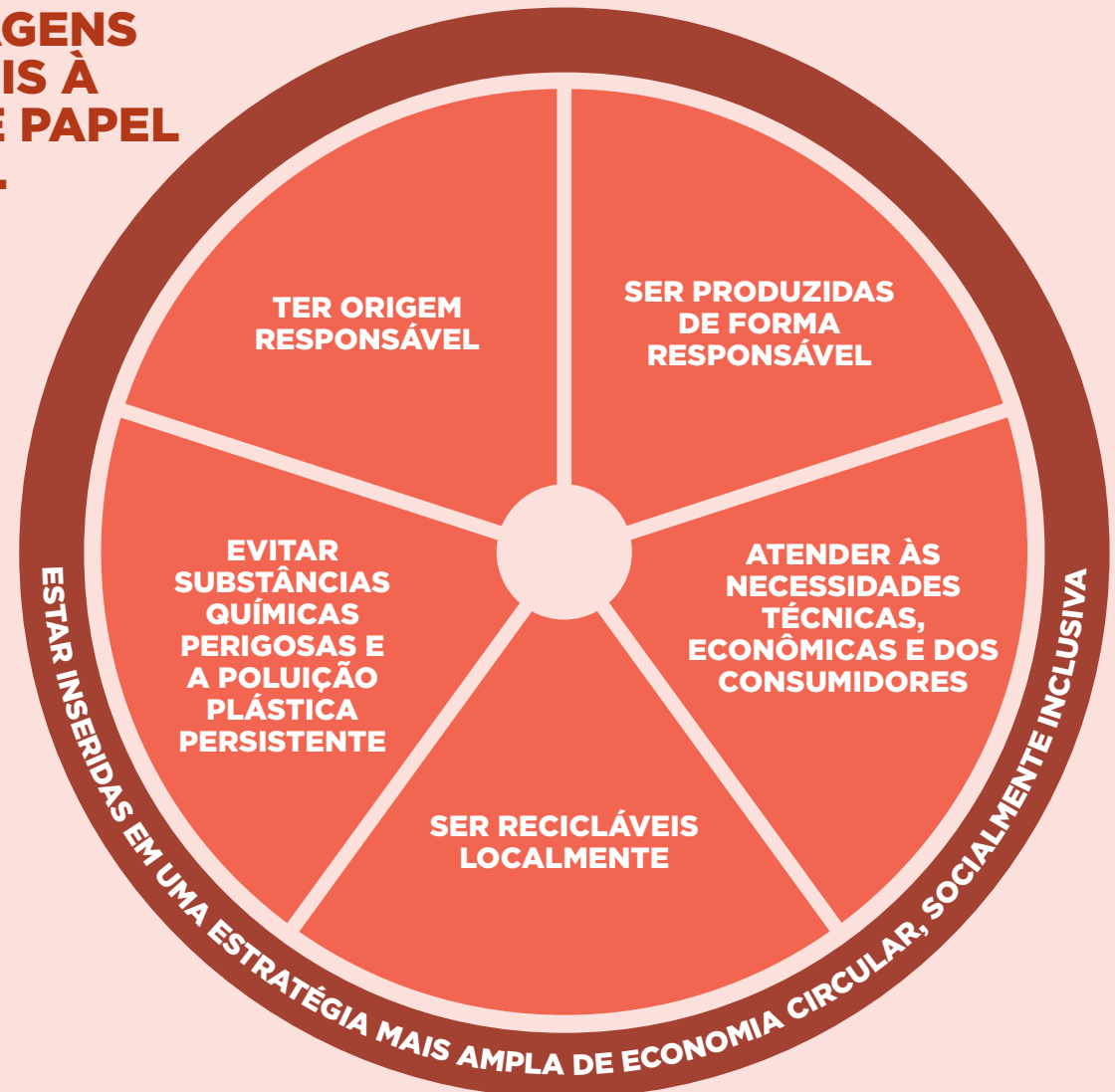


É fundamental que as embalagens flexíveis à base de papel sejam projetadas e obtidas de forma responsável para evitar a introdução de novos riscos ambientais e sociais significativos. A mudança para o papel pode trazer seus próprios riscos, incluindo contribuir para a degradação florestal e a perda de biodiversidade,<sup>8</sup> alto consumo de água e emissões de metano quando descartado em aterros em locais sem gestão adequada. Projetos que incorporam revestimentos poliméricos ou componentes químicos que não se biodegradam, ou que contêm substâncias químicas preocupantes, ainda podem gerar poluição persistente e introduzir riscos químicos evitáveis. Dado o grande volume de embalagens em questão, avaliar e mitigar proativamente esses riscos é central para garantir que as embalagens flexíveis à base de papel gerem benefícios reais.

Seis critérios essenciais definem o que caracteriza embalagens flexíveis de pequeno formato à base de papel projetadas de forma responsável. Em conjunto, eles fornecem parâmetros claros e orientações para inovadores, empresas e investidores, mostrando como o papel pode desempenhar um papel valioso ao mesmo tempo em que mitiga riscos. Esses critérios ajudam a garantir que a substituição por papel:

- não contribua para a degradação florestal;
- minimize os impactos ambientais durante a produção;
- atenda às necessidades técnicas, econômicas e do consumidor;
- seja compatível com a reciclagem em sistemas locais, quando coletado;
- não provoque liberação de substâncias químicas perigosas ou poluição plástica persistente;
- não prejudique os esforços para reduzir a dependência de flexíveis de pequeno formato.

## EMBALAGENS FLEXÍVEIS À BASE DE PAPEL DEVEM...



**Para concretizar essa oportunidade, são necessárias inovação significativa e ganho de escala.**

Atualmente, embalagens que atendam a todos os seis critérios não estão disponíveis para a grande maioria das aplicações. Os primeiros avanços indicam um impulso real, mas é necessário muito mais inovação e economias de escala para ampliar a gama de aplicações<sup>9</sup> nas quais o papel projetado de forma responsável se torne uma solução técnica e economicamente viável. Em particular, combinar biodegradabilidade com requisitos de desempenho e reciclabilidade continua sendo um desafio de inovação.

**A lacuna atual entre a ambição e as embalagens prontas para o mercado deve reforçar – e não desencorajar –, desde já, a inovação, o investimento e realização de projetos-piloto.**

Desenvolver e implementar embalagens à base de papel projetadas de forma responsável não acontecerá da noite para o dia. Haverá etapas intermediárias.<sup>10</sup> Essas etapas devem ser deliberadamente planejadas e concebidas para avançar rumo ao atendimento de todos os seis critérios.

Serão necessárias ações em quatro áreas principais para acelerar o desenvolvimento de embalagens flexíveis de pequeno formato à base de papel, projetadas de forma responsável, e estabelecer as garantias necessárias para orientar seu uso responsável:



**Acelerar a inovação** de soluções à base de papel que atendam a todos os critérios essenciais



**Estabelecer sistemas de coleta e reciclagem eficazes e socialmente inclusivos** para flexíveis à base de papel como parte de uma gestão integrada de resíduos



**Garantir cadeias de fornecimento de fibras sustentáveis e proteger as florestas**, tanto no nível das empresas quanto do sistema como um todo



**Promover e priorizar outras vias de solução** (eliminação, reúso) sempre que viáveis.

**Acabar com a poluição causada por embalagens plásticas flexíveis de pequeno formato e criar uma economia circular exigirá colaboração de longo prazo e um compromisso contínuo** tanto da indústria quanto de formuladores de políticas públicas. Se bem conduzidas, embalagens à base de papel projetadas de forma responsável podem contribuir para enfrentar a poluição por plástico e para a construção de uma economia circular, beneficiando as pessoas e o planeta.

# APOIO

A Fundação Ellen MacArthur gostaria de agradecer às organizações e aos indivíduos que contribuíram significativamente para o desenvolvimento desta agenda nos últimos seis meses por meio de diversas rodadas de revisão, sessões de grupos de trabalho e entrevistas com especialistas.

## PARCEIROS DE PENSAMENTO ESTRATÉGICO

**Canopy**

**Nandini Kumar**

Confederação da Indústria Indiana

**Professor Gaurav Goel**

Instituto Indiano de Tecnologia de Delhi

**Professor M. Reza Cordova**

Agência Nacional de Pesquisa e Inovação da Indonésia (BRIN) e Associação Alpha

**WIEGO**

**WRAP**

**WWF**

## GRUPO DE TRABALHO E OUTROS ESPECIALISTAS CONSULTADOS

Mais de 60 especialistas de ONGs, marcas, fabricantes de embalagens de papel e plástico e acadêmicos contribuíram com insights. A revisão técnica das seções relevantes foi fornecida por Carbon Trust, Food Packaging Forum e Normec OWS.

## ORGANIZAÇÕES QUE ENDOSSAM ESTE RELATÓRIO



## ENDOSSANTES PRIVADOS

**Professor Gaurav Goel e Dr John Williams**

Os endossadores apoiam a visão geral e as recomendações desta publicação. O relatório reflete áreas de amplo alinhamento, mas não necessariamente representa as opiniões detalhadas de cada organização endossadora sobre todos os aspectos da análise ou das conclusões, nem implica qualquer acordo por parte dessas organizações para adotar ações individuais ou colaborativas.

“Acolho este relatório, que reconhece que alternativas à base de papel podem ajudar a reduzir de forma significativa a poluição persistente por plástico, mas apenas quando são projetadas de forma responsável e alinhadas à infraestrutura local e às realidades regionais. O documento destaca corretamente que a simples substituição de materiais não é um atalho para a sustentabilidade e que benefícios ambientais reais dependem dessas considerações.”

**M. Reza Cordova, Professor Pesquisador**

**AGÊNCIA NACIONAL DE PESQUISA  
E INOVAÇÃO (BRIN) DA INDONÉSIA**

“Este relatório, respaldado por evidências e contribuições de diferentes partes interessadas, estabelece um primeiro panorama dos desafios e das condições críticas para transformar a promessa dos flexíveis à base de papel em uma realidade escalável. Ele enfatiza fortemente a necessidade de combinar escolhas criteriosas de materiais e inovação radical em materiais com colaboração profunda e avaliações baseadas em dados para desenvolver soluções de embalagem que protejam o produto e o planeta.”

**Gaurav Goel, Professor**

**INSTITUTO INDIANO DE TECNOLOGIA  
DELHI**

“Na Indonésia, onde embalagens flexíveis de pequeno formato frequentemente escapam dos sistemas de coleta e contribuem para o vazamento de resíduos no meio ambiente, precisamos urgentemente de soluções que funcionem no mundo real. Alternativas à base de papel projetadas de forma responsável – desenvolvidas com salvaguardas robustas e ampliadas por meio da inovação – podem ser um complemento importante à redução, reúso, reciclagem e aos investimentos em sistemas de resíduos inclusivos. Este relatório oferece diretrizes claras sobre quando e como soluções à base de papel podem gerar benefícios ambientais sem criar riscos não intencionais. Agora é o momento de uma ação coordenada entre indústria, formuladores de políticas e comunidades para acelerar a inovação, proteger as florestas, fortalecer os sistemas de coleta e impulsionar a transição para sistemas de materiais verdadeiramente circulares que funcionem para as pessoas, a economia e o planeta.”

**Widharmika Agung, Sócia e Diretora do escritório  
da Indonésia**

**SYSTEMIQ**

“Este relatório deixa claro que flexíveis à base de papel podem ser uma ferramenta valiosa, mas apenas quando projetados de forma responsável e implementados como parte de uma estratégia mais ampla de economia circular. Ele deve ser visto não como uma simples troca de material, mas como um desafio de transformação sistêmica que exige inovação, colaboração na cadeia de suprimentos e forte alinhamento de políticas para reduzir de forma significativa a poluição causada por embalagens flexíveis em mercados com altas taxas de vazamento de resíduos.”

**Anthony Perrotta, Sócio, Sustentabilidade  
e Economia Regenerativa**

**PA CONSULTING**

“O papel bem projetado e obtido de forma responsável, como descrito neste relatório, é uma das soluções viáveis contra a poluição por plástico. No entanto, precisamos de mais inovação para ampliar a escala e as aplicações das embalagens à base de papel, incluindo tecnologias de revestimento e adesivos. Esperamos que este relatório destaque a necessidade de investimentos adicionais e inovação nesse campo, bem como das salvaguardas necessárias.”

**Allison Lin, Vice-presidente Global da Healthy Planet  
MARS**

“A Nestlé acredita que embalagens flexíveis à base de papel podem desempenhar um papel valioso na redução do uso de plástico virgem e na minimização dos resíduos e da poluição associados às embalagens flexíveis. Este relatório oferece às partes interessadas uma visão comum muito necessária e um conjunto claro de critérios para garantir que soluções de embalagens flexíveis à base de papel sejam desenvolvidas e implementadas de forma responsável. Convidamos toda a cadeia de valor e os formuladores de políticas a se juntarem a nós na adoção de ações para acelerar a inovação alinhada a esses critérios, ao mesmo tempo em que priorizamos sistemas de coleta e reciclagem para todas as embalagens.”

**Gilles Demareux, Diretor de Desenvolvimento Global  
de Embalagens  
NESTLÉ**

“Empresas, governos, instituições financeiras e a sociedade civil têm todos um papel a desempenhar para continuar impulsionando a circularidade das embalagens. Esperamos que este relatório ajude a alinhar todas as partes interessadas em torno de uma visão comum e de um conjunto de critérios críticos para avançar de forma responsável com flexíveis à base de papel como uma das possíveis alavancas para apoiar a circularidade.”

**David V Allen, Vice-presidente de Embalagens Sustentáveis  
PEPSICO**

“A próxima geração de embalagens flexíveis à base de papel é um foco central para a Unilever e uma prioridade para todo o setor. Este relatório é claro quanto ao papel importante que o papel desempenhará e sobre o que será necessário para ampliar soluções que sejam desejáveis para os consumidores, melhores para o meio ambiente e viáveis para as empresas.”

**Pablo Costa - Diretor Global de Embalagens,  
Digital & Transformação  
UNILEVER**

“Empresas que buscam embalagens flexíveis mais sustentáveis precisam evitar sair da ‘frigideira’ do plástico para cair no ‘fogo’ do papel. Este relatório oferece uma boa visão das opções e das armadilhas — algo essencial em um contexto em que o fornecimento de fibra de madeira sustentável está cada vez mais restrito e grande parte do papel virgem ainda contém fibras florestais de alto risco.”

**Nicole Rycroft, Diretora Executiva  
CANOPY**

“Sachês plásticos e outros plásticos flexíveis de pequeno formato são produzidos e vendidos aos bilhões em todo o mundo e estão entre os formatos de embalagens descartáveis com maior propensão ao vazamento para o meio ambiente, contribuindo para poluição persistente e riscos aos ecossistemas e à saúde humana. Este relatório apresenta um caminho claro e baseado em evidências para mitigar esses impactos, incluindo a redução da dependência de plásticos convencionais e o avanço de alternativas à base de fibras e papel projetadas de forma responsável, que podem apoiar maior circularidade.”

**Dr. Manuel Brunner, Gerente Sênior, Inovação e  
Investimentos em Materiais Sustentáveis  
MINDEROO FOUNDATION**

“Considerando o papel crucial desempenhado pelos catadores na cadeia de reciclagem, qualquer intervenção na cadeia de valor precisa ser cuidadosamente desenhada, avaliando quais podem ser os impactos sobre os meios de subsistência desses guardiões da economia circular. Por isso, acolho a reflexão cuidadosa por trás do relatório ‘Paper-Based Flexible Packaging: The role it could play in tackling small-format flexible plastic pollution in markets with high leakage rates’. À medida que avançamos rumo a uma maior circularidade, não podemos deixar de lado o objetivo de maior inclusão.”

**Sonia Dias, Especialista em Resíduos  
WIEGO**

“Embalagens flexíveis de pequeno formato são um dos principais contribuintes para a poluição por plástico, especialmente em mercados com altas taxas de vazamento de resíduos, tornando-se um dos desafios mais urgentes que enfrentamos. A substituição de materiais tem um papel importante a desempenhar para enfrentar essa crise, mas precisa ser aplicada de forma criteriosa – em conjunto com soluções de eliminação e reúso – para evitar compensações indesejadas. Este relatório fornece as diretrizes necessárias e orientações práticas para garantir que qualquer transição para embalagens à base de papel seja conduzida de forma responsável e gere benefícios ambientais e sociais reais.”

**Erin Simon, Vice-presidente e Diretora de Resíduos  
Plásticos e Negócios  
WWF**



# 01

**EMBALAGENS DE  
PAPEL PROJETADAS  
DE FORMA  
RESPONSÁVEL:  
UMA FERRAMENTA  
DENTRO DE UMA  
ESTRATÉGIA  
DE ECONOMIA  
CIRCULAR**

**Será necessário um conjunto de abordagens complementares para combater a poluição e os resíduos de plástico flexível de pequeno formato em mercados com altas taxas de vazamento.** Elas podem ser agrupadas em duas frentes principais:

- **Reduzir a dependência em embalagens flexíveis de pequeno formato** por meio de modelos alternativos de entrega e formatos de embalagem que eliminem a necessidade desse tipo de embalagem, incluindo sistemas sem embalagem, modelos reutilizáveis ou formatos amplamente reciclados.
- **Projetar todos os flexíveis remanescentes para que se encaixem em uma economia circular**, reduzindo assim os impactos ambientais. A escolha do material é uma parte fundamental desse processo, incluindo embalagens biodegradáveis à base de papel destinadas para reciclagem, embalagens biodegradáveis à base de plástico destinadas para compostagem e plásticos flexíveis recicláveis.

**Embalagens flexíveis à base de papel projetadas de forma responsável têm potencial para ser uma ferramenta valiosa dentro de uma estratégia mais ampla de economia circular.** Isso é particularmente relevante quando a probabilidade de vazamento é alta e reduzir a dependência de flexíveis de pequeno formato não é imediatamente viável.

**Determinar o caminho mais adequado é complexo.** Exige pesquisa significativa e o envolvimento de atores locais. Esta seção oferece orientações de alto nível para apoiar essas análises mais aprofundadas e específicas de cada contexto.

**Em todos os casos, é essencial dimensionar uma infraestrutura eficaz de coleta, classificação e reciclagem.** Isso é fundamental para reduzir o vazamento e garantir que todas as embalagens permaneçam fora do meio ambiente e circulem dentro da economia.

## REDUZIR A DEPENDÊNCIA EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE PEQUENO FORMATO

**Modelos alternativos de entrega, como reuso e sistemas sem embalagem, devem ser priorizados sempre que forem alternativas viáveis e benéficas.**<sup>11</sup> É difícil gerenciar embalagens flexíveis de pequeno formato quando se tornam resíduos, independentemente do material. Evitar a geração de resíduos de embalagens desde o início é a maneira mais direta de enfrentar o problema do desperdício e da poluição.

**Quando modelos alternativos de entrega não forem viáveis, migrar de embalagens flexíveis pequenas e de porção única para formatos maiores e amplamente reciclados pode reduzir a poluição.** Embalagens maiores, com maior valor material para os catadores, podem incentivar a coleta. Avaliações de ciclo de vida – que incluam os desfechos de fim de vida – são necessárias para compreender os compromissos entre uso de material e probabilidade de poluição.

**Evidências sugerem que reduzir a dependência de flexíveis de pequeno formato por meio de modelos e formatos alternativos é viável no curto prazo.** Muitos produtos vendidos em sachês de pequena porção – como itens de cuidados domésticos ou pessoais e leite – já estão disponíveis em modelos de reuso ou em formatos maiores e amplamente reciclados nos mesmos mercados. Diversos estudos também indicam que a incapacidade de arcar com porções maiores não é, para muitos consumidores, uma barreira para a mudança para outros formatos.<sup>12</sup> Nas Filipinas, por exemplo, metade dos consumidores entre os 10% de domicílios de maior renda utiliza sachês de produtos de cuidados pessoais, enquanto um terço dos consumidores na faixa de menor renda não os utiliza;<sup>13</sup> tamanhos maiores de embalagem são frequentemente preferidos para alguns produtos, inclusive entre

consumidores de baixa renda.<sup>14</sup> Isso sugere oportunidades de curto prazo para promover formatos alternativos a uma parcela maior de consumidores em determinadas categorias de produtos.

**Colaboração, políticas públicas e desenvolvimento econômico mais amplo podem reduzir ainda mais, ao longo do tempo, o uso de embalagens de pequeno formato.** A expansão de modelos de negócio baseados em reuso pode acelerar essa mudança, ao mesmo tempo em que gera benefícios significativos para as empresas.<sup>15</sup> Embora projetos-piloto de reuso em pequena escala tenham demonstrado potencial, eles ainda são limitados em alcance.<sup>16</sup> Iniciativas de maior escala, envolvendo todo o setor, combinadas com intervenções de políticas públicas, podem ajudar a ampliar essas soluções ao superar barreiras que empresas individualmente não conseguem enfrentar sozinhas. Em paralelo, espera-se que o desenvolvimento econômico contínuo em mercados com altas taxas de vazamento de resíduos reduza ainda mais o número de consumidores que dependem de porções individuais para acessar produtos.

### LEITURA ADICIONAL



WWF e Fundação Ellen MacArthur,  
[Reuse in the Global South](#) (2025)

## PROJETAR AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS REMANESCENTES PARA A ECONOMIA CIRCULAR, REDUZINDO O IMPACTO AMBIENTAL

**Como nem todas as embalagens flexíveis podem ser evitadas, aquelas que continuarem sendo utilizadas devem ser projetadas para viabilizar a reciclagem de materiais, evitar substâncias químicas perigosas e reduzir a probabilidade de poluição persistente por plástico.**

Evitar a poluição plástica persistente é especialmente relevante em regiões onde não se espera, no curto prazo, a expansão de sistemas de coleta e gestão de resíduos para materiais de pequeno formato e onde, portanto, a probabilidade de vazamento é elevada.

**Nos casos em que alternativas às embalagens flexíveis de pequeno formato não forem viáveis, aprimorar esses formatos é o principal caminho para reduzir o impacto ambiental.** Em algumas categorias de produtos, alternativas viáveis às embalagens flexíveis são difíceis de identificar no futuro próximo, especialmente quando porções maiores não são desejáveis e modelos de refil são desafiadores, como no caso de determinados alimentos “on-the-go” (para viagem).

**A escolha do material é um elemento central no design de embalagens flexíveis, e a opção mais adequada varia conforme o contexto.** Entre os principais fatores a considerar estão se o fornecimento e a produção podem agravar riscos ambientais ou sociais em suas regiões, a viabilidade técnica e comercial da embalagem e o impacto ambiental considerando a infraestrutura local de gestão de resíduos e os prováveis desfechos de fim de vida.

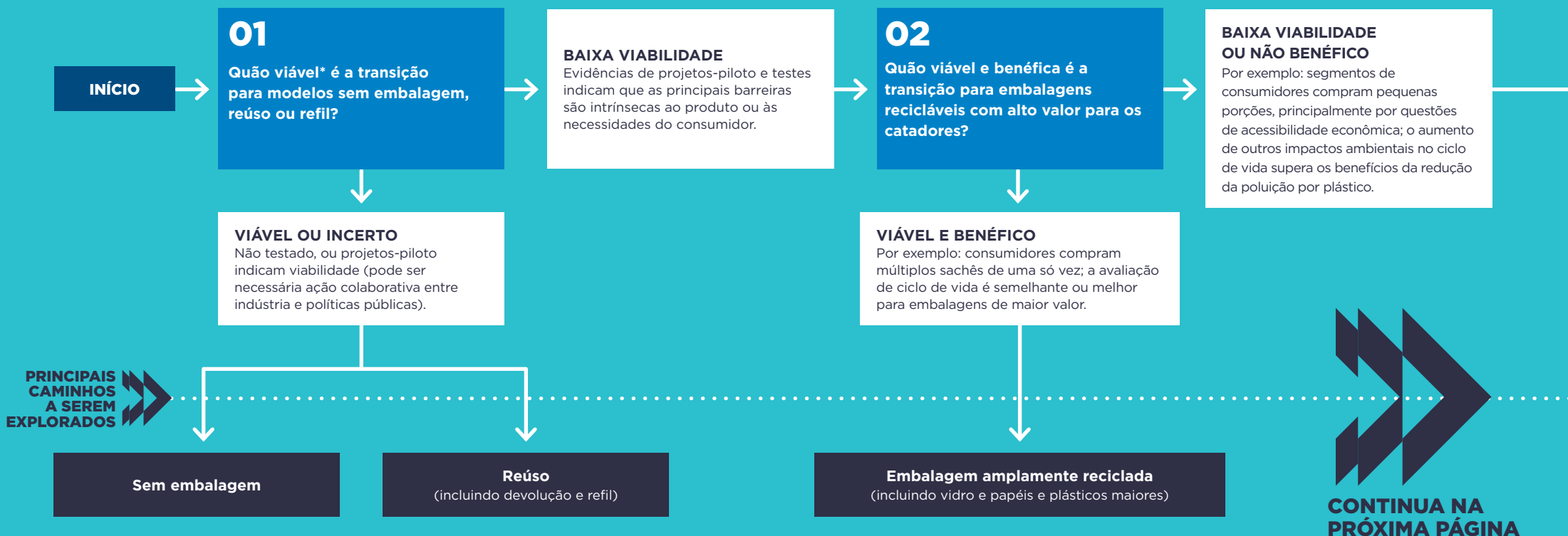
**Raramente existe uma resposta objetivamente “correta” na escolha de materiais: geralmente são necessários compromissos e julgamentos.** Os benefícios, limitações e riscos de cada opção devem ser avaliados levando em conta as condições e prioridades locais. Como resultado, a importância relativa de diferentes impactos – como poluição plástica persistente, emissões de gases de efeito estufa (GEE) ou uso de água – pode variar conforme o contexto. Além disso, essas avaliações podem depender de dados incompletos ou de premissas prospectivas, como quando e de que forma os sistemas de gestão de resíduos irão se expandir em determinada região.

**Embalagens flexíveis à base de papel projetadas de forma responsável podem ser uma opção valiosa quando a probabilidade de vazamento é alta.** Nesses contextos, elas podem ajudar a evitar a poluição plástica persistente no caso indesejado de chegarem ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que possibilitam a reciclagem à medida que os sistemas locais de coleta e triagem evoluem.

**As inovações no design de embalagens flexíveis devem caminhar em paralelo a investimentos contínuos em modelos alternativos de entrega.** Em muitos casos, o reuso e outros modelos podem desempenhar um papel relevante ao longo do tempo, mas seu sucesso depende de fatores que vão além do controle de uma única empresa, como infraestrutura compartilhada entre setores, políticas públicas e mudanças nos hábitos dos consumidores, nas cadeias de suprimento e nos ambientes de varejo. Nesses casos – em que as alternativas são o objetivo de longo prazo –, aprimorar o design das embalagens flexíveis de pequeno formato pode ajudar a gerenciar riscos no curto prazo, mas deve vir acompanhado de colaboração setorial e de esforços de advocacy para superar, ao longo do tempo, as barreiras à expansão de outros modelos de entrega.



REDUZIR A DEPENDÊNCIA DE FLEXÍVEIS DE PEQUENO FORMATO SEMPRE QUE POSSÍVEL



\*A viabilidade depende de fatores como logística, regulamentações e viabilidade técnica e comercial.

## PROJETAR AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS REMANESCENTES DENTRO DE UMA ECONOMIA CIRCULAR



CONTINUAÇÃO  
DA PÁGINA  
ANTERIOR

PRINCIPAIS  
CAMINHOS  
A SEREM  
EXPLORADOS

**03**

Quais opções de embalagens flexíveis são viáveis sem agravar os riscos ambientais ou sociais?

- Está atualmente disponível, é funcional e comercialmente viável?
- Pode ser desenvolvida antes que a reciclagem de embalagens plásticas flexíveis de pequeno formato alcance escala?
- Pode ser desenvolvida de forma a não agravar problemas ambientais e sociais? (ou seja, pressões sobre florestas ou recursos hídricos em regiões onde os limites ecológicos estão ameaçados)

**04**

Quais apresentam menores impactos ambientais considerando os desfechos de fim de vida no curto prazo?

- Qual a probabilidade de a embalagem vazar para o meio ambiente? (dependendo do tamanho, reciclabilidade, valor do material)
- Qual a probabilidade de descarte em aterros mal geridos e de queima?

**05**

Quais têm perspectivas mais promissoras de desfechos de fim de vida no futuro?

- Qual a probabilidade e a velocidade de expansão local da reciclagem de papel, da reciclagem de plásticos flexíveis e da compostagem?
- A embalagem foi projetada para ser compatível com esses sistemas locais de reciclagem ou compostagem esperados?

### CONSIDERAÇÕES PARA EMBASAR A ESCOLHA DO MATERIAL:

**À base de papel, reciclável e biodegradável**

Se for tecnicamente viável, e os riscos relacionados a florestas e uso de água forem administráveis no mercado em foco.

Se for provável que altas taxas de poluição persistam e que o descarte em aterros mal geridos seja menos provável.

Se as taxas de coleta e reciclagem previstas forem maiores para o papel do que para o plástico.

**Biodegradável, não à base de papel**

Se o impacto ambiental for menor do que o do papel, e for tecnicamente mais viável.

Se for provável que altas taxas de poluição persistam e que o descarte em aterros mal geridos seja menos provável.

Se houver expectativa de expansão da infraestrutura de compostagem e se isso não contaminar os sistemas locais de reciclagem.

**Plástico reciclável, não biodegradável**

Se o impacto ambiental for menor do que o de alternativas biodegradáveis, ou se essas alternativas não forem tecnicamente viáveis.

Se as taxas de poluição do plástico forem significativamente menores do que as do papel e a queima for menos provável.

Se as taxas de coleta e reciclagem previstas forem maiores para o plástico do que para o papel.

#### Observações:

- Esta avaliação é relevante para regiões onde o risco de vazamento de resíduos é elevado. Outras regiões, com contextos muito diferentes, não foram analisadas em profundidade neste relatório.
- As avaliações devem ser específicas ao produto, ao segmento de consumidores, ao canal e ao mercado, uma vez que as respostas podem variar significativamente conforme esses contextos. Diante disso, é necessário um volume considerável de evidências e o envolvimento de partes interessadas locais para responder a essas questões com precisão. As evidências e as conclusões resultantes podem evoluir ao longo do tempo.
- As avaliações não devem ser entendidas como determinísticas e frequentemente estarão distribuídas ao longo de um espectro. Em vez disso, o objetivo é evidenciar e priorizar as principais considerações.
- Múltiplas abordagens podem ser relevantes e adotadas em paralelo.
- Embora este material tenha sido desenvolvido principalmente para apoiar a tomada de decisão de marcas, formuladores de políticas públicas podem utilizar essas questões para identificar casos em que diferentes abordagens devem ser incentivadas e viabilizadas.

# 02

**EMBALAGENS  
FLEXÍVEIS  
À BASE DE  
PAPEL E SEUS  
POTENCIAIS  
BENEFÍCIOS,  
RISCOS E  
LIMITAÇÕES**

## BENEFÍCIOS: UM MEIO DE EVITAR A POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS

**Em mercados com altas taxas de vazamento de resíduos, o principal benefício potencial das embalagens flexíveis à base de papel é não contribuir para a poluição plástica persistente no caso indesejado de acabarem no meio ambiente.** No longo prazo, elas também podem ser recicladas nessas regiões, caso os desafios de coleta e triagem – que também afetam as embalagens plásticas flexíveis de pequeno formato – sejam superados.

**Ao mesmo tempo, embalagens à base de papel apresentam outros riscos, como degradação florestal e alto consumo de água, que precisam ser gerenciados com cuidado** para evitar resolver um problema criando outro. Se não forem desenvolvidas e implementadas de forma responsável, podem trazer novos riscos ambientais e sociais significativos e oferecer pouca ou nenhuma melhoria em relação ao plástico que substituem.

**Compreender esses potenciais benefícios, limitações e riscos é essencial para garantir que as embalagens flexíveis à base de papel sejam desenvolvidas e utilizadas de forma responsável.** Esta seção analisa os impactos mais relevantes, com base em pesquisas independentes e na expertise da indústria, de ONGs e da academia, com foco nos fatores mais importantes para a tomada de decisão em relação a flexíveis de pequeno formato. Essas conclusões fundamentam os seis critérios críticos para embalagens à base de papel projetadas de forma responsável, apresentados na seção seguinte.

**Alternativas projetadas de forma responsável e biodegradáveis em diferentes ambientes podem reduzir substancialmente a poluição plástica persistente.** Embora o objetivo de longo prazo seja eliminar totalmente o vazamento de resíduos, a expansão de sistemas abrangentes de coleta, triagem e reciclagem geralmente exige tempo significativo, investimento e intervenções de políticas públicas.

**Até lá, projetar embalagens para que se biodegradem completamente no caso indesejado de chegarem ao meio ambiente pode minimizar a poluição plástica e limitar o acúmulo de resíduos ao longo do tempo.**<sup>17,18</sup> Isso pode reduzir muitos dos impactos físicos associados a esse tipo de poluição – como ingestão por animais, sufocamento de habitats e danos por enchentes causadas por bueiros obstruídos.<sup>19</sup>

**Embora não exista forma de garantir que uma embalagem se biodegrade totalmente dentro de um determinado prazo ou em qualquer condição ambiental,<sup>20</sup> o atendimento às especificações existentes para compostagem doméstica<sup>21</sup> e biodegradação em ambientes marinhos, de água doce e do solo é, atualmente, o melhor parâmetro disponível.**<sup>22</sup> Essas especificações ajudam a garantir que embalagens que atendam a todos os critérios sejam significativamente menos persistentes e causem muito menos danos do que embalagens plásticas flexíveis convencionais não biodegradáveis na maioria dos ambientes reais.

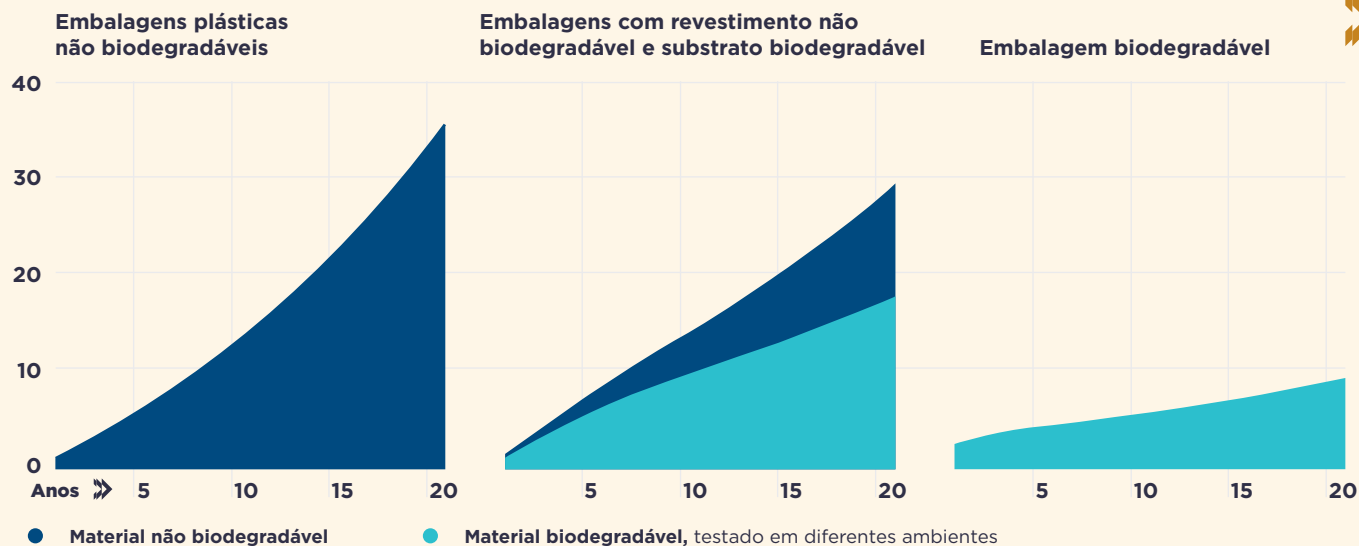
**No entanto, como o cumprimento dessas especificações não garante ausência total de impacto, eliminar completamente o vazamento de resíduos continua sendo o objetivo de longo prazo.** As condições do mundo real diferem dos testes de laboratório: a biodegradação tende a ser mais lenta, pode não ocorrer em todos os ambientes (como em vias asfaltadas) e varia conforme clima, umidade e condições microbiológicas. Mais pesquisas são necessárias para compreender melhor essas dinâmicas. Projeções (ver Figura 1) indicam que, mesmo quando as embalagens são projetadas para biodegradar, a poluição total continua aumentando ao longo do tempo se as vendas continuarem e as taxas de coleta não melhorarem – reforçando que o aprimoramento da coleta é essencial para eliminar a poluição.

**Uma comunicação clara com o consumidor é importante para reduzir o risco de aumento do descarte inadequado.** Estudos iniciais também sugerem que alguns consumidores podem se sentir mais propensos a descartar embalagens no ambiente aberto se acreditarem que elas são biodegradáveis.<sup>23,24</sup> Mesmo considerando esse possível aumento no descarte irregular, o acúmulo total de resíduos no ambiente tende a ser significativamente menor com embalagens biodegradáveis (ver Figura 1).<sup>25</sup> Ainda assim, as embalagens nunca devem ser concebidas para acabar no meio ambiente. Por isso, recomenda-se não destacar a biodegradabilidade nas embalagens. Em vez disso, a comunicação deve focar em orientações claras e específicas de descarte, alinhadas à infraestrutura local de coleta, reciclagem ou compostagem.

**Embalagens biodegradáveis podem levar a um acúmulo significativamente menor de resíduos no meio ambiente ao longo do tempo – mas, sem intervenções na coleta, o vazamento total continuaria aumentando**

Análise simplificada ilustrativa

Resíduos acumulados no meio ambiente (normalizado: vazamento de plástico no ano 1 = 1)



**INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

Ao longo do tempo, embalagens que atendem às especificações padrão de compostabilidade doméstica e biodegradação em diferentes ambientes resultam em uma carga acumulada muito menor de resíduos. Como itens à base de papel são mais pesados e mais propensos ao vazamento do que o plástico, o papel inicialmente contribui com uma massa maior de material no ambiente. No entanto, com o passar do tempo, o plástico não biodegradável continua a se acumular ano após ano, enquanto embalagens que atendem a essas especificações se biodegradam.

**Embalagens com revestimento não biodegradável e substrato biodegradável resultam em níveis de resíduos semelhantes aos das embalagens não biodegradáveis**, devido à biodegradação significativamente mais lenta causada pelo revestimento e ao maior peso da embalagem em comparação com materiais não biodegradáveis.

**Em todos os cenários, o vazamento anual e o acúmulo total de resíduos continuam a crescer se as vendas aumentarem e as taxas de coleta não melhorarem**, reforçando a importância de, no longo prazo, eliminar completamente o vazamento de resíduos.

Esse é um modelo conceitual simplificado. Modelagens mais detalhadas sobre o acúmulo de microplásticos e a produção de CO<sub>2</sub> de materiais selecionados – biodegradáveis e não biodegradáveis –, quando descartados no ambiente, considerando diferenças nas taxas de descarte, podem ser encontradas em pesquisas de Brouwer, M. T., et al. (2024).<sup>27</sup> Este modelo foca no acúmulo de resíduos no meio ambiente e não considera impactos relacionados à obtenção de materiais, produção, descarte em aterros ou queima.

**PREMISSA**

Três tipos de embalagens são introduzidos em uma área sem resíduos existentes no meio ambiente:

- Embalagens flexíveis convencionais à base de plástico não biodegradável
- Embalagens com revestimento não biodegradável em um dos lados e substrato biodegradável
- Embalagens que atendem às especificações padrão de compostabilidade doméstica e biodegradação em ambientes marinhos, de água doce e de solo.

As vendas de embalagens aumentam 5% ao ano, em linha com as taxas esperadas de crescimento do mercado de embalagens flexíveis.

As embalagens biodegradáveis têm 1,5 vez o peso de um item plástico equivalente; o revestimento não biodegradável representa 20% do peso da embalagem.

A taxa de vazamento para o meio ambiente permanece constante ao longo do tempo, sem mudanças nas taxas de coleta e descarte irregular. As taxas de descarte irregular são 10% mais altas para embalagens com componentes biodegradáveis do que para embalagens plásticas não biodegradáveis, refletindo possíveis diferenças no comportamento de descarte.<sup>26</sup> Para permitir a comparação, o peso das embalagens não biodegradáveis descartadas no meio ambiente no primeiro ano é definido como 1.

Taxas de biodegradação no meio ambiente:

- Uma vez no ambiente, materiais não biodegradáveis persistem e se acumulam ao longo do tempo (representados em azul escuro).
- Embalagens biodegradáveis em ambientes marinhos, de água doce, do solo e em condições de compostagem doméstica se decompõem gradualmente (azul claro). Nesta análise, assume-se que 60% da embalagem original se biodegrada após um ano, 80% após dois anos, 90% após três anos e 95% após quatro anos. Após quatro anos, o material remanescente se biodegrada a uma taxa de 50% ao ano. Esse processo é significativamente mais lento do que em condições de laboratório.
- Para embalagens com revestimento não biodegradável e substrato biodegradável, o substrato se biodegrada 60% mais lentamente do que em embalagens totalmente biodegradáveis, pois o revestimento reduz a área de superfície disponível para a biodegradação. Se o substrato tivesse revestimento não biodegradável em ambos os lados (o que não é considerado aqui), o processo de biodegradação seria ainda significativamente mais lento.

# LIMITAÇÕES: OS DESAFIOS DE COLETA E RECICLAGEM CONTINUAM

**Embalagens flexíveis de pequeno formato apresentam taxas de coleta muito baixas, independentemente do material.** Seu tamanho reduzido e baixo valor fazem com que raramente sejam coletadas na prática – geralmente abaixo de 5% na Índia e inferiores a 1% para plásticos flexíveis multimateriais na Indonésia.<sup>28,29</sup> Um trabalhador precisaria coletar mais de 60 pequenos sachês de papel para igualar o valor de uma única garrafa de PET.<sup>30</sup> Trata-se, fundamentalmente, de um desafio econômico e de escala da embalagem, e não de escolha de material.

**Se as taxas de coleta não aumentarem, a poluição provavelmente continuará significativa.** A massa total de resíduos que vazam para o meio ambiente tende a crescer independentemente da embalagem ser feita de plástico biodegradável ou papel biodegradável (ver Figura 1). Portanto, a substituição de materiais não deve desviar a atenção de esforços para expandir modelos de reuso, refil ou sistemas sem embalagem, nem da necessidade de construir sistemas eficazes de coleta e reciclagem para todos os tipos de embalagem.

**Embora tanto papel quanto plástico possam ser desenhados para serem reciclados, isso nem sempre se traduz em reciclagem na prática.** Por exemplo, embalagens flexíveis à base de papel com revestimento, que atendem a padrões de reciclabilidade como o 4Evergreen, podem ser processadas por fábricas de papel duplex, que representam cerca de um quarto da capacidade industrial na Índia.<sup>31</sup> Da mesma forma, plásticos flexíveis que atendem a diretrizes de design para reciclagem também poderiam ser reciclados. No entanto, enquanto não existirem sistemas de coleta, triagem e reciclagem viáveis economicamente, é pouco provável que essas embalagens sejam efetivamente recicladas.

**O papel tem a vantagem de contar com uma capacidade de reciclagem mais estabelecida do que os plásticos flexíveis, caso o desafio da coleta seja superado.** Em muitas regiões, papelão e papel não revestido historicamente apresentam

viabilidade econômica suficiente para coleta e reciclagem, ainda que em níveis modestos. Em alguns países, inclusive, a capacidade existente consegue absorver volumes adicionais de resíduos domésticos: fábricas de papel na Índia<sup>32</sup> e na Indonésia,<sup>33</sup> por exemplo, dependem atualmente de material reciclado importado. Na Índia, a capacidade de fábricas duplex poderia absorver uma migração de até 15% dos plásticos flexíveis para embalagens à base de papel até 2040.<sup>34</sup>

**Tanto a reciclagem de papel quanto a de plásticos flexíveis apresentam limites materiais inerentes.** Em ambos os casos, fibras e polímeros se degradam a cada ciclo, o que limita o número de reutilizações tecnicamente viáveis antes de perderem qualidade como embalagens. Certos usos – em especial aqueles que exigem alto desempenho mecânico, propriedades de barreira ou segurança para contato com alimentos – dependem de materiais de maior qualidade, controles rigorosos de higiene e rastreabilidade que, atualmente, papel e plástico pós-consumo muitas vezes não conseguem oferecer. A reciclagem química tem potencial para transformar embalagens flexíveis em plásticos de alta qualidade, mas geralmente apresenta baixos rendimentos, impactos ambientais maiores do que a reciclagem mecânica e capacidade ainda muito limitada.<sup>35</sup> Assim, mesmo reduzindo significativamente o uso de matéria-prima virgem, qualquer sistema de reciclagem de papel ou plástico ainda depende de insumos virgens, especialmente em aplicações mais exigentes como embalagens flexíveis.

**Em ambos os materiais, características como pequeno formato, contaminação e baixa qualidade do material comprometem a viabilidade econômica da reciclagem.** Esses fatores dificultam técnica e economicamente a coleta, triagem e transformação em materiais reciclados de alta qualidade. Mesmo onde há sistemas abrangentes de coleta, o tamanho reduzido pode tornar a triagem e reciclagem inviáveis. Resíduos de óleo, shampoo, pós e outros contaminantes podem levar à rejeição de materiais nas centrais de triagem. Evidências da Índia mostram que taxas

de rejeição de plásticos podem chegar a 25%,<sup>36</sup> ilustrando como a contaminação prejudica a eficiência e a economia da reciclagem. A sensibilidade à umidade também pode afetar a coleta e reciclagem de papel, especialmente durante períodos de monções.<sup>37</sup>

**A compostagem, tanto industrial quanto doméstica, é uma alternativa potencial de destinação final para embalagens à base de papel projetadas de forma responsável – mas exige a construção de sistemas adequados.** Há iniciativas bem-sucedidas, como áreas residenciais de resíduo zero em Delhi<sup>38</sup> e sistemas de circuito fechado em campus universitários. No entanto, apesar de demandar relativamente pouco investimento, a infraestrutura de compostagem ainda é escassa na maioria das regiões. E, mesmo onde existe, não elimina a necessidade de sistemas eficazes de coleta.

**Em última instância, melhorar a coleta e a reciclagem – ou a compostagem – de embalagens flexíveis de pequeno formato exigirá mudanças sistêmicas.** Iniciativas de grande escala para aumentar as taxas de coleta e triagem, aliadas ao desenvolvimento de embalagens em colaboração com recicladores locais, serão essenciais. Essas iniciativas devem garantir uma transição justa para todos os trabalhadores envolvidos. Políticas públicas também são fundamentais: instrumentos como responsabilidade estendida do produtor (REP), padrões obrigatórios de reciclabilidade e metas mínimas de conteúdo reciclado podem contribuir para melhorar a economia da reciclagem. No entanto, para flexíveis de pequeno formato, ainda há poucos exemplos (ou nenhum) em que essas medidas tenham sido suficientes para fechar a lacuna entre os custos de coleta, triagem e reciclagem e o valor de mercado dos materiais reciclados. Sem investimento colaborativo e ação coordenada de políticas públicas, os desafios de coleta e reciclagem persistirão, independentemente de as embalagens serem feitas de papel ou plástico.

# RISCOS: PRINCIPAIS QUESTÕES A SEREM ABORDADAS

A transição de plásticos para embalagens flexíveis à base de papel introduz um conjunto de riscos que precisam ser geridos ativamente. Alguns desses riscos estão especificamente associados à origem e produção do papel. Outros são impactos independentes do material, aplicáveis tanto a plásticos quanto a papel e outros materiais. Esses impactos são determinados mais pelo design da embalagem, pela forma de obtenção das matérias-primas e pela gestão do fim de vida do que pela escolha do material em si.

## RISCOS ESPECÍFICOS DO PAPEL

### AUMENTO DA PRESSÃO SOBRE AS FLORESTAS

**O mundo enfrenta desmatamento em larga escala e degradação florestal, com impactos na biodiversidade, armazenamento de carbono e comunidades locais, além de efeitos indiretos que podem intensificar desastres naturais.** Em várias regiões florestais, incluindo partes do Canadá,<sup>39,40</sup> paisagens florestais manejadas passaram de sumidouros de carbono a fontes líquidas de emissão. A degradação florestal pode comprometer a estabilidade do solo e o funcionamento das bacias hidrográficas, levando à erosão, deslizamentos de terra e maior risco de enchentes, agravando os efeitos de eventos climáticos extremos sobre comunidades locais. Esse fenômeno foi apontado como um dos fatores por trás das recentes enchentes repentinas em Sumatra.<sup>41</sup> A conversão de terras associada a práticas insustentáveis de manejo florestal também pode impactar negativamente comunidades locais, deslocando populações indígenas e rurais, interrompendo meios de subsistência e comprometendo direitos trabalhistas. À medida que a demanda por embalagens à base de papel aumenta, há o risco de amplificação dessas pressões caso a origem das matérias-primas não seja cuidadosamente gerida.<sup>42</sup>

**A natureza desses riscos e as intervenções adequadas variam conforme a região, dependendo da governança, das condições das florestas e das práticas de fornecimento.** Em algumas regiões, governança mais frágil, menor fiscalização regulatória e condições degradadas das florestas estão associadas a maiores riscos de desmatamento, conflitos fundiários e impactos sociais. Em outros contextos, plantações bem manejadas em áreas previamente degradadas, combinadas com práticas regenerativas<sup>43</sup> e operando sob salvaguardas legais, ambientais e sociais robustas, podem contribuir para a melhoria da biodiversidade e das condições de vida de comunidades vizinhas.<sup>44</sup>

**Em todo o mundo, a demanda por madeira já excede a oferta responsável<sup>45</sup> e o crescimento projetado da demanda por celulose e papel tende a intensificar essa pressão.** A exploração madeireira é o terceiro maior vetor de perda de cobertura arbórea, respondendo por cerca de um quarto das perdas globais, atrás apenas da expansão agrícola permanente e de incêndios florestais.<sup>46</sup> Estima-se também que contribua com cerca de um décimo das emissões globais anuais.<sup>47</sup> A produção de papel e outros produtos de fibra de curta duração já representa quase um quinto de toda a exploração madeireira – aproximadamente 5 bilhões de árvores por ano<sup>48</sup> –, e a demanda continua em crescimento.<sup>49</sup>

**Sem medidas robustas de mitigação, uma migração significativa de plásticos para embalagens flexíveis à base de papel pode aumentar consideravelmente a demanda global por papel.**

Embora essa mudança seja apenas um dos vários fatores que impulsionam a demanda por madeira, seu impacto não é desprezível: substituir apenas 10% do volume global de plásticos flexíveis por alternativas de papel virgem equivaleria a cerca de um quinto da atual oferta global de celulose certificada.<sup>50</sup>

**As práticas atuais de fornecimento podem ser problemáticas para o clima, a biodiversidade e os meios de subsistência, e mesmo quando há certificação, os impactos ambientais podem persistir.** Até metade de toda a celulose virgem utilizada na produção de papel pode vir de florestas antigas e ameaçadas,<sup>51</sup> enquanto apenas 23% da madeira industrial possui certificação do Forest Stewardship Council (FSC).<sup>52,53</sup> O uso de fibras certificadas contribui, mas não garante baixo impacto: a colheita em florestas manejadas pode reduzir os estoques de carbono em 30% a 50% em comparação com ecossistemas naturais, com recuperação que pode levar séculos.<sup>54</sup> Práticas inadequadas de manejo florestal podem levar à degradação de ecossistemas e ao esgotamento de recursos naturais, afetando não apenas florestas primárias ou antigas, mas todos os tipos de floresta, além de impulsionar a perda de biodiversidade.<sup>55,56,57</sup> Além disso, a limitada rastreabilidade da origem das fibras reduz a efetividade de certificações e da aplicação de políticas públicas, dificultando a distinção entre fontes responsáveis e práticas de alto risco.

**Além disso, o fornecimento com certificação responsável não está acompanhando o ritmo da demanda.** O volume de fornecimento com certificação confiável praticamente estagnou na última década<sup>58</sup> e deve crescer cerca de 50% mais lentamente do que a demanda por celulose até 2040,<sup>59</sup> o que significa que um aumento na demanda por papel de origem responsável por parte de algumas empresas tende mais a deslocar essa oferta certificada de outros segmentos do mercado do que a expandir o volume total disponível. A certificação robusta continua sendo uma ferramenta essencial para melhorar a transparência na cadeia de suprimentos e o manejo florestal, mas são necessárias melhorias para evitar agravamento das mudanças climáticas e dos danos ecológicos.

**No nível de cada empresa, aplicar boas práticas de redução, abastecimento, reciclagem e certificação é fundamental – porém isso precisa ser acompanhado por intervenções mais amplas, em nível sistêmico, que enfrentem as limitações estruturais da oferta e promovam a adoção consistente dessas práticas em todo o setor.** O relatório Forest 500 de 2025 evidencia essa lacuna: embora um pequeno grupo de empresas influentes demonstre liderança na proteção das florestas, quase metade das 500 maiores empresas envolvidas em cadeias de suprimento relacionadas a florestas não possui compromissos de desmatamento zero para celulose e papel.<sup>60</sup> As ações necessárias, tanto no nível empresarial quanto sistêmico, são detalhadas na seção seguinte sob “Condição crítica 1: Origem responsável”.

**Os riscos e impactos associados ao fornecimento devem ser considerados para todos os materiais, não apenas para a madeira.** Embora o papel de fibra virgem dependa diretamente de florestas e uso da terra, outras matérias-primas também apresentam riscos relevantes. Por exemplo, plásticos de base biológica e fibras alternativas podem gerar pressões sobre uso do solo e sistemas alimentares, devendo ser obtidos com base em padrões rigorosos.<sup>61</sup> Ainda que este relatório foque em embalagens à base de papel, matérias-primas fósseis utilizadas na produção de plásticos também

podem ter impactos significativos sobre a biodiversidade<sup>62</sup> e comunidades locais e devem ser avaliadas com o mesmo nível de rigor e exigência.

### O USO DE ÁGUA É MAIOR NA PRODUÇÃO DE PAPEL DO QUE NA DE PLÁSTICOS

**A produção de papel costuma consumir muito mais água do que a de plástico.** Embora o uso de água varie entre as diferentes instalações de produção de ambos os materiais, a produção de papel normalmente consome mais água em comparação com a mesma quantidade de plástico, por peso.<sup>63,64</sup> Isso reflete diferenças fundamentais nos processos de produção: a produção de celulose e o processamento de fibras dependem fortemente da água como meio de transporte, ao contrário dos plásticos, que utilizam predominantemente calor e reações químicas. Essa diferença pode ser ainda maior considerando que embalagens à base de papel geralmente utilizam mais material (em peso) do que suas equivalentes em plástico. Além disso, a pegada hídrica de outros componentes da embalagem (como camadas de barreira, adesivos e tintas) também deve ser levada em conta na avaliação dos impactos gerais.

**Mesmo com a adoção de melhores práticas, a produção de papel ainda apresenta uma pegada hídrica mais elevada.** Alguns fabricantes estão trabalhando para reduzir o uso de água por meio de sistemas de circuito fechado e iniciativas de gestão da água.<sup>65</sup> Essas medidas ajudam a minimizar a captação e a poluição e são passos importantes, mas, mesmo com tais melhorias, a produção de papel normalmente continua sendo mais intensiva em água do que a produção de plástico.

**O impacto do uso de água depende fortemente do contexto local.** Especialmente em regiões com escassez hídrica, a alta demanda por água pode agravar o estresse hídrico e pode exercer pressão direta sobre comunidades e ecossistemas locais.



## RISCOS PARA QUALQUER EMBALAGEM FLEXÍVEL

### EMISSÕES DE GEE SÃO ALTAMENTE DEPENDENTES DO CONTEXTO

Tanto para papel quanto para plásticos, as pegadas de gases de efeito estufa (GEE) variam amplamente dependendo do design da embalagem, das cadeias de suprimento e das matrizes energéticas locais. Em uma base por quilograma, as emissões provenientes da produção, conversão e formação são geralmente menores para o papel do que para o plástico de origem fóssil.<sup>66</sup> No entanto, embalagens flexíveis à base de papel normalmente requerem mais material em peso para alcançar o mesmo desempenho, o que pode compensar essas vantagens. Como regra geral aproximada, embalagens à base de papel podem apresentar emissões menores quando pesam menos de 1,5 vez o peso do plástico que substituem.<sup>67</sup> Isso não leva em consideração as rotas de fim de vida nem outros componentes da embalagem, como camadas de barreira, aditivos e tintas, que podem contribuir significativamente para as emissões totais de GEE.

**As práticas de fornecimento são fundamentais para os impactos gerais sobre o carbono.** A forma como o carbono é contabilizado no fornecimento de fibras tem uma grande influência nos resultados de GEE. Alguns estudos tratam o carbono biogênico como neutro em carbono, assumindo que as emissões liberadas durante a colheita, processamento ou descarte são compensadas pelo crescimento das florestas; no entanto, essa suposição pode ser enganosa. Avaliações robustas de ciclo de vida mostram que a omissão das perdas de carbono associadas ao abastecimento pode subestimar as emissões líquidas de GEE em 75–92%.<sup>68</sup> Ao contabilizar carbono, todo o ciclo de vida do produto deve ser considerado, de ponta a ponta. As emissões liberadas durante atividades de colheita (como o uso de motosserras) e processamento da madeira para produção de papel devem sempre ser incluídas. As emissões associadas ao fim de vida também devem ser devidamente contabilizadas.

**O tratamento de fim de vida é um dos fatores mais importantes na determinação das emissões totais de GEE tanto para papel quanto para plástico em regiões com altas taxas de gestão inadequada de resíduos.**

Nessas áreas, o descarte em aterros não controlados ou a queima podem representar até 50% das emissões totais relacionadas às embalagens.<sup>69</sup>

**Em regiões onde os resíduos são predominantemente queimados, embalagens flexíveis de papel podem apresentar uma pegada de carbono menor do que suas equivalentes em plástico.**

Quando queimados, ambos os materiais liberam carbono, mas a queima de plásticos fósseis – incluindo embalagens à base de papel com polímeros fósseis – adiciona novo carbono à atmosfera, enquanto o papel libera carbono biogênico que foi previamente absorvido da atmosfera durante o crescimento das árvores.

**Quando o aterro de forma não controlada é a principal forma de descarte, embalagens flexíveis à base de papel podem apresentar uma pegada de carbono maior do que as equivalentes em plástico.** Isso ocorre porque o papel pode se decompor de forma anaeróbica em aterros, liberando metano,<sup>70</sup> enquanto o plástico é em grande parte inerte. Mesmo onde há iniciativas de remediação de aterros, capturar metano de áreas antigas e não revestidas é difícil e frequentemente não é uma prioridade.<sup>71</sup> Como aproximação, o papel tende a apresentar menor impacto de GEE do que o plástico quando o descarte em aterro é menos de 1,5 vez mais provável do que a queima.<sup>72</sup>

### Fator associado à emissão de GEE

### Regra geral aproximada<sup>73</sup>

Embalagens flexíveis à base de papel podem ser menos intensivas em carbono do que suas equivalentes de plástico se...

#### Peso<sup>69</sup>

...tiverem menos que **-1,5x** o peso da embalagem equivalente em plástico<sup>74</sup>

#### Tratamento no fim da vida útil

... o descarte em aterro for **menos de -1,5x mais provável do que a queima<sup>75</sup>**

Observação: a regra geral não deve substituir uma avaliação caso a caso.

## IMPACTOS DE EUTROFIZAÇÃO AINDA SÃO POUCO COMPREENDIDOS

**Tanto resíduos de papel quanto de plástico podem contribuir para a eutrofização caso vazem para o meio ambiente.** A eutrofização é o enriquecimento de nutrientes em sistemas aquáticos que pode desencadear florações de algas e a redução de oxigênio. O papel pode liberar aditivos contendo nitrogênio mais rapidamente à medida que se decompõe, enquanto os plásticos podem afetar indiretamente os ciclos de nutrientes ao adsorver poluentes e alterar o comportamento alimentar de organismos aquáticos.<sup>76,77</sup>

**A magnitude desses impactos ainda é incerta, e mais pesquisas são necessárias.** Avaliações de ciclo de vida europeias geralmente não identificam a eutrofização como uma categoria de impacto relevante do papel;<sup>78</sup> no entanto, esses estudos tendem a excluir impactos decorrentes do vazamento para o meio ambiente. Especialistas sugerem que o risco de eutrofização associado a embalagens descartadas no ambiente é provavelmente menor do que aquele relacionado a resíduos alimentares também descartados,<sup>79</sup> mas as evidências sobre os impactos de eutrofização tanto de embalagens de papel quanto de plástico ainda são limitadas.

## RISCOS QUÍMICOS SÃO DETERMINADOS PRINCIPALMENTE PELO DESIGN DA EMBALAGEM, NÃO PELO MATERIAL UTILIZADO

**Tanto embalagens de papel quanto de plástico podem introduzir substâncias potencialmente nocivas no meio ambiente e nos sistemas de saúde humana.**

Estudos científicos identificaram quase 1.900 diferentes substâncias químicas em papel e papelão e cerca de 3.700 em plásticos. Ambos incluem substâncias per- e poli-fluoroalquil (PFAS) e outros compostos preocupantes.<sup>80</sup> Os riscos decorrem principalmente de aditivos, estabilizantes, monômeros residuais, tintas, adesivos, revestimentos e camadas de barreira, e não do material base em si. Essas substâncias podem migrar da embalagem para os alimentos, persistir nos ecossistemas e entrar nas cadeias alimentares, com potenciais impactos amplos na saúde humana, incluindo efeitos sobre os sistemas reprodutivo, imunológico e cardiovascular.<sup>81,82</sup>

**Os impactos são amplamente definidos pelo design da embalagem.** Embora sempre haja risco de substâncias não intencionalmente adicionadas entrarem no material, a pegada química total também depende fortemente dos componentes químicos intencionalmente utilizados. Portanto, projetar embalagens com foco na segurança química é essencial para reduzir riscos potenciais.

**As salvaguardas atuais precisam de harmonização.**

Os testes de ecotoxicidade, como os exigidos para a certificação de compostagem doméstica, não são aplicados de forma consistente em todo o mundo: alguns países exigem testes apenas com plantas, enquanto outros também incluem testes com minhocas e bactérias. Além disso, o uso intencional de substâncias presentes na lista de *Substances of Very High Concern* (Substâncias que Suscitam Elevada Preocupação) e de compostos orgânicos fluorados, embora o uso seja cada vez mais limitado por organizações de certificação em nível global, ainda requer maior alinhamento, e podem continuar existindo lacunas regulatórias significativas.

# 03

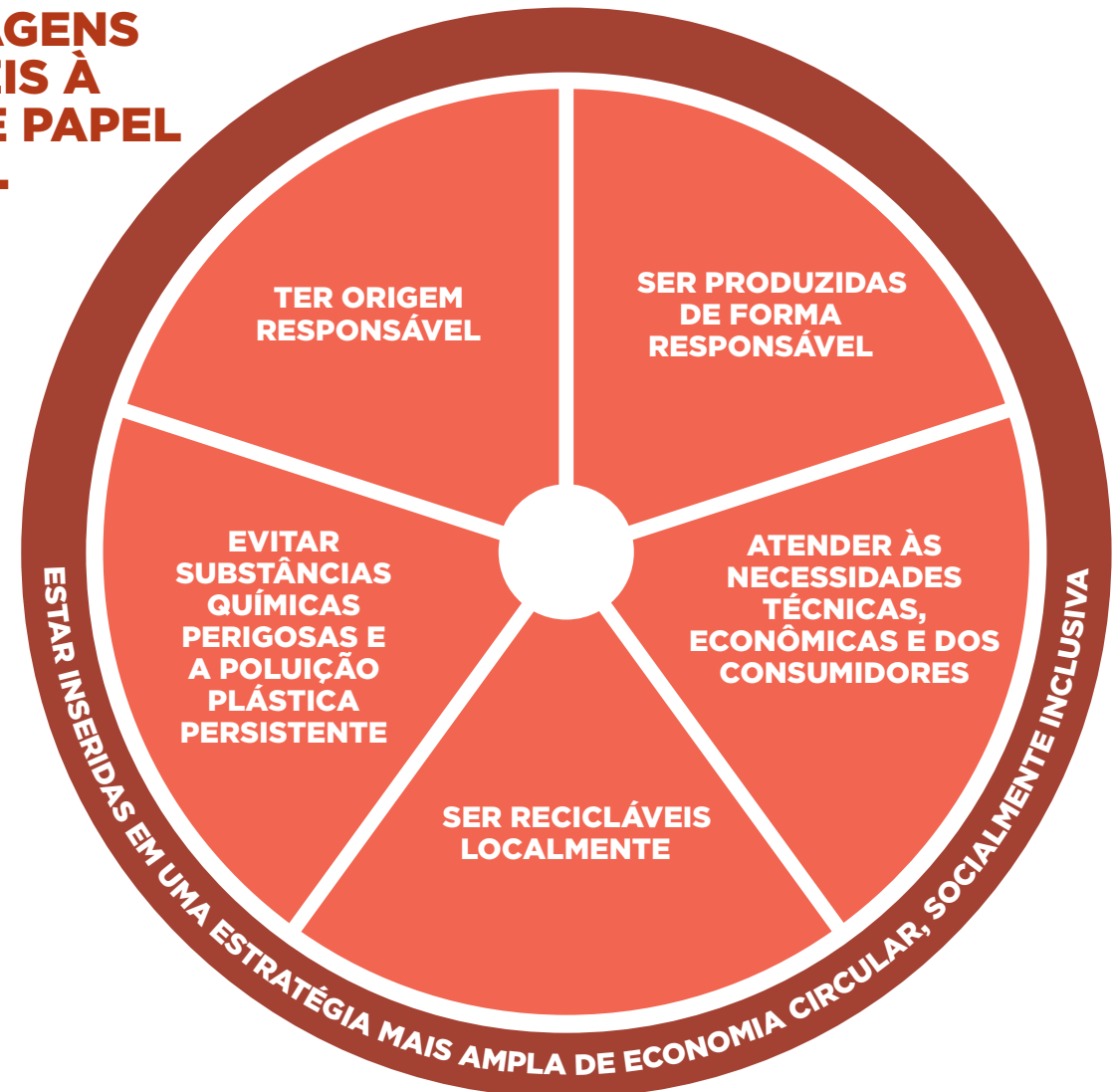
**SEIS CRITÉRIOS  
ESSENCIAIS PARA  
EMBALAGENS  
FLEXÍVEIS DE PAPEL  
DESENHADAS  
DE FORMA  
RESPONSÁVEL**

**Seis critérios essenciais definem uma estrutura para embalagens flexíveis de pequeno formato à base de papel em mercados com altas taxas de vazamento.** Em conjunto, eles fornecem parâmetros claros e orientações para inovadores, empresas e investidores, mostrando como o papel pode desempenhar uma função valiosa ao mesmo tempo em que mitiga riscos. Esses critérios se aplicam a toda a estrutura da embalagem, incluindo o papel base, as camadas de barreira, os adesivos e as tintas, vernizes e outros componentes. A falha em qualquer um deles pode prejudicar os resultados ambientais e a confiança nas alternativas à base de papel.

**Atualmente, embalagens que atendem a todos esses critérios não estão disponíveis para a grande maioria das aplicações.** Avanços iniciais indicam um movimento positivo, mas a inovação ainda é necessária para ampliar o número de aplicações em que o papel, desenhado de forma responsável, se torne uma solução técnica e economicamente viável. Em particular, combinar biodegradabilidade com requisitos de desempenho e reciclabilidade continua sendo um desafio de inovação. O ritmo e a viabilidade desse progresso variam conforme o produto<sup>83</sup> o tipo de embalagem, a geografia e o nível de maturidade da cadeia de suprimentos.

**A lacuna atual entre essa ambição e as soluções prontas para o mercado deve reforçar, e não desestimular, a necessidade de inovar, investir e testar desde já.** O desenvolvimento e a implementação de embalagens à base de papel projetadas de forma responsável não ocorrerão da noite para o dia. Haverá etapas intermediárias.<sup>84</sup> Essas etapas devem ser intencionalmente planejadas para avançar progressivamente no atendimento aos seis critérios.

## EMBALAGENS FLEXÍVEIS À BASE DE PAPEL DEVEM...





## TER ORIGEM RESPONSÁVEL

### OBJETIVO

Garantir que as embalagens flexíveis à base de papel não contribuam para aumentar a demanda por madeira além dos limites ecológicos e que os direitos e os meios de subsistência das comunidades locais e indígenas sejam respeitados.

### COMO

Implementar uma estratégia que combine ações individuais em nível empresarial (para reduzir o uso total de fibras, priorizar fibras ambientalmente preferíveis e garantir práticas de abastecimento alinhadas às melhores práticas) com esforços colaborativos em nível sistêmico. Desta forma, maximiza-se a adoção dessas práticas em todo o setor e ampliar o uso de fibras responsáveis não derivadas de madeira.

Além do conteúdo reciclado, fibras não derivadas de madeira obtidas de forma responsável – em especial as provenientes de resíduos agrícolas – podem desempenhar um papel importante na expansão da oferta de fibras sustentáveis para embalagens, quando ambiental e socialmente benéficas. Fibras de resíduos agrícolas obtidas de forma responsável podem ter impactos de uso do solo de 80% a 100% mais baixos e efeitos significativamente menores sobre biodiversidade e carbono em comparação à madeira convencional.<sup>88</sup> A expansão dessas matérias-primas exige investimento direcionado e colaboração.

### NA PRÁTICA

#### AÇÕES INDIVIDUAIS DAS EMPRESAS:

- **Adotar uma abordagem de portfólio para o uso de fibras, com o objetivo de reduzir o consumo total de matéria-prima virgem e priorizar, sempre que viável em cada aplicação, fibras ambientalmente mais adequadas.** Qualquer aumento no uso de fibra virgem decorrente da transição para embalagens flexíveis à base de papel deve, idealmente, ser compensado por reduções em outras partes do portfólio – como embalagens secundárias e terciárias – por meio de maior eficiência no uso de recursos (incluindo a eliminação de embalagens desnecessárias, a otimização do design e a priorização de soluções reutilizáveis quando possível) e da priorização de fibras recicladas e de fibras não derivadas de madeira obtidas de forma responsável, quando viáveis<sup>85</sup> e ambientalmente benéficas.<sup>86</sup>
- **Obter todas as matérias-primas de forma responsável, seguindo as melhores práticas** que protegem a biodiversidade, respeitam os direitos dos povos indígenas e das comunidades locais e melhoram a transparência e a responsabilidade em todas as cadeias de suprimentos. Isso inclui evitar o fornecimento de áreas ligadas ao desmatamento e à degradação florestal, manter os estoques de carbono e aplicar salvaguardas robustas para a terra e as pessoas. Práticas de fornecimento alinhadas ao Marco Global de Biodiversidade, como as definidas pela *Forest Positive Coalition do The Consumer Goods Forum (CGF)*, juntamente com uma certificação confiável (como a do FSC, reconhecida como o padrão mais robusto e confiável),<sup>87</sup> são ferramentas essenciais para melhorar a transparência e reduzir os riscos de desmatamento, degradação florestal e danos

sociais. Nos casos em que a certificação não seja suficiente para garantir segurança às comunidades locais, as empresas devem fortalecer suas próprias políticas internas, como mecanismos de denúncia e resolução de conflitos.

#### AÇÕES COLABORATIVAS DAS EMPRESAS:

- **Reivindicar regulações** que apoiem cadeias de suprimento livres de desmatamento e degradação e promovam a conservação florestal ao longo de toda a cadeia global.
- **Ampliar o uso de fibras responsáveis, não derivadas da madeira,** em todo o portfólio de embalagens, sempre que for benéfico para o meio ambiente, reconhecendo que a ampliação dessas inovações e cadeias de suprimentos exigirá tempo e investimento. Essas fibras devem ser recicláveis, de origem responsável e verificadas por meio de esquemas confiáveis.
- **Engajar-se com sistemas de certificação reconhecidos** para fortalecer a rastreabilidade da origem, a cadeia de custódia, as práticas regenerativas e sua implementação no nível necessário para evitar novos impactos climáticos e ecológicos. Isso exige maior investimento em sistemas de rastreabilidade e maior compartilhamento de dados ao longo da cadeia de valor.

### LIMITAÇÕES

Independentemente da certificação, existe um limite global para a quantidade de madeira que pode ser produzida de forma responsável. Por isso, reduzir a necessidade de embalagens desde a origem deve ser uma prioridade – por exemplo, por meio do reuso, sistemas de refil e eliminação de embalagens sempre que possível.



## SER PRODUZIDAS DE FORMA RESPONSÁVEL

### OBJETIVO

Garantir que embalagens flexíveis à base de papel não aumentem as pressões sobre o clima e os recursos hídricos, especialmente considerando a maior intensidade de uso de água na produção de papel e a grande variabilidade nas emissões de GEE.

### COMO

Adquirir, produzir e/ou utilizar embalagens à base de papel com os menores impactos ambientais possíveis. Esta seção foca no uso de água e nas emissões de GEE – dois dos impactos ambientais mais relevantes – ao longo de todo o ciclo de vida, da origem ao descarte.

### NA PRÁTICA

**Avaliar, monitorar e reduzir o uso de água e as emissões de GEE de todos os componentes da embalagem, incluindo substratos, revestimentos internos, camadas de proteção e aditivos, com atenção especial ao consumo de água em regiões com escassez hídrica.** Isso exige avaliações de ciclo de vida confiáveis, feitas caso a caso, que considerem dados específicos dos produtores, cadeias de suprimento locais e as condições reais de gestão de resíduos.

**Projetar embalagens considerando as emissões ao longo de todo o ciclo de vida, incluindo os destinos mais prováveis no fim da vida útil.** Reduzir o peso da embalagem pode diminuir significativamente as emissões de GEE. As condições locais de gestão de resíduos também influenciam fortemente o impacto climático total. À medida que os sistemas de gestão evoluem, essas dinâmicas podem mudar, reforçando a necessidade de avaliações contínuas e específicas ao contexto para determinar se o papel é a opção mais adequada. Esses efeitos ao longo do ciclo de vida também precisam ser analisados em conjunto com fatores ligados às etapas iniciais da cadeia, incluindo as emissões de origem biogênica e fóssil associadas ao abastecimento, que podem ser um fator determinante nas emissões de GEE.<sup>89</sup>

**Melhorar a eficiência energética e fazer a transição para fontes de energia renovável ao longo de toda a cadeia de suprimentos.** Isso inclui modernizações em fábricas de papel, como a substituição de caldeiras movidas a combustíveis fósseis.

**Aplicar práticas avançadas de gestão hídrica na produção de papel.** As grandes variações no consumo de água entre produtores indicam um potencial significativo de melhoria. Isso é particularmente relevante considerando que a indústria de celulose e papel está entre as maiores consumidoras industriais de água no mundo,<sup>90</sup> enquanto metade da população global vive sob condições de estresse hídrico severo por pelo menos um mês ao ano.<sup>91</sup> Países como Índia e Chile enfrentam simultaneamente alta escassez de água e crescimento acelerado da demanda por embalagens flexíveis, o que torna ainda mais importante a adoção de práticas eficientes no uso da água na produção e no abastecimento de embalagens à base de papel. Medidas para reduzir a pegada hídrica incluem diminuir o peso do papel utilizado, investir em sistemas de circuito fechado e alinhar as cadeias de suprimento a iniciativas de gestão sustentável da água. O consumo de água durante o processo de reciclagem também deve ser considerado na escolha de fibras e aditivos.

### LIMITAÇÕES

Mesmo com melhorias contínuas, o uso de água na produção de papel tende a permanecer elevado, já que o processo de produção de celulose depende fundamentalmente de água. Evitar a produção ou reciclagem de papel em regiões com escassez hídrica é uma forma de minimizar impactos.



# ATENDER ÀS NECESSIDADES TÉCNICAS, ECONÔMICAS E DOS CONSUMIDORES

## OBJETIVO

Permitir que as embalagens sejam levadas ao mercado sem gerar consequências indesejadas – como aumento do desperdício de alimentos, danos aos produtos ou rejeição por parte dos consumidores – que comprometam tanto os resultados ambientais quanto a viabilidade comercial.

## COMO

Garantir que a embalagem ofereça a proteção do produto, a vida útil e a usabilidade necessárias no contexto específico em que será utilizada, de forma economicamente viável tanto para as empresas quanto para os consumidores.

## NA PRÁTICA

**Definir as especificações da embalagem com base nas necessidades reais do produto, em vez de se apoiar em comparações com formatos padrão de embalagens plásticas flexíveis, que muitas vezes excedem o que de fato é necessário.** As exigências técnicas variam significativamente conforme o produto e a geografia, portanto as especificações devem ser estabelecidas a partir das condições em que a embalagem será utilizada. A comparação com formatos plásticos padrão pode levar a uma superespecificação sem agregar valor adicional. A reformulação do produto também pode viabilizar embalagens mais sustentáveis. Entre os principais fatores a considerar, estão as propriedades mecânicas, de barreira, formato, a processabilidade nas etapas de envase, a selagem e a rotulagem, desempenho na cadeia de suprimentos e no varejo, conveniência para o consumidor e viabilidade comercial.

**Investir em inovação para desenvolver soluções de embalagens à base de papel que atendam às necessidades técnicas, econômicas e dos consumidores, ao mesmo tempo em que contemplam todos os demais critérios essenciais.** O papel sozinho raramente oferece a funcionalidade necessária para a maioria das aplicações; revestimentos, aditivos ou camadas poliméricas geralmente são necessários para alcançar propriedades essenciais de barreira e desempenho. Esses componentes devem ser desenhados e combinados de modo a atender às exigências de desempenho e às expectativas dos consumidores, sem comprometer os demais critérios, mantendo a viabilidade econômica em escala comercial.

Para a maioria das aplicações, ainda não existem opções que atendam simultaneamente a todos esses requisitos. Em especial, a combinação entre biodegradabilidade, desempenho e reciclabilidade continua sendo um desafio de inovação. Também são fatores críticos a capacidade de processamento e a adequação das máquinas para trabalhar com embalagens à base de papel em tempos competitivos de produção. As inovações necessárias são detalhadas na próxima seção, em “Fechando a lacuna: as inovações necessárias”.

Ampliar a gama de aplicações em que soluções à base de papel, desenvolvidas de forma responsável, sejam técnica e economicamente viáveis exigirá colaboração em toda a indústria – incluindo marcas, fornecedores e formuladores de políticas públicas –, a fim de compartilhar conhecimento, distribuir custos e riscos e viabilizar ganhos de escala.

**Engajar os consumidores para incentivar o uso.** O sucesso também depende da aceitação do público, e soluções de embalagem que funcionam bem do ponto de vista técnico ainda podem entrar em conflito com as expectativas dos consumidores. As marcas podem desempenhar um papel relevante ao influenciar essa percepção e alinhar expectativas – por exemplo, por meio de designs prontos para exposição em prateleira e materiais de apoio para o varejo.



## SER RECICLÁVEIS LOCALMENTE

### OBJETIVO

Garantir que, quando combinadas a esforços para expandir a infraestrutura de coleta, as embalagens tenham alta probabilidade de serem efetivamente recicladas, mantendo os materiais em circulação na economia e reduzindo a necessidade de insumos virgens.

### COMO

Projetar embalagens à base de papel que sejam claramente reconhecíveis como papel e, após o uso, sejam fáceis de manusear por consumidores, catadores e classificadores e por sistemas formais de coleta. As embalagens também devem estar em conformidade com diretrizes de reciclabilidade reconhecidas – preferencialmente, diretrizes locais, quando disponíveis.

Em paralelo, é necessário contribuir para a expansão da infraestrutura por meio de colaboração e da implementação de políticas setoriais, garantindo que as embalagens à base de papel sejam, de fato, coletadas e recicladas.

### NA PRÁTICA

**Projetar embalagens em conformidade com diretrizes locais de reciclabilidade sempre que disponíveis.** Os critérios que determinam se uma embalagem à base de papel tem chances de ser coletada, selecionada e reciclada com sucesso variam conforme a geografia. Por isso, diretrizes locais devem ser aplicadas sempre que disponíveis. Na ausência dessas diretrizes, recomenda-se desenvolvê-las em conjunto com recicladores locais, considerando as condições e limitações do processamento na região, incluindo a disponibilidade de água.

**Utilizar diretrizes internacionais como referência quando não houver orientações locais.** Em regiões sem guias estabelecidos, diretrizes internacionais amplamente reconhecidas podem servir como ponto de partida, mas devem ser adaptadas às condições reais de processamento local<sup>92</sup> em vez de aplicadas de forma integral. Por exemplo, as diretrizes da 4Evergreen para “reciclagem em fábricas com processo convencional” ou “fábricas padrão” são uma referência concreta.<sup>93</sup> Embora tenham sido desenvolvidas no contexto europeu, são algumas das orientações disponíveis mais completas e amplamente apoiadas. Atender a esse padrão não garante que a embalagem será aceita ou processada com sucesso em todas as regiões, mas a maior parte de seus critérios de design contribui para aumentar a viabilidade técnica da reciclagem.

**Ampliar a infraestrutura de coleta e reciclagem por meio de colaboração e políticas em nível setorial.** Consulte o sexto critério essencial, “Integrar-se a uma estratégia mais ampla de economia circular socialmente inclusiva”, para mais detalhes.

### LIMITAÇÕES

A reciclagem em circuito fechado ainda é limitada para algumas aplicações. Por exemplo, papéis de grau alimentício frequentemente passam por “downcycling”, sendo transformados em outros tipos de papel, em vez de retornarem a aplicações equivalentes.



# EVITAR SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS PERIGOSAS E A POLUIÇÃO PLÁSTICA PERSISTENTE

## OBJETIVO

Garantir que as embalagens não introduzam substâncias perigosas – durante ou após o uso – e que não gerem poluição plástica caso vazem dos sistemas formais de gestão de resíduos. Como a expansão de sistemas abrangentes de coleta, triagem e reciclagem exige tempo, investimento e intervenções regulatórias significativas, projetar embalagens que evitem substâncias perigosas ou poluição plástica persistente funciona como uma garantia provisória, especialmente em mercados com baixos índices de coleta. O objetivo de longo prazo é eliminar completamente o vazamento de resíduos para o meio ambiente.

## COMO

Projetar embalagens para que atendam a especificações robustas e reconhecidas de compostagem doméstica e biodegradabilidade em solo, água doce e ambientes marinhos. Incorporar a segurança química desde o início do design é essencial, e considerar listas amplamente reconhecidas de substâncias restritas pode servir de apoio. As embalagens também devem fornecer orientações claras de descarte para evitar o descarte inadequado e a geração de resíduo.

## NA PRÁTICA

**Projetar embalagens de modo que toda a sua estrutura – incluindo substrato, camadas de barreira e aditivos – atenda a especificações robustas e reconhecidas de compostagem doméstica e biodegradabilidade em solo, água doce e ambientes marinhos.** Na ausência de um método universal para medir todos os impactos ambientais reais do vazamento de embalagens, atender a padrões consolidados de compostagem<sup>94</sup> doméstica e biodegradação nesses diferentes ambientes é o melhor indicador disponível.<sup>95</sup> Os esquemas de certificação mais rigorosos e atualizados cientificamente oferecem boas referências para essa avaliação (consulte o Apêndice II para mais detalhes). Alguns exemplos:

- OK compost HOME (TÜV Austria)
- DIN-Geprüft Home Compostable (DIN CERTCO)
- Commercial & Home Compostable (BPI)
- Home Compostable Verification (ABA)
- OK Biodegradable SOIL (TÜV Austria)
- DIN-Geprüft Biodegradable in Soil (DIN CERTCO)
- Soil Biodegradable Verification (ABA)
- OK Biodegradable Water (TÜV Austria)
- OK Biodegradable Marine (TÜV Austria)
- DIN-Geprüft Biodegradable in marine environment (DIN CERTCO).

**Seguir listas amplamente reconhecidas de substâncias químicas restritas.** A segurança química e a persistência dessas substâncias devem ser tratadas com a mesma prioridade de uma poluição física. Como requisito mínimo, as embalagens devem estar em conformidade com listas reconhecidas, como as regulamentações REACH e POP da União Europeia, e não devem conter substâncias PFAS.

**Fornecer orientações claras e precisas de descarte e evitar alegações ambientais enganosas.** As embalagens devem priorizar rótulos com instruções claras de descarte, em vez de se apoiar em alegações genéricas de biodegradabilidade.<sup>96</sup> A rotulagem “compostável em casa” pode induzir ao erro quando não estiver certificada por um padrão reconhecido e respaldada por evidências de que a compostagem, doméstica ou industrial, é de fato viável no contexto local.

## LIMITAÇÕES

Embora atender a essas especificações seja o melhor indicativo disponível de redução significativa de impacto,<sup>97</sup> isso não elimina completamente os riscos, já que não garante a biodegradação total em um determinado período nem em todas as condições reais. Nenhuma embalagem, seja à base de papel ou plástico, pode ser considerada de impacto zero quando descartada no ambiente.

Os testes de biodegradabilidade são realizados em condições laboratoriais controladas, que diferem amplamente dos ambientes reais onde as embalagens podem terminar. Por isso, os métodos padronizados de teste devem continuar evoluindo e ser harmonizados globalmente, de forma a demonstrar o potencial intrínseco de biodegradação dos materiais em condições definidas e reproduzíveis. Ao mesmo tempo, testes complementares em campo e de desintegração são necessários para refletir melhor as variações do mundo real, como exposição à luz solar, temperatura e disponibilidade de oxigênio.

As listas atuais de substâncias restritas e os testes de ecotoxicidade exigidos para certificações de compostagem doméstica e biodegradabilidade cobrem apenas parte dos riscos associados à exposição química. Elas contemplam um conjunto limitado de substâncias e não avaliam todo o espectro de impactos potenciais sobre a saúde humana e os ecossistemas. Isso reforça a importância de um design preventivo e de maior transparência ao longo da cadeia de suprimentos. A inovação contínua em revestimentos de barreira, adesivos e tintas mais seguros será essencial para garantir que embalagens flexíveis à base de papel não introduzam novos riscos (ou ainda pouco compreendidos) e, ao mesmo tempo, contribuam para enfrentar o problema da poluição plástica..

Reduzir os danos quando as embalagens chegam ao ambiente não é uma solução de longo prazo e não diminui a urgência de eliminar completamente o vazamento de resíduos.



# ESTAR INSERIDAS EM UMA ESTRATÉGIA MAIS AMPLA DE ECONOMIA CIRCULAR, SOCIALMENTE INCLUSIVA

## OBJETIVO

Garantir que qualquer substituição de material contribua de forma significativa para a redução dos resíduos e da poluição gerados por embalagens plásticas flexíveis, viabilize a transição para uma economia circular e apoie os meios de subsistência dos trabalhadores do setor informal de resíduos.

## COMO

Implantar embalagens flexíveis à base de papel, desenvolvidas de forma responsável, como parte de uma estratégia mais ampla de economia circular, que priorize modelos alternativos de entrega (como reúso) e formatos que reduzam a dependência de embalagens de pequeno formato, apoiados por sistemas abrangentes de coleta, triagem e reciclagem. A substituição de material, por si só, não resolve os desafios relacionados aos resíduos e à poluição das embalagens flexíveis.

## NA PRÁTICA

### **Avaliar os portfólios de embalagens flexíveis por região, canal e produto para identificar os caminhos de maior impacto em cada contexto.**

Em alguns casos, a substituição de material será adequada; em outros, o maior impacto virá de formatos alternativos ou modelos de entrega diferentes. Ainda existe um potencial significativo pouco explorado para reduzir a dependência de embalagens flexíveis de pequeno formato, e a prioridade inicial deve ser identificar e escalar essas oportunidades.

**Participar de iniciativas piloto de reúso envolvendo múltiplas empresas.** Projetos que reúnem diferentes marcas e varejistas, utilizam infraestrutura e/ou embalagens compartilhadas e operam em escala local podem ajudar a superar barreiras de custo e padrões de consumo que, sozinhas, as empresas têm dificuldade de enfrentar. Essas iniciativas também podem orientar políticas públicas e obter financiamento para expansão em maior escala.

**Reivindicar políticas públicas habilitadoras.** A regulação desempenha um papel fundamental ao incentivar e tornar as alternativas às embalagens flexíveis de pequeno formato mais viáveis, factíveis e atrativas. Isso inclui harmonizar diretrizes e normas para reúso, estabelecer metas claras para sistemas de reúso e criar incentivos financeiros que melhorem sua viabilidade econômica. Em determinados casos, a eliminação progressiva regulatória, com prazos definidos, também pode acelerar a adoção em escala.

### **Ampliar os esforços para estruturar sistemas inclusivos de coleta e triagem para todos os tipos de embalagem.**

Sistemas eficazes de coleta e separação são fundamentais em qualquer estratégia de embalagem. Sua implementação exige colaboração entre empresas e governos, incluindo a mobilização de investimentos conjuntos entre públicos e privados, e a demonstração de caminhos viáveis para a transformação dos sistemas em escala nacional. Mecanismos eficazes de responsabilidade estendida do produtor (REP) e outras políticas que incentivem o design para reciclabilidade e o uso de material reciclado desempenham papel central. Esforços consistentes de advocacy, engajamento com o setor de resíduos e projetos demonstrativos podem acelerar esse processo.

### **Garantir que as estratégias de economia circular sejam socialmente inclusivas e promovam uma transição justa.**

Catadores informais são a base dos sistemas de coleta e reciclagem em muitos países com altos índices de vazamento de resíduos. Mudanças nos sistemas de embalagem podem impactar diretamente sua renda e condições de trabalho – que já sofrem com o aumento das temperaturas e por eventos climáticos extremos associados às mudanças climáticas. Uma abordagem inclusiva implica proteger meios de subsistência, investir em adaptação climática, assegurar remuneração justa e condições de trabalho seguras, além de envolver esses trabalhadores de forma significativa no desenho dos sistemas. Também implica garantir acesso acessível a produtos essenciais para consumidores de baixa renda à medida que sistemas e formatos de embalagem evoluem. A transição para a economia circular deve gerar oportunidades econômicas inclusivas para grupos socioeconômicos de menor renda, e não fomentar vulnerabilidades existentes.



**04**

**FECHANDO A  
LACUNA: AS  
INOVAÇÕES  
NECESSÁRIAS**

**Viabilizar alternativas flexíveis à base de papel que atendam aos seis critérios críticos, mantendo também a viabilidade econômica, exigirá um salto significativo em inovação.** Para a maioria das aplicações, esse tipo de embalagem ainda não está disponível em escala comercial. Em alguns casos, já existem soluções recicláveis à base de papel, mas, em geral, elas não são compostáveis em casa nem biodegradáveis, além de, frequentemente, terem custo muito superior ao das alternativas plásticas. Esta seção trata exclusivamente das inovações necessárias no design das embalagens, e não dos sistemas de gestão de resíduos.

**São necessários avanços no fornecimento de materiais, produção de papel e tecnologia de embalagens.** Entre os principais desafios, estão:

- Fibras não madeireiras com **desempenho técnico adequado, reciclabilidade e fornecimento responsável**
- **Eficiência hídrica e descarbonização** da produção e reciclagem de papel
- **Melhorias no desempenho das barreiras** (incluindo materiais de revestimento) que sejam recicláveis, compostáveis em casa e biodegradáveis em diferentes ambientes
- **Tintas, adesivos e aditivos** não tóxicos, compostáveis em casa e biodegradáveis em diferentes ambientes
- **Capacidade de processamento e adequação das máquinas** para operar com embalagens à base de papel em tempos competitivos de produção

**O interesse e os investimentos nessa área estão crescendo.** Em 2025, empresas como Amcor e Kraft Heinz lançaram desafios de inovação aberta com foco em embalagens flexíveis à base de papel, e mais marcas estão priorizando esses materiais em suas estratégias de P&D. Ao mesmo tempo, empresas inovadoras como Pakka e Varden vêm introduzindo fibras não madeireiras de origem responsável em aplicações de embalagens flexíveis. Em conjunto, esses movimentos indicam um avanço

consistente na reconfiguração do papel como um material de embalagem flexível, de alto desempenho e alinhado à economia circular.

**Embora ainda haja um caminho relevante a percorrer, avanços promissores já estão surgindo.** Evoluções na modificação da superfície do papel, no uso de biopolímeros e outros revestimentos e no desenvolvimento de tintas têm melhorado o desempenho de barreira e a reciclabilidade, ao mesmo tempo em que atendem a padrões de compostabilidade doméstica e biodegradabilidade. Tecnologias emergentes de revestimento, como a deposição de camada atômica, permitem a aplicação de camadas de barreira ultrafinas, que oferecem alto desempenho com menor custo e melhor reciclabilidade. Em paralelo, inovações em fibras não madeireiras de origem responsável estão ampliando as possibilidades de matérias-primas e aplicações. Exemplos dessas inovações são apresentados na Figura 3.

**O ritmo e a viabilidade dessas inovações variam substancialmente de acordo com o tipo de produto.** Aplicações com menores exigências de barreira a oxigênio ou umidade tendem a se tornar viáveis mais rapidamente do que aquelas que demandam alto desempenho de barreira. Produtos líquidos ou gordurosos, por exemplo, representam desafios maiores. Em alguns casos, a reformulação do produto pode viabilizar novas alternativas de embalagem. Até o momento, soluções biodegradáveis estão, em grande parte, restritas a aplicações de baixa barreira, sua compatibilidade com a reciclagem ainda precisa ser comprovada, e a maioria não está disponível em escala comercial. Isso evidencia tanto a necessidade quanto a oportunidade de novos investimentos. A Figura 2 apresenta um cronograma indicativo de maturidade tecnológica, desafios e fatores de custo, com base em opiniões de especialistas.

**O custo continua sendo uma das principais barreiras para a escala.** Atualmente, soluções de embalagens flexíveis à base de papel compostáveis em casa costumam custar de

duas a seis vezes mais do que alternativas plásticas. Isso se deve a velocidades de produção mais baixas, custos mais elevados de materiais e à necessidade de camadas adicionais de barreira, além de possíveis investimentos de capital para adaptação ou modernização das linhas de embalagem. Em produtos de pequeno formato, com margens reduzidas, mesmo aumentos modestos no custo de embalagem podem comprometer a competitividade – e, em alguns casos, o acesso de consumidores de baixa renda aos produtos.

**Ganhos de escala podem reduzir esses custos ao longo do tempo.** Maiores volumes de produção e melhorias na eficiência industrial tendem a diminuir os custos unitários. Medidas regulatórias, como esquemas de responsabilidade estendida do produtor (REP) com modulação ecológica, eliminação progressiva de embalagens não recicláveis, exigências de conteúdo reciclado e subsídios direcionados, podem criar incentivos que acelerem essa expansão.

**A colaboração entre marcas e em toda a cadeia de valor também pode acelerar a redução de custos e o ganho de escala.** Ao compartilhar custos, riscos e aprendizados, além de viabilizar economias de escala mais rapidamente, a colaboração contribui para levar soluções viáveis ao mercado com mais agilidade e menor custo.

**Com inovação e investimento suficientes, as embalagens à base de papel podem se tornar uma opção viável em diversas aplicações.** O plástico foi beneficiado por décadas de otimização: nos últimos 15 a 20 anos, linhas de envase que antes operavam com papel e plástico foram convertidas e ajustadas para funcionar exclusivamente com plástico. Aplicar o mesmo nível de criatividade, talento e investimento à reinvenção das embalagens à base de papel pode destravar novo potencial, tornando essas soluções técnica e comercialmente viáveis em mais mercados e tipos de embalagem.

**Critérios essenciais**

**Desafios da inovação**

**Fatores de custo**

**Hoje ➤**

**1 a 5 anos ➤**

**Mais de 5 anos ➤**

**Mais de 10 anos ➤**

**INOVAÇÕES NO FORNECIMENTO**

<b>Origem responsável</b>	<b>Aprimorar o desempenho de materiais de fibras não madeireiras</b> (resíduos agrícolas/cultivos livres de desmatamento) em aplicações de embalagens, incluindo propriedades mecânicas e de barreira, e compatibilidade com revestimentos e reciclagem.	<b>Infraestrutura necessária</b> para criar modelos de fornecimento de centros locais e adaptar fábricas para o uso de fibras alternativas.	<b>Uso parcial de fibras não-madeireiras</b> (fibras que não sejam de madeira) representa cerca de 3% do mercado de fibras	<b>Expandir a capacidade de produção de polpa para fibras não madeireiras</b> , bem como a variedade de fibras e aplicações.	<b>Cadeias de suprimento certificadas de fibras não madeireiras disponíveis para atender a uma demanda significativa.</b>
---------------------------	--	---	--	--	---

**INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO DE PAPEL**

<b>Produção responsável</b>	<b>Avançar em tecnologias de eficiência hídrica e descarbonização</b> , incluindo sistemas de reúso de água, tratamento de águas residuais, caldeiras alimentadas por renováveis e eficiência de processos.	<b>Alto investimento de capital necessário para adaptar as fábricas</b> , em particular para converter caldeiras fósseis, além de custos operacionais mais altos para a gestão responsável do descarte de água.	<b>Grande variação em emissões e uso de água</b> , com as melhores práticas ainda não implementadas amplamente.	<b>Otimizar e modernizar os sistemas de usinas existentes.</b>	<b>Implementar tecnologias de produção mais limpas e totalmente baseadas em energia renovável</b> , viabilizadas por investimentos de capital apoiados por financiamento externo ou incentivos regulatórios.
-----------------------------	---	---	---	--	--

**INOVAÇÕES EM EMBALAGENS**

<b>Técnica e economicamente viável</b>	<b>Melhorar as propriedades de barreira para embalagens recicláveis e biodegradáveis</b> (“fim de vida duplo”)	<b>Revestimentos e camadas de barreira biodegradáveis/compostáveis em casa são caros e ainda não estão disponíveis em escala.</b> (por exemplo, PHA, polímeros à base de amido, PBS).	<b>Baixa escala atual, com soluções de “fim de vida duplo” ainda indisponíveis para a maioria das aplicações.</b>	<b>Escalar a oferta de materiais e revestimentos e investir em P&amp;D para viabilizar soluções de fim de vida duplo.</b>	<b>Soluções de duplo fim de vida começando a chegar ao mercado para embalagens flexíveis.</b>	<b>Introduzir no mercado embalagens flexíveis com fim de vida duplo comercialmente viáveis.</b>
<b>Reciclável localmente</b>	<b>Desenvolver tintas, adesivos e aditivos compostáveis em casa, não tóxicos e biodegradáveis.</b>	<b>O custo do substrato de papel</b> pode ser mais alto do que o substrato de filme plástico virgem que ele substitui.	Papéis recicláveis com revestimento plástico (PE/PP), com barreira média, já existem, mas com custo elevado. Barreiras altas à umidade exigem metalização, que é cara e pode ser rejeitada por fábricas, mesmo quando tecnicamente reciclável.	Em escala, revestimentos de duplo fim de vida para formatos rígidos e revestimentos apenas recicláveis para embalagens flexíveis em mercados com baixo vazamento. Revestimentos biodegradáveis emergindo, capazes de atender a requisitos de alta barreira (por exemplo, líquidos e produtos gordurosos) em condições climáticas quentes e úmidas.	Melhorias na resistência de selagem e redução de custos à medida que o setor amadurece. Revestimentos biodegradáveis para altas exigências de barreira sendo lançados no mercado.	Soluções de fim de vida duplo amplamente escaladas para requisitos de barreira baixa e média, e em expansão para requisitos de alta barreira.
<b>Evita substâncias químicas perigosas e não gera poluição plástica persistente</b>	<b>Melhorar a capacidade de processamento das embalagens e a adequação das máquinas</b> para permitir tempos de produção competitivos, incluindo a selagem.	<b>Tempos de produção mais longos</b> devido ao maior tempo de selagem, etapas adicionais de aplicação de revestimento e risco de rasgo.	<b>Investimentos de capital necessários para adaptar maquinário existente e desenvolver novos equipamentos</b> capazes de processar e produzir embalagens à base de papel em escala.	Substratos de papel compostáveis disponíveis em pequena escala. Revestimentos com propriedades de barreira média disponíveis para aplicações rígidas, com alto custo.	Máquinas adaptadas e instaladas com base em testes e primeiros lançamentos. Maior disponibilidade de materiais de revestimento e substrato.	Reduzir a espessura de componentes não fibrosos para melhorar ainda mais a reciclabilidade e reduzir custos.



Os prazos de inovação não podem ser previstos com certeza. Este cronograma é altamente indicativo e se baseia em entrevistas com especialistas.

**Desafio para a inovação**

**Exemplos de inovações**

**INOVAÇÕES EM FORNECIMENTO**

<b>Melhorar o desempenho do material de fibras não madeiras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refino enzimático de resíduos agrícolas</li> <li>• Inovações na produção de polpa</li> <li>• Aplicações comprovadas em papel-cartão e papelão ondulado, com misturas de fibras específicas por tipo de material</li> </ul>
---	---

**INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO DE PAPEL**

<b>Avançar em tecnologias de eficiência hídrica e descarbonização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de água em circuito fechado</li> <li>• Conversões de caldeiras de biomassa</li> <li>• Captura de carbono</li> </ul>
---	---

**INOVAÇÕES EM EMBALAGENS**

<b>Melhorar as propriedades de barreira para embalagens recicláveis e biodegradáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biopolímeros modificados e compostos</li> <li>• PHAs</li> <li>• revestimentos à base de minerais</li> <li>• revestimentos à base de seda</li> <li>• barreiras cromogênicas</li> <li>• papel formado por espuma</li> <li>• deposição de camada atômica espacial</li> </ul>
<b>Desenvolver tintas, adesivos e aditivos compostáveis em casa, não tóxicos e biodegradáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plastificantes de base biológica</li> <li>• tintas à base de água</li> <li>• tintas à base de óleo vegetal</li> <li>• pigmentos à base de celulose, vernizes aquosos</li> <li>• adesivos à base de biopolímeros</li> </ul>
<b>Aprimorar as máquinas e a capacidade de processamento das embalagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selante a frio</li> <li>• revestimento multicamadas por cortina</li> <li>• impressoras flexográficas</li> <li>• revestimentos de barreira aplicados na impressão</li> <li>• soluções “drop-in” para operações existentes</li> </ul>



# 05

**O QUE É  
NECESSÁRIO  
PARA  
AUMENTAR A  
ESCALA DAS  
EMBALAGENS  
FLEXÍVEIS À  
BASE DE PAPEL  
DESENHADAS  
DE FORMA  
RESPONSÁVEL**

**Avançar com as soluções à base de papel e aumentar sua escala em linha com os critérios essenciais apresentados aqui exige ações significativas em quatro áreas principais.**

Em todas elas, a responsabilidade é compartilhada entre empresas e governos, com papéis complementares e interdependentes. As prioridades específicas para cada grupo estão detalhadas na sequência.

**Líderes empresariais podem abrir caminho ao impulsionar a adoção de embalagens à base de papel desenvolvidas de forma responsável por meio de iniciativas próprias.**

No entanto, isso, por si só, não será suficiente. Alcançar os seis critérios em escala depende, em última instância, de colaboração entre empresas e de esforços coordenados de advocacy para acelerar inovação, investimento e o desenvolvimento dos sistemas necessários.

**Os formuladores de políticas também são fundamentais para estabelecer salvaguardas e criar as condições que orientem o uso responsável dessas embalagens.** Por meio de regulação, incentivos e investimentos públicos, os governos podem viabilizar o ambiente necessário para destravar inovação, melhorar a viabilidade econômica e promover transformações sistêmicas nessas quatro frentes.



**Acelerar a inovação** de soluções à base de papel que atendam a todos os critérios essenciais



**Estabelecer sistemas de coleta e reciclagem eficazes e socialmente inclusivos** para flexíveis à base de papel como parte de uma gestão integrada de resíduos



**Garantir cadeias de fornecimento de fibras sustentáveis e proteger as florestas,** tanto no nível das empresas quanto do sistema como um todo



**Promover e priorizar outras vias de solução** (eliminação, reúso) sempre que viáveis.

**AÇÕES  
PRIORITÁRIAS****AÇÕES EMPRESARIAIS**  
individuais e colaborativas**POLÍTICAS PÚBLICAS**  
impulsionadas por advocacy setorial**Acelerar a  
inovação****Compartilhar esforços de P&D**

para reduzir custos, riscos e o tempo necessário para levar ao mercado, em escala, inovações de materiais alinhadas aos seis critérios críticos.

**Melhorar a viabilidade de embalagens de papel desenhadas de forma responsável**

Por exemplo, por meio de incentivos financeiros, sistemas de REP eficazes com modulação ecológica, mecanismos de financiamento híbrido e a eliminação progressiva, via regulação, de embalagens que não sejam recicláveis.

**Garantir cadeias de fornecimento de fibras sustentáveis e proteger as florestas****Definir uma estratégia de fornecimento de fibras para todo o portfólio**

com o objetivo de reduzir o uso total de fibra virgem e priorizar, sempre que viável, alternativas ambientalmente mais adequadas.

Garantir que toda a matéria-prima seja obtida de forma responsável, seguindo as melhores práticas.

**Garantir o fornecimento responsável de fibras,**

inclusive por meio de salvaguardas legais efetivas, da eliminação de subsídios que incentivem a exploração industrial de florestas primárias e da incorporação das perdas de carbono florestal nos inventários nacionais. As políticas também devem priorizar a proteção dos direitos humanos e a conservação de espécies ameaçadas. Essa ação pode ser complementada por programas que valorizem resíduos agrícolas como matéria-prima.

**Ampliar o fornecimento responsável de fibras não madeireiras**

por meio do investimento em inovação e infraestrutura de fornecimento e da criação de demanda.

Engajar-se com órgãos de certificação e fornecedores de papel confiáveis para melhorar a transparência, fortalecer a responsabilidade e garantir a credibilidade das declarações.

**Estabelecer sistemas de coleta e reciclagem eficazes e socialmente inclusivos****Cofinanciar transformações em escala urbana<sup>98</sup>**

na infraestrutura de coleta e reciclagem de embalagens, envolvendo o setor de resíduos e garantindo uma transição justa para os catadores, mobilizando investimentos conjuntos públicos e privados e demonstrando caminhos viáveis para a transformação do sistema em escala nacional.

**Estabelecer políticas eficazes e socialmente inclusivas**

para garantir o financiamento contínuo da infraestrutura de coleta e reciclagem. Isso pode incluir mecanismos de REP com modulação ecológica que reconheçam e incentivem embalagens de papel desenvolvidas de forma responsável. As políticas devem assegurar o reconhecimento e a proteção dos catadores e apoiar uma transição justa.

**Desenvolver embalagens com reciclabilidade efetiva no contexto local,**

alinhadas às diretrizes locais e construídas em colaboração com os sistemas de gestão de resíduos e a indústria de reciclagem de papel.

Harmonizar as diretrizes ou exigências de design para reciclabilidade de embalagens flexíveis de papel, com apoio das indústrias locais de papel.

**Promover e priorizar outras vias de solução****Participar de iniciativas colaborativas de reúso, envolvendo múltiplas empresas**

e varejistas, operando em escala de cidade ou país e com infraestrutura e embalagens compartilhadas. Essas iniciativas ajudam a gerar aprendizado, orientar políticas públicas e destravar financiamento para expansão.

**Incentivar alternativas**

às embalagens flexíveis de pequeno formato, quando fizer sentido, por meio de políticas que aumentem sua viabilidade, aplicabilidade e atratividade – como padrões e metas de reúso, incentivos fiscais ou financeiros e a eliminação progressiva –, com prazos definidos, de embalagens não recicláveis, quando apropriado.

**Identificar oportunidades para fazer a transição de embalagens de pequeno formato**

para volumes maiores e para modelos de reúso e refil, sempre que fizer sentido. Muitos desses modelos dependem de colaboração ao longo da cadeia de valor e/ou de marcos regulatórios para ganhar escala.

<b>Embalagens flexíveis de pequeno formato</b>	Refere-se a embalagens flexíveis primárias, voltadas ao consumidor final (B2C), de tamanho A5 ou menor, como sachês, invólucros, pouches e embalagens pequenas tipo almofada (em formato de pequenas fronhas)	<b>Embalagens flexíveis à base de papel</b>	Embalagens flexíveis compostas majoritariamente por um substrato celulósico – derivado de fibras de madeira ou de fibras não madeireiras. Para que sejam consideradas recicláveis em uma fábrica de papel convencional, esse conteúdo fibroso deve ser elevado (acima de 80-90%, dependendo do país). Sobre esse substrato, podem ser aplicados revestimentos finos ou laminações para conferir propriedades de desempenho, além de aditivos, adesivos, tintas, entre outros. Esses revestimentos e laminações costumam ser feitos de plásticos de origem fóssil, mas também podem ser produzidos a partir de polímeros de carboidratos, poliésteres e ceras. Embora embalagens flexíveis à base de papel tenham potencial para serem compostáveis em casa e biodegradáveis em diferentes ambientes, a maioria das soluções atuais ainda não atende a esses padrões.	<b>Biodegradável</b>	Capaz de ser decomposto por microrganismos em dióxido de carbono, água e sais minerais dos demais elementos presentes (mineralização), além de nova biomassa. <sup>101</sup> A biodegradação depende das condições biogeoquímicas específicas de cada ambiente (como temperatura, disponibilidade de nutrientes e oxigênio, atividade microbiana, entre outros). Por isso, afirmações generalizadas sobre biodegradabilidade são apenas aproximações e precisam ser validadas por testes padronizados em laboratório. O comportamento em condições reais pode variar conforme o ambiente, o tamanho do produto, o tipo de material e outros fatores. <sup>102</sup> “Biodegradável” é um conceito independente do material: tanto produtos à base de papel quanto de plástico podem ser totalmente biodegradáveis. Os métodos e especificações padronizados aplicáveis estão detalhados no Apêndice II.
<b>Mercados com altas taxas de vazamento</b>	Regiões onde há alta probabilidade de os resíduos acabarem no meio ambiente. Isso geralmente ocorre devido a baixas taxas de coleta e altos níveis de má gestão de resíduos.				
<b>Vazamento de resíduos</b>	Fluxo de resíduos para o meio ambiente, incluindo corpos d’água e o solo. O vazamento pode ser intencional ou não e é agravado pela má gestão de resíduos. Estima-se que um quarto de todos os resíduos plásticos será lançado no meio ambiente até 2040 em um cenário de continuidade das práticas atuais. <sup>99</sup>				
<b>Resíduos mal geridos</b>	Resíduos que não são coletados, tratados ou destinados a instalações controladas, incluindo aqueles que são queimados a céu aberto, descartados em aterros não controlados ou simplesmente não coletados. Não inclui resíduos destinados a aterros controlados, recuperação energética (waste-to-energy) ou reciclagem. Mais da metade de todos os resíduos plásticos deve ser mal gerida até 2040 em um cenário de continuidade das práticas atuais. <sup>100</sup>	<b>Embalagens de papel “produzidas de forma responsável”</b>	Embalagens à base de papel que atendem aos seis critérios essenciais apresentados neste relatório.		

**Compostável  
em casa**

Capaz de se degradar por processos biológicos em condições de compostagem doméstica, gerando dióxido de carbono, água, compostos inorgânicos e biomassa em uma taxa compatível com outros materiais reconhecidamente compostáveis em casa, sem deixar resíduos visíveis, distinguíveis ou tóxicos.<sup>103</sup> Qualquer alegação de compostabilidade doméstica deve ser respaldada por testes padronizados em laboratório, que normalmente avaliam quatro aspectos: caracterização, biodegradação em compostagem doméstica bem gerida, desintegração nesse mesmo contexto e qualidade do composto resultante.<sup>104</sup> “Compostável em casa” é um conceito independente do material: tanto produtos à base de papel quanto de plástico podem atender a esse critério. Os métodos e especificações padronizados aplicáveis estão detalhados no Apêndice II.

**Plástico**

Usado aqui para descrever materiais feitos principalmente a partir de polímeros sintéticos ou semissintéticos, incluindo tanto plásticos de origem fóssil quanto de base biológica, além de plásticos biodegradáveis, compostáveis em escala industrial, compostáveis em casa e não biodegradáveis. Nem todos os plásticos causam poluição persistente: o critério essencial “Evitar substâncias perigosas e não gerar poluição plástica persistente” busca eliminar plásticos persistentes, e não necessariamente soluções livres de plástico.

**Origem  
responsável**

Refere-se à obtenção de recursos a partir de cadeias de suprimento que operam dentro dos limites ecológicos,<sup>105</sup> evitam desmatamento e degradação florestal, mantêm estoques de carbono e biodiversidade, respeitam os direitos humanos e os meios de subsistência de comunidades locais e indígenas e garantem que florestas e terras permaneçam resilientes e funcionais para as futuras gerações.

# APÊNDICE II: REVISÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PADRÕES E CERTIFICAÇÕES DISPONÍVEIS PARA COMPOSTAGEM DOMÉSTICA E BIODEGRADAÇÃO

Conforme estabelecido pelo critério crítico “Evitar substâncias químicas perigosas e a poluição plástica persistente”, embalagens flexíveis à base de papel desenvolvidas de forma responsável devem atender a requisitos rigorosos de teste para compostabilidade doméstica e biodegradação em ambientes marinhos, de água doce e do solo, conforme definido em especificações padronizadas. Essas especificações estabelecem critérios de aprovação/reprovação e estão diretamente associadas às regras e diretrizes definidas nos esquemas de certificação. Cada entidade certificadora possui seus próprios esquemas, abordando aspectos que não são contemplados pelas especificações padronizadas – por exemplo, como embalagens flexíveis devem ser testadas, como as tintas devem ser avaliadas, entre outros. Este apêndice apresenta uma seleção de critérios de aprovação/reprovação, regras e diretrizes definidos tanto em

especificações quanto em certificações, identificados por especialistas como relevantes para embalagens.

Os esquemas de certificação baseiam-se, portanto, em normas internacionais, regionais ou nacionais (como ISO, CEN etc.), em alto nível de rigor e nos conhecimentos científicos mais recentes.

É importante observar que certificações que abrangem biodegradação em ambientes marinhos, de água doce e do solo estão disponíveis apenas para produtos destinados a uso nesses ambientes (como filmes agrícolas para solo ou materiais para aquicultura em ambientes marinhos). Como embalagens não devem, em hipótese alguma, acabar no solo, em ambientes marinhos ou de água doce, elas ficam fora do escopo dessas certificações, que, portanto, não se aplicam a esse tipo de produto. Embalagens são elegíveis apenas para certificações de compostabilidade. Ainda

assim, embalagens que tenham sido testadas e estejam em conformidade com especificações para um determinado ambiente – sejam certificadas ou não – tendem a ser muito menos persistentes e causar significativamente menos impacto nesse ambiente do que aquelas que não atendem a esses critérios.

Embora o cumprimento dessas especificações seja o melhor indicativo disponível de redução significativa de impacto,<sup>106</sup> isso não elimina completamente os riscos, já que não garante biodegradação total dentro de um prazo específico em todas as condições reais. Nenhuma embalagem, seja de papel ou de plástico, pode ser considerada isenta de impacto quando ocorre vazamento para o meio ambiente, e as condições de teste de biodegradabilidade diferem amplamente das diversas situações reais em que essas embalagens podem acabar.

Tabela elaborada pela Normec OWS em janeiro de 2026.

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
Compostagem doméstica	TÜV Austria	OK compost HOME	EN 13432, com adaptações para refletir as condições de compostagem da casa.	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> dentro de no máximo 12 meses, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 14855.</p> <p>Ingredientes presentes em menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>≥90% do material deve se fragmentar em partículas menores que &lt;2 mm em no máximo 180 dias, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 20200.</p> <p>Não deve haver nenhum sinal visual de contaminação do composto final (&lt;2 mm).</p>	<p>90% de germinação e rendimento de biomassa em comparação com o controle, para duas espécies vegetais, de acordo com a OECD 208.</p> <p>Ingredientes presentes em menos de 0,1% do peso seco não precisam ser testados quanto à ecotoxicidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 0,5% do peso seco.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados e flúor total, nem conter outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na EN 13432.</p> <p>É exigida uma autodeclaração sobre a não utilização intencional de produtos químicos perfluorados ou fluorados.</p> <p>Constituintes que constem da lista (candidata) de Substâncias de Muito Alta Preocupação (SVHC) não são aceitos.</p>

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
Compostagem doméstica	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Home Compostable	NF T 51-800	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 12 meses, à temperatura ambiente (&lt;30°C), conforme ISO 14855.</p> <p>Ingredientes com mais de 1% do peso seco devem ser testados individualmente quanto à biodegradabilidade.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>≥90% do material deve se fragmentar em partículas menores que 2 mm em até 180 dias, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 20200.</p>	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies vegetais, de acordo com a OECD 208.</p> <p>Ingredientes com menos de 0,1% do peso seco não precisam ser testados quanto à ecotoxicidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 0,5% do peso seco.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na NF T51-800.</p> <p>A embalagem não pode conter desreguladores endócrinos, nem substâncias carcinogênicas, mutagênicas ou tóxicas para a reprodução (CMR) listadas como Substâncias de Muito Alta Preocupação no regulamento EU REACH (EC 1907/2006), assim como PFAS.</p>
	BPI	Compostable – Commercial & Home	<p>NF T51-800, com regras mais rigorosas de biodegradação e considerando a conformidade com a ASTM D6400 (compostagem industrial) como pré-requisito.</p>	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 12 meses, à temperatura ambiente (20–30 °C), conforme ISO 14855.</p> <p>Ingredientes orgânicos individuais presentes em concentrações entre 1% e 10% do peso seco devem ser testados individualmente quanto à biodegradabilidade.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>≥90% do material deve se fragmentar em partículas menores que 2 mm em até 180 dias, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 20200.</p> <p>A contaminação visual do composto, evidenciada pela redução da aceitabilidade estética, não deve aumentar de forma significativa por quaisquer resíduos pós-compostagem do material de embalagem introduzido.</p>	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies de plantas, conforme OECD 208.</p> <p>Ingredientes com menos de 0,1% do peso seco não precisam ser testados quanto à ecotoxicidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 0,5% do peso seco.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na NF T51-800.</p> <p>A embalagem avaliada não pode conter desreguladores endócrinos, nem substâncias carcinogênicas, mutagênicas ou tóxicas para a reprodução (CMR) listadas como Substances of Very High Concern no regulamento EU REACH (EC 1907/2006).</p>

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
<b>Compostagem doméstica</b>	ABA	Home Compostable Verification	AS 5810	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 12 meses, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 14855.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>≥90% do material deve se fragmentar em partículas menores que 2 mm em até 180 dias, à temperatura ambiente (20-30°C), conforme ISO 20200.</p>	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies vegetais, conforme OECD 208.</p> <p>≥90% de sobrevivência e produção de biomassa em comparação ao controle para minhocas, conforme ASTM E1676.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na AS 5810.</p>
<b>Marinho</b>	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Biodegradable in Marine Environment	ISO 22403	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 24 meses, à temperatura ambiente (15-25°C), conforme um dos seguintes métodos de teste: ISO 18830, ISO 19679, ISO 22404, ASTM D6691, ISO 23977-1 ou ISO 23997-2.</p> <p>Ingredientes orgânicos individuais presentes em concentrações entre 1% e 15% do peso seco devem ser testados individualmente quanto à biodegradabilidade.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5 % do peso seco.</p>	<p>Não há requisitos de desintegração. A taxa de desintegração é apenas medida para indicar a vida útil do produto final em condições ideais em ambientes marinhos. Os testes devem ser realizados conforme ISO 23832, à temperatura ambiente (15-25°C).</p>	<p>≤10% de inibição de algas marinhas em comparação ao controle, conforme ISO 10253.</p> <p>≤10% de mortalidade de copépodes em comparação ao controle, conforme ISO 14669.</p> <p>≥90% de bioluminescência de <i>Vibrio fischeri</i> em comparação ao controle, conforme ISO 11348-3.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na ISO 22403.</p> <p>Substâncias polifluoroalquiladas e perfluoroalquiladas (PFAS) não devem ser adicionadas intencionalmente.</p> <p>Substâncias que constam na lista (candidata) de Substâncias de Muito Alta Preocupação (SVHC) não são permitidas.</p>

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
<b>Marinho</b>	TÜV Austria	OK Biodegradable MARINE	Este esquema de certificação não se baseia nem deriva de uma especificação padrão existente; trata-se de um sistema desenvolvido de forma privada.	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até seis meses, à temperatura ambiente (30°C), conforme ASTM D6691.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>≥90% do material deve se fragmentar em partículas menores que 2 mm em até 84 dias, à temperatura ambiente (30°C), conforme método de teste desenvolvido pela TÜV Austria.</p>	<p>Nenhum efeito negativo na mobilidade de ≥90% de Daphnia em comparação ao controle, conforme OECD 202.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na EN 13432.</p> <p>Ingredientes com menos de 0,1% do peso seco não precisam ser testados quanto à ecotoxicidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 0,5% do peso seco.</p> <p>Substâncias que constam na lista (candidata) de Substâncias de Muito Alta Preocupação (SVHC) não são permitidas.</p>
<b>Água doce</b>	TÜV Austria	OK Biodegradable WATER	EN 13432, com adaptações para refletir condições de água doce.	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 56 dias, à temperatura ambiente (20-25°C), conforme ISO 14851 ou ISO 14852.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco.</p>	<p>Não há requisitos de desintegração.</p>	<p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na EN 13432.</p> <p>Substâncias de Muito Alta Preocupação (SVHC), conforme o Anexo XIV do REACH, não são permitidas.</p>

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
Solo	TÜV Austria	OK Biodegradable SOIL	EN 13432, com adaptações para refletir condições de solo.	≥90% de conversão em CO <sub>2</sub> em até 24 meses, à temperatura ambiente (20-25°C), conforme ISO 17556.	Não há requisitos de desintegração; no entanto, constituintes que apresentem risco evidente de contaminação visual não são aceitos.	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies vegetais, conforme OECD 208.</p> <p>Ingredientes com menos de 0,1% do peso seco não precisam ser testados quanto à ecotoxicidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 0,5% do peso seco.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na EN 13432.</p> <p>É necessária uma autodeclaração quanto à não utilização intencional de substâncias perfluoradas ou fluoradas.</p> <p>Os constituintes que aparecem na lista (candidata) de Substâncias de Preocupação Muito Alta não são aceitos.</p>
	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Biodegradable in Soil	EN 17033 & ISO 23517	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 24 meses, à temperatura ambiente (20-28°C), conforme ISO 17556.</p> <p>Ingredientes orgânicos individuais presentes em concentrações entre 1% e 15% do peso seco devem ser testados individualmente quanto à biodegradabilidade (específico da ISO 23517).</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 5% do peso seco (EN 17033) ou 3% do peso seco (ISO 23517).</p>	Não há requisitos de desintegração.	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies de plantas, conforme OECD 208.</p> <p>≥90% de sobrevivência e produção de biomassa em comparação ao controle para minhocas, conforme ISO 11268-1.</p> <p>Inibição da nitrificação ≥80% para bactérias, conforme ISO 15685.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na EN 17033 e/ou ISO 23517.</p> <p>É necessária uma autodeclaração quanto à não utilização intencional de substâncias perfluoradas ou fluoradas.</p> <p>Os constituintes que aparecem na lista (candidata) de Substâncias de Preocupação Muito Alta não são aceitos.</p>

Ambiente	Emissor	Nome do emissor	Especificação padrão	Requisitos de biodegradação	Requisitos de desintegração	Requisitos de segurança ambiental
Solo	ABA	Soil Biodegradable Verification	ISO 23517	<p>≥90% de conversão em CO<sub>2</sub> em até 24 meses, à temperatura ambiente (20-28°C), conforme ISO 17556.</p> <p>Ingredientes orgânicos individuais presentes em concentrações entre 1% e 15% do peso seco devem ser testados individualmente quanto à biodegradabilidade.</p> <p>Ingredientes com menos de 1% do peso seco não precisam ser testados quanto à biodegradabilidade, a menos que a soma desses ingredientes ultrapasse 3% do peso seco.</p>	Não há requisitos de desintegração.	<p>≥90% de germinação e produção de biomassa em comparação ao controle, para duas espécies de plantas, conforme OECD 208.</p> <p>≥90% de sobrevivência e produção de biomassa em comparação ao controle para minhocas, conforme ISO 11268-1.</p> <p>Inibição da nitrificação ≥80% para bactérias, conforme ISO 15685.</p> <p>Os produtos não devem exceder os limites estabelecidos para determinados metais pesados, para o flúor total ou para outras substâncias tóxicas ao meio ambiente ou à saúde humana, conforme definido na ISO 23517.</p> <p>É necessária uma autodeclaração quanto à não utilização intencional de substâncias perfluoradas ou fluoradas.</p> <p>Os constituintes que aparecem na lista (candidata) de Substâncias de Preocupação Muito Alta não são aceitos.</p>

## EQUIPE PRINCIPAL

### **Laura Smith**

Gerente de Programa, Plásticos

### **Sander Defruyt**

Líder de Estratégia, Plásticos

### **Rob Opsomer**

Líder Executivo, Plásticos

### **Laura Collacott**

Consultora Editorial

### **Nora Pelizzari**

Líder Editorial

### **Matt Barber**

Designer Gráfico

## EQUIPE AMPLIADA

### **Veronika Lundberg**

Freelancer, Plásticos

### **Leo Nutter**

Gerente Sênior de Produtos, Estratégia (IA & Tecnologia)

### **Isobel Pinckston**

Consultora Editorial

### **Neil Amos**

Gerente de Programa Digital, Comunicação  
(Conteúdo & Implementação)

### **Sofia Voudouoglou**

Executiva Sênior de Comunicação Estratégica,  
Comunicação

### **Gabriella Hewitt**

Gerente Sênior de Comunicação Estratégica, Comunicação

### **Molly Jia**

Gerente de Projetos, China

### **Guilherme Suertegaray**

Gerente de Projetos Sênior, América Latina

### **Marianne Kettunen**

Líder de Biodiversidade

### **Gilone Traub**

Gerente de Parcerias

## **SOBRE A FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR**

A Fundação Ellen MacArthur é uma organização internacional sem fins lucrativos que desenvolve e promove a economia circular para enfrentar alguns dos maiores desafios de nosso tempo, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição. Trabalhamos com nossa rede de tomadores de decisão dos setores público e privado, bem como com o meio acadêmico, para desenvolver capacidades, explorar oportunidades de colaboração e conceber e implementar iniciativas e soluções de economia circular. Cada vez mais baseada em energia renovável, a economia circular é orientada pelo design para eliminar resíduos, manter produtos e materiais em circulação e regenerar a natureza, criando resiliência e prosperidade para as empresas, o meio ambiente e a sociedade.

Mais informações:  
[ellenmacarthurfoundation.org](http://ellenmacarthurfoundation.org)

## **ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

Este documento foi elaborado pela Fundação Ellen MacArthur (Fundação). A Fundação adotou o devido cuidado e diligência na sua elaboração, com base em informações que considera confiáveis, mas não faz declarações nem concede garantias, assegurações ou compromissos (expressos ou implícitos) em relação a ele ou a qualquer de seus conteúdos (quanto à sua precisão, integridade, qualidade, adequação a qualquer finalidade, conformidade com a legislação ou outros aspectos). A Fundação não monitora ou modera nenhum site ou recurso externo vinculado ou mencionado neste documento. Este documento não tem a pretensão de ser definitivo, e nenhum de seus conteúdos deve ser interpretado como aconselhamento ou exigência de qualquer natureza. A confiança depositada nele fica a critério e risco do leitor.

Na máxima extensão permitida pela legislação aplicável, a Fundação, cada entidade de seu grupo e cada uma de suas organizações associadas, bem como seus respectivos empregados, colaboradores, dirigentes, agentes e representantes, isentam-se integralmente de qualquer responsabilidade por perdas ou danos de qualquer natureza (sejam diretos ou indiretos, contratuais, extracontratuais, por descumprimento de dever legal ou de outra forma) decorrentes de ou relacionados a este documento ou a qualquer de seus conteúdos.

A Fundação não é fornecedora, afiliada, tampouco recomenda ou endossa quaisquer terceiros ou os produtos ou serviços mencionados neste documento.

- 1 As exportações totais são estimadas em 3,5 milhões de toneladas por ano, das quais se calcula que entre 5% e 10% são geridas de forma inadequada. Fonte: Pew Charitable Trusts,, [Breaking the Plastic Wave \(2020\)](#)
- 2 A Ásia-Pacífico é o mercado de embalagens plásticas flexíveis que mais cresce. Fonte: Grand View Research, [Flexible Packaging Market \(2026-2033\) \(2025\)](#)
- 3 Este relatório não avalia embalagens business-to-business (B2B), embalagens secundárias ou terciárias nem formatos de embalagens flexíveis de maior tamanho, pois estes seguem diferentes caminhos de fim de vida e passam por dinâmicas de coleta distintas.
- 4 O tamanho A5 é de 14,8 cm x 21,0 cm. Embalagens de tamanho A5 ou menores representaram 92% da poluição por sachês plásticos flexíveis auditada pela Break Free From Plastic (Fonte: Break Free From Plastic, Branded: The Sachet Scourge In Asia [2024]); 75% das unidades de bens de consumo de alta rotatividade (FMCG) são vendidas em formatos menores que 50 ml ou 50 g na Índia (Fonte: India Plastics Pact, Small formats and sachets: exploring challenges, solutions and interventions [2024]); 52% dos resíduos plásticos residuais de marca nas Filipinas são sachês (Fonte: Global Alliance for Incinerator Alternatives, Sachet Economy: Big Problems in Small Packets [2019]); embalagens plásticas para alimentos, geralmente de pequeno formato, representam 33% dos resíduos macro na Indonésia (Fonte: Plastics in Indonesian Societies [PISCES], A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution [2024])
- 5 Baseado em dados de mercado de embalagens plásticas da Wood Mackenzie.
- 6 80% corresponde ao peso. Fonte: Pew Charitable Trusts, [Breaking the Plastic Wave \(2020\)](#)
- 7 Consulte a seção “Seis critérios essenciais” para definições e limitações mais detalhadas. Nota: isso deve ser aplicado à embalagem como um todo, incluindo todos os seus componentes (revestimentos, tintas, aditivos etc.).
- 8 A produção de papel e de outros produtos de fibra de curta duração já representa quase um quinto de toda a exploração madeireira. Fonte: FAOSTAT, [Forestry Production and Trade \(2025\)](#). Até metade de toda a polpa de madeira virgem utilizada para papel pode vir de florestas antigas e ameaçadas. Fonte: Forestry Stewardship Council, [FSC Support to Respect for Human Rights \(2019\)](#). A degradação dentro de florestas manejadas também reduz a cobertura de florestas primárias e contribui para a perda de biodiversidade. Fonte: Mackey, B., et al., [Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, Land \(2024\)](#). Consulte a seção “Embalagens flexíveis à base de papel e seus potenciais benefícios, riscos e limitações” para mais detalhes.
- 9 O ritmo e a viabilidade do progresso variam conforme o produto, o tipo de embalagem, a geografia e o grau de maturidade da cadeia de valor. Por exemplo, produtos líquidos têm necessidades técnicas de embalagem muito diferentes das de produtos sólidos.
- 10 Etapas intermediárias com embalagens que ainda não atendem aos seis critérios essenciais (por exemplo, embalagens que ainda não são ao mesmo tempo recicláveis e biodegradáveis) permitiriam testar como as embalagens à base de papel se comportam em produção em grande escala, ao longo da cadeia de valor e em termos de aceitação pelos consumidores. Essas etapas também permitiriam investir na adaptação de maquinário e das cadeias de valor, em paralelo ao avanço da inovação em embalagens.
- 11 A viabilidade depende de fatores como logística, regulamentação e viabilidade técnica e comercial. Em muitos casos, isso exige ações colaborativas entre indústria e políticas públicas.
- 12 Singh, R., et al., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market, The Marketing Review \(2009\)](#)
- 13 De acordo com dados de pesquisa reportados pela Social Weather Stations, 2018 Survey Report on Plastic Pollution: Third Quarter 2018 Social Weather Survey. Fuente: Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA), [Sachet Economy: Big Problems in Small Packets \(2020\)](#)
- 14 Embalagens de 500 g de geleia e leite em pó vendem mais do que suas equivalentes em sachês. Fonte: Singh, R., et al., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market, The Marketing Review \(2009\)](#)
- 15 Fundação Ellen MacArthur, [Reuse: rethinking packaging \(2019\)](#)
- 16 WWF e Fundação Ellen MacArthur, [Reuse in the Global South: Case Studies \(2025\)](#)
- 17 Veja o Caso 1: Descarte de embalagem(ns) plástica(s) de barra de chocolate. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment, Science of The Total Environment, Volume 957 \(2024\)](#)
- 18 Colwell, J., et al., [Hazardous state lifetimes of biodegradable plastics in natural environments, Science of the Total Environment, Volume 894 \(2023\)](#)
- 19 Plastics in Indonesian Societies (PISCES), [A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution \(2024\)](#)
- 20 Embora testes de laboratório possam demonstrar biodegradação completa em condições específicas em ambientes marinhos (ISO 22403), no solo (ISO 23517) e em compostagem doméstica (EN 17427), isso não garante que a biodegradação completa ocorrerá em todos os ambientes marinhos ou solos do mundo. Por exemplo, as condições do oceano Atlântico diferem das de um manguezal.
- 21 Embora a compostagem doméstica em si seja limitada, o cumprimento dos padrões de compostagem doméstica fornece um indicador indireto para reduzir impactos no caso de vazamento para o meio ambiente. Para mais detalhes, consulte a seção “Evitar o uso de substâncias químicas perigosas e não gerar poluição plástica persistente”.
- 22 O Regulamento de Produtos Fertilizantes da União Europeia e o Regulamento REACH (também da UE) estabelecem precedentes para a aplicação de métodos de teste de biodegradação reconhecidos pela ISO, vinculados a critérios de aprovação/reprovação, como forma de mitigar riscos ambientais. [Commission Delegated Regulation \(UE\) 2024/2770 de 15 de julho de 2024, que altera o Regulamento \(UE\) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos critérios de biodegradabilidade para agentes de revestimento e polímeros de retenção de água; Commission Regulation \(UE\) 2023/2055 de 25 de setembro de 2023, que altera o Anexo XVII do Regulamento \(CE\) nº 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao REACH no que se refere a micropartículas poliméricas sintéticas](#)
- 23 Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering? Environmental Research Communications \(2024\)](#)
- 24 Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter, Public Health Institute Journal \(2022\)](#)
- 25 Veja o Caso 1: descarte de embalagem(ns) plástica(s) de barra de chocolate. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment, Science of The Total Environment, Volume 957, \(2024\)](#)
- 26 Conforme indicado por Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering? Environmental Research Communications \(2024\)](#) and Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter, Public Health Institute Journal \(2022\)](#)
- 27 Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment, Science of The Total Environment \(2024\)](#)

- 28 Systemiq, APEKSI, e APKASI, Producer Responsibility in Indonesia: What to know, what stakeholders think, and what could happen next (2021)
- 29 Embora atualmente existam poucos formatos de embalagens flexíveis de pequeno formato à base de papel no mercado, evidências da Índia sugerem que as caixas de fósforo duplex amplamente utilizadas – comparáveis em tamanho e material aos flexíveis de papel revestido – não entram nos fluxos de reciclagem.
- 30 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 31 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 32 40% do papel e papelão reciclados na Índia vêm de papel usado importado. Fonte: Chaudhary, U., Paper Waste Recycling in India: Current Scenario and Future Prospects, IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association (2023)
- 33 Aproximadamente 50% do papel e papelão reciclados na Indonésia vêm de papel usado importado. Fonte: Romas, S., and Martini, S., Recycling paper industry: Analysis of raw material consumption in Indonesia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (2021)
- 34 Essa estimativa considera a porcentagem de matéria-prima que as fábricas de papel duplex conseguiriam absorver a partir de papéis flexíveis revestidos/laminados, combinada às taxas projetadas de crescimento do setor. Parte-se do pressuposto de que essas fábricas conseguem acessar resíduos a baixo custo. Em fábricas duplex, o papel reciclado geralmente é direcionado para produtos de menor qualidade, sem contato com alimentos. Fonte: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 35 Fundação Ellen MacArthur, Plastic flexibles: Design and recycling in the formal sector (2022)
- 36 Gandhar, J., Just Recycling: A Closer Look At Plastic Recycling in India Kashatakari Panchayat (2025)
- 37 Em muitas regiões, a coleta informal de papel é interrompida durante esses períodos: processos de reciclagem que dependem da secagem ao sol não podem operar, a umidade reduz o valor do papel e aumentam os custos de coleta de papel desintegrado e mais pesado.
- 38 The Times of India, Delhi likely to have 200 zero waste colonies by May 2027 (2025)
- 39 Natural Resources Institute Finland, Preliminary data from the greenhouse gas inventory for 2023: Forests have turned into an emission source because the sink of trees is no longer sufficient to cover emissions from forest soils (2025)
- 40 Bysouth, D., et al., High emissions or carbon neutral? Inclusion of “anthropogenic” forest sinks leads to underreporting of forestry emissions, *Forests and Global Change* (2024)
- 41 Comentários do Dr. Hatma Suryatmojo, pesquisador em conservação hidrológica e de bacias hidrográficas. Fonte: Universitas Gadjadara, UGM Expert: Severe Sumatra Flash Floods Driven by Upper Watershed Forest Degradation (2025)
- 42 Canopy, Paper Thin Comfort - Wood Fibre Risk in a Finite Forest World (2026)
- 43 The Soil Association, Regenerative forestry: Forestry and forests for the future (2022)
- 44 Por exemplo, o sistema de manejo florestal em mosaico da Klabin, no Brasil, intercala plantações comerciais com florestas nativas preservadas para garantir a produtividade de longo prazo e a disponibilidade de água. O sistema capturou 14 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2024 e apoia a biodiversidade ao regenerar ecossistemas em terras degradadas.
- 45 Beck-O'Brien, M., et al., Everything from wood – The resource of the future or the next crisis? How footprints, benchmarks and targets can support a balanced bioeconomy transition, WWF Germany (2022)
- 46 Sims, M. J., et al., Global Drivers of Forest Loss at 1km Resolution, *Environmental Research Letters* (2025)
- 47 Peng, L., et al., The carbon costs of global wood harvests, *Nature* (2023)
- 48 FAOSTAT, Forestry Production and Trade. 2025 update, (2025)
- 49 Crescimento anual composto projetado de 2% até 2040. Fonte: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), com base em análises da Systemiq, Timberland Investment Group, Fastmarket, Grand View Research e Statista
- 50 Considerando que as embalagens à base de papel sejam 1,35 vez mais pesadas, o que implicaria uma demanda adicional de 25 milhões de toneladas de papel. O fornecimento de polpa certificada é estimado em 125 milhões de toneladas, com base nas fontes mais recentes disponíveis (2023), assumindo variação desprezível entre 2023 e 2025. Fonte: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), com base em: Systemiq Analysis, Breaking the Plastic Wave Report, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market, Statista, Plastics Europe
- 51 Canopy, Survival: A Plan for Saving Forests and Climate (2020)
- 52 Esse número refere-se ao setor florestal de madeira em tora como um todo e não é específico para aplicações de embalagens.
- 53 FSC, FSC Support to Respect for Human Rights (2019)
- 54 Malcolm, J. R., et al., Forest harvesting and the carbon debt in boreal east-central Canada, *Climatic Change* (2020)
- 55 Bouchard, M., and Pothier, D., Long-term influence of fire and harvesting on boreal forest age structure and forest composition in eastern Québec, *Forest Ecology and Management* (2011)
- 56 Mackey, B., et al., Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, *Land* (2024)
- 57 Kuuluvainen, T., and Gauthier, S., Young and old forest in the boreal: Critical stages of ecosystem dynamics and management under global change, *Forest Ecosystems* (2018)
- 58 Área certificada de 150 milhões de hectares em 2012. Fonte: FSC, Our history; área certificada de 160 milhões de hectares em 2025. Fonte: FSC (agosto de 2025) Facts and Figures
- 59 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), com base em análises da Systemiq, Timberland Investment Group, Fastmarket e Research & Market
- 60 Global Canopy, Companies profit, forests fall: everyone pays the price – Forest 500 Report 2025 (2025)
- 61 A Roundtable on Sustainable Biomaterials é considerada o sistema de certificação mais robusto dentro do escopo avaliado por diversos estudos independentes. Fontes: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Consumers International, Can I Recycle This? A Global Mapping and Assessment of Standards, Labels and Claims on Plastic Packaging (2020); WWF Germany Water risk in agricultural supply chains: How well are sustainability standards covering water stewardship – A Progress Report (2017); Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel (2019)
- 62 Para um panorama a respeito, consulte: OECD, Environmental Outlook on the Triple Planetary Crisis: Stakes, Evolution and Policy Linkages (2025)

- 63 As estimativas de consumo de água na produção de plásticos variam de menos de 1 kg por kg de plástico até 43 kg por kg. Fontes: Fröhlich, T., et al., Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturers, High-density Polyethylene (HDPE), Low-density Polyethylene (LDPE), Linear Low-density Polyethylene (LLDPE) Plastics Europe (2014); Korol, J., et al., Water Footprint Assessment of Selected Polymers, Polymer Blends, Composites, and Biocomposites for Industrial Application, Polymers (2019)
- 64 A indústria de celulose e papel consome entre 10 kg e 300 kg de água por kg de produção. Fonte: Esmæeli, A., and Sarrafzadeh, M., H., Reducing freshwater consumption in pulp and paper industries using pinch analysis and mathematical optimization, Journal of Water Process Engineering (2023)
- 65 Declaração da Indian Paper Manufacturers Association. Fonte: Economic Times, Paper, paperboard imports up 34pc in FY24 on higher supplies from ASEAN bloc: IPMA (2023)
- 66 Fatores de emissão BEIS (2025)
- 67 Com base nos fatores de emissão BEIS 2025, assumindo que 60% é destinado a aterros e 40% é incinerado.
- 68 Canopy, Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests (2024)
- 69 Com base nos fatores de emissão BEIS 2025.
- 70 O metano é um gás de efeito estufa particularmente potente, com um potencial de aquecimento global entre 28 e 36 vezes maior do que o do dióxido de carbono em um período de 100 anos. Fonte: IEA, Methane and Climate Change (2021)
- 71 Ghosh, S., Tracking methane emissions for mitigation, Mongabay (2022)
- 72 Considerando emissões de produção semelhantes, taxas de reciclagem desprezíveis e o maior peso do papel. Para fins de modelagem, assume-se emissão zero associada ao vazamento. Modelagem exploratória utilizando fatores de emissão BEIS 2025, aplicada a cenários em que as emissões de GEE do berço ao portão são equivalentes entre embalagens flexíveis de papel e de plástico.
- 73 As emissões de gases de efeito estufa variam significativamente entre produtores e regiões, com múltiplos fatores influenciando os resultados. Isso não substitui uma avaliação detalhada caso a caso.
- 74 Com base nos fatores de emissão BEIS 2025, assumindo que 60% é destinado a aterros e 40% é incinerado.
- 75 Modelagem exploratória com base nos fatores de emissão de fim de vida mencionados acima, considerando um cenário em que as emissões de GEE do berço ao portão são equivalentes entre embalagens flexíveis de papel e de plástico.
- 76 Zhang, Y., et al., How climate change and eutrophication interact with microplastic pollution and sediment resuspension in shallow lakes: A review, Science of The Total Environment (2020)
- 77 Yuan, H., et al., Correlation Between Microplastics Pollution and Eutrophication in the Near Shore Waters of Dianchi Lake, Environmental Science (2021)
- 78 Por exemplo, uma ACV conduzida por terceiros para a European Paper Packaging Alliance (2022), avaliando utensílios descartáveis de papel para consumo fora do lar na UE, identificou que mais de 80% do impacto total estava concentrado em cinco categorias que não incluíam eutrofização (excluindo categorias relacionadas à toxicidade)
- 79 Entrevistas com especialistas (2025)
- 80 Food Packaging Forum, FCCmigex Database (2025)
- 81 Zimmermann, L., et al., Implementing the EU Chemicals Strategy for Sustainability: The case of food contact chemicals of concern, Journal of Hazardous Materials (2022)
- 82 Simantiris, N., Single-use plastic or paper products? A dilemma that requires societal change, Cleaner Waste Systems (2024)
- 83 Por exemplo, produtos líquidos têm necessidades técnicas de embalagem muito diferentes das de produtos sólidos.
- 84 Etapas intermediárias com embalagens que ainda não atendem aos seis critérios essenciais (por exemplo, embalagens que ainda não são ao mesmo tempo recicláveis e biodegradáveis) permitem testar como as embalagens à base de papel se comportam em produção em grande escala, ao longo da cadeia de valor e em termos de aceitação pelos consumidores. Essas etapas também permitiriam investir na adaptação de maquinário e das cadeias de valor, em paralelo ao avanço da inovação em embalagens.
- 85 O uso de fibras não madeireiras e de conteúdo reciclado em aplicações de embalagens flexíveis ainda é limitado devido ao comprimento e à resistência das fibras. No entanto, o uso dessas fibras em aplicações não flexíveis pode compensar um eventual aumento no uso de fibras virgens de madeira em aplicações flexíveis.
- 86 Roundtable on Sustainable Biomaterials, RSB Principles & Criteria (2025)
- 87 O uso de certificação FSC é preferível, por ser considerado suficientemente robusto para garantir a manutenção de valores sociais e ecológicos nas florestas. Melhorias em todos os sistemas de certificação são incentivadas. Para uma comparação mais detalhada entre FSC e o Programme for the Endorsement of Forest Certification, consulte: Canopy, Forest Certification Comparison (2024)
- 88 Canopy, Taking the pressure off irreplaceable forests: Climate-smart solutions for paper, packaging, and textile fibres (2024)
- 89 Carbono biogênico é o carbono absorvido, armazenado e liberado por fontes biológicas - neste caso, o carbono capturado e armazenado pelas plantas utilizadas como fibra para papel. Alguns métodos de avaliação de ciclo de vida consideram o carbono biogênico como neutro, ou seja, o carbono liberado na queima ou biodegradação das fibras equivaleria ao carbono previamente absorvido durante o crescimento das plantas. No entanto, avaliações mais robustas levam em conta que o carbono armazenado ou perdido na biomassa florestal e no solo ao longo do tempo varia significativamente conforme as práticas de manejo florestal. Ignorar essas perdas potenciais pode subestimar as emissões líquidas de GEE ao longo do ciclo de vida completo (do berço ao descarte) de produtos florestais em até 75-92%. Fonte: Canopy, Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests (2024)
- 90 Tahmasebi, A., et al., Techno-economic comparison of two hydroxyl and sulfate radicals based advanced oxidation process for enhancing biodegradability of pulp and paper mill wastewater, Chemical Engineering Science, Volume 293, (2024)
- 91 Kuzma, S., et al., 25 Countries, Housing One-Quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress, World Resource Institute (2023)
- 92 Por exemplo, fábricas no Sul e Sudeste Asiático frequentemente operam com tecnologias de triagem menos avançadas e maior sensibilidade à umidade e a revestimentos, além de lidarem com restrições de água e condições limitadas de secagem. Muitas dessas unidades dependem parcialmente da secagem ao sol em determinados períodos do ano.
- 93 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)

- 94 Embora a compostagem doméstica seja limitada e não represente o destino final desejado, a conformidade com seus requisitos, junto aos demais padrões mencionados, funciona como um indicativo para reduzir impactos em caso de vazamento.
- 95 O Regulamento de Produtos Fertilizantes da UE e o Regulamento REACH (também da UE) estabelecem um precedente para a aplicação de métodos de ensaio de biodegradação reconhecidos pela ISO, vinculados a critérios de aprovação/reprovação para mitigar riscos ambientais. Commission Delegated Regulation (UE) 2024/2770, de 15 de julho de 2024, que altera o Regulamento (UE) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos critérios de biodegradabilidade para agentes de revestimento e polímeros de retenção de água,  
Commission Regulation (UE) 2023/2055, de 25 de setembro de 2023, que altera o Anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao Registro, Avaliação, Autorização e Restrição de Substâncias Químicas (REACH) no que se refere a micropartículas poliméricas sintéticas
- 96 Estudos iniciais também sugerem que alguns consumidores podem ter maior propensão a descartar embalagens no ambiente aberto quando acreditam que elas irão se biodegradar. Consulte a seção “Embalagens flexíveis à base de papel e seus potenciais benefícios, riscos e limitações” para mais detalhes.
- 97 O Regulamento de Produtos Fertilizantes da UE e o Regulamento REACH (também da UE) estabelecem um precedente para a aplicação de métodos de ensaio de biodegradação reconhecidos pela ISO, vinculados a critérios de aprovação/reprovação para mitigar riscos ambientais. Commission Delegated Regulation (UE) 2024/2770, de 15 de julho de 2024, que altera o Regulamento (UE) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos critérios de biodegradabilidade para agentes de revestimento e polímeros de retenção de água,  
Commission Regulation (UE) 2023/2055, de 25 de setembro de 2023, que altera o Anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao REACH no que se refere a micropartículas poliméricas sintéticas
- 98 Projetos demonstrativos eficazes devem se concentrar em poucos países para gerar evidências sólidas, incluir todos os materiais, integrar sistemas mais amplos de gestão de resíduos e ser desenhados de acordo com o contexto local, incluindo o setor informal de resíduos.
- 99 Pew Charitable Trusts, Breaking the Plastic Wave (2020)
- 100 *ibid.*
- 101 Adaptado de ISO 23517:2021
- 102 Nova-Institute, Biodegradable Polymers in Various Environments According to Established Standards and Certification Schemes – Graphic, Nova-Institute (2024)
- 103 Adaptado de ISO 17088:2021
- 104 EN 17427:2022
- 105 Limiares que evitam desestabilizar os ciclos biológicos que sustentam os sistemas da Terra e reduzem o risco de mudanças ambientais irreversíveis.
- 106 O Regulamento de Produtos Fertilizantes da UE e o Regulamento REACH (também da UE) estabelecem um precedente para a aplicação de métodos de ensaio de biodegradação reconhecidos pela ISO, vinculados a critérios de aprovação/reprovação para mitigar riscos ambientais. Commission Delegated Regulation (UE) 2024/2770, de 15 de julho de 2024, que altera o Regulamento (UE) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho no que diz respeito aos critérios de biodegradabilidade para agentes de revestimento e polímeros de retenção de água,  
Commission Regulation (UE) 2023/2055, de 25 de setembro de 2023, que altera o Anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao Registro, Avaliação, Autorização e Restrição de Substâncias Químicas (REACH) no que se refere a micropartículas poliméricas sintéticas



© COPYRIGHT 2026  
ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

[www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org)

Charity Registration No.: 1130306  
OSCR Registration No.: SC043120  
Company No.: 6897785