

ARTIGO DE PESQUISA  
RESEARCH ARTICLE

## Editor

Diego de Melo Conti

## Conflito de interesses

Não há

## Recebido

2 fev. 2023

## Aprovado

19 set. 2023

# Circularidade das embalagens flexíveis para alimentos: principais desafios e perspectivas

## *Circularity of flexible food packaging: main challenges and perspectives*

Ana Flávia F. Ramos<sup>1</sup> , Flávio M. Ribeiro<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Fundação Instituto de Administração, Programa de Gestão Estratégica Socioambiental, MBA em Gestão Estratégica da Sustentabilidade. São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A. F. F. Ramos. E-mail: anaffr@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Católica de Santos (UniSantos), Faculdade de Direito, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental Internacional. Santos, SP, Brasil.

**Como citar este artigo/How to cite this article:** Ramos, A. F. F.; Ribeiro, F. M. Circularidade das embalagens flexíveis para alimentos: principais desafios e perspectivas. *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, v. 4, e237118, 2023. <https://doi.org/10.24220/2675-7885v42023a7118>

### Resumo

O presente trabalho aborda o tema circularidade nas embalagens flexíveis, amplamente utilizadas no mercado para o acondicionamento de alimentos e normalmente para o uso único, sendo descartadas logo após o consumo. Considerando os desafios ambientais deste tipo de embalagem, a pesquisa tem como objetivo apresentar e discutir as principais alternativas para ampliar a circularidade das embalagens flexíveis para alimentos, para que sejam reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis, como enfatizado e difundido pela Fundação Ellen MacArthur. Para tanto se inicia caracterizando estas embalagens, suas funções e principais tipos, para então discutir dentro do conceito da Economia Circular as alternativas disponíveis, passando por temas como a simbologia de descarte seletivo e de reciclabilidade dos materiais, o uso de matérias primas alternativas (de fontes renováveis ou resinas PCR), e a mudança de materiais (como o monomaterial e aqueles compostáveis/biodegradáveis). Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica, complementada por informações obtidas em entrevistas não estruturadas com profissionais do setor, a respeito das possibilidades e desafios das empresas desta cadeia. Como resultado, além do levantamento das possibilidades se comprovou ser necessário o envolvimento de toda a cadeia para alcançar sua sustentabilidade efetiva, com a redução do impacto em todo o seu ciclo de vida, buscando ser criativo e empregando soluções fora do dia a dia em busca da melhoria das embalagens e a transição para uma economia circular.

**Palavras-chave:** Economia Circular. Logística Reversa. Reciclagem de plástico.

### Abstract

*The present work addresses the issue of circularity in flexible packaging, widely used in the market for food packaging and normally for single use, discarded soon after consumption. Considering the environmental challenges of this type of packaging, the research aims to present and discuss the main alternatives to increase the circularity of flexible food packaging so that they are reusable, recyclable, or compostable, as emphasized and disseminated by the Ellen MacArthur Foundation. In order to do so, it begins by characterizing these packages, their functions and main types, and then discussing, within the Circular Economy concept, the available alternatives, encompassing topics such as the symbology of selective disposal and recyclability of materials, the use of*

*alternative raw materials (of renewable sources or PCR resins), and changing materials (such as the monomaterial and compostable/biodegradable ones). To this end, we conducted a bibliographic review complemented by information obtained in non-structured interviews with professionals in the sector, regarding the possibilities and challenges of companies in this chain. As a result, besides surveying the possibilities, we involved the entire chain to achieve its effective sustainability, reducing the impact throughout its life cycle, being creative and employing out-of-the-day solutions to improve packaging and the transition to a circular economy.*

**Keywords:** Circular Economy. Reverse Logistics. Plastic Recycling.

---

## Introdução

Cabe ao setor público elaborar políticas que induzam a modificação da cadeia de produção para uma dinâmica sustentável, com atributos como uma baixa emissão de carbono com o uso de fontes de energias renováveis, buscando a redução de emissão de poluentes e resíduos, dentre outros. Desta forma, ficaria o setor privado sujeito a esse novo padrão normativo, devendo adequar o seu padrão logístico produtivo a uma economia circular que planeje o ciclo de vida útil do produto do berço ao túmulo, racionalizando o uso de recursos ambientais, desenvolvendo mecanismos tecnológicos com capacidade de reduzir a geração de resíduos sólidos e ao mesmo tempo controlando a degradação ambiental (Dunda, 2020).

Neste íterim, pode-se entender a Economia Circular como uma das principais tendências da sustentabilidade, sendo esta definida como um “sistema econômico que sistemicamente mantém um fluxo circular de recursos, regenerando, retendo ou adicionando ao seu valor, contribuindo para desenvolvimento sustentável” (International Organization for Standardization, 2022).

Mas promover o desenvolvimento sustentável não se restringe apenas em manter o estoque de recursos naturais em níveis satisfatórios para as futuras gerações, também inclui criar um modelo de vida sustentável, alterando a maneira como o ser humano se relaciona com o meio ambiente e promovendo uma sociedade consciente de seu papel na natureza (Dunda, 2020).

Neste aspecto, um dos grandes desafios que se apresenta diz respeito ao amplo uso de embalagens, principalmente aquelas flexíveis. As embalagens flexíveis são amplamente utilizadas no mercado para o acondicionamento de alimentos e outros produtos, normalmente para o uso único, sendo descartadas logo após o consumo do produto, contribuindo assim para a geração de resíduos. Porém, por outro lado, é importante reconhecer seu papel, pois se esta não for adequadamente desenvolvida ainda pode contribuir para o desperdício dos alimentos, e, por isso, a etapa de desenvolvimento destas é uma parte importante da temática da sustentabilidade. Assim, entende-se que este projeto precisa ser considerado na discussão sobre as formas mais sustentáveis de produção, buscando atender as necessidades da população atual utilizando menos energia, matéria, e com o descarte adequado dos resíduos, contribuindo assim para que no futuro as próximas gerações ainda possam usufruir do ambiente que possuímos hoje, por meio da transição para uma economia circular.

A quantidade de resíduos sólidos produzidos no mundo supera a capacidade de absorção desse material pelo meio ambiente. O Brasil, país em desenvolvimento, depara-se com o aumento da geração de resíduos sem que estes tenham um destino adequado no meio ambiente (Dunda, 2020), e, para buscar equacionar este problema, foi promulgada a Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Este importante dispositivo foi um marco na legislação nacional, determinando a adequação da gestão de resíduos e a eliminação dos lixões, a aplicação dos princípios do poluidor-pagador e da responsabilidade

compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, e definindo a obrigatoriedade da logística reversa para diversos produtos e embalagens. A implantação da logística reversa é um mecanismo que contribui para a Economia Circular, visto que, nos casos em que o resíduo retorna para o ciclo produtivo, o material pode se tornar matéria-prima para novos produtos (Ribeiro, 2022).

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar e discutir as principais alternativas para ampliar a circularidade das embalagens flexíveis para alimentos, visando analisar qual o potencial da economia circular em melhorar as embalagens rumo ao desenvolvimento sustentável.

Para tanto o presente artigo irá apresentar o conceito de embalagens flexíveis, seus tipos e usos, discutir os principais desafios para a sustentabilidade destas e identificar e discutir alternativas para ampliar a circularidade das embalagens flexíveis de alimentos.

## Metodologia

Visando atender aos objetivos propostos, a pesquisa realizou uma revisão bibliográfica de conceitos fundamentais e do desdobramento do tema pelo mercado, mediante consulta a artigos acadêmicos, relatórios, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses.

Como forma de complementar as informações secundárias obtidas e aproveitando a experiência e vivência de uma das pesquisadoras, foram realizadas duas entrevistas não estruturadas junto a profissionais do setor, sendo um atuante em empresa produtora de polipropileno biorientado, e outro em uma gerenciadora de resíduos que atua com foco em aparas de embalagens flexíveis.

No primeiro caso, da empresa fornecedora de polipropileno biorientado, a entrevista teve foco nas possibilidades e desafios para produção destes materiais, e foi realizada mediante contato telefônico no dia 22/09/2022 junto ao Sr. Altomani. O resultado desse diálogo encontra-se distribuído ao longo do texto com a referência Altomani (2022).

Da mesma forma, para a empresa de gerenciamento de resíduos, a entrevista priorizou o tema dos desafios de reciclagem das embalagens, e foi conduzida em uma visita técnica realizada no dia 03/10/2022 e acompanhada do Sr. Machado. Resultado desse diálogo encontra-se distribuído ao longo do texto com a referência Machado (2022).

## Embalagem Flexível: Conceitos e Definições

### Definição de embalagem flexível

As embalagens flexíveis são aquelas produzidas por materiais não rígidos, sendo os principais materiais o poliéster, polietileno, polipropileno, polipropileno biorientado, papel e alumínio. De acordo com a Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021), as embalagens para alimentos são os recipientes em contato com alimentos que possuem a função de protegê-los de agentes externos, alterações, contaminações e adulterações, desde a fabricação até chegar ao consumidor.

De acordo com Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2002), as características do sistema de distribuição e a fragilidade do produto definem o grau de proteção mecânica que a embalagem deve oferecer, de forma que a mesma deve evitar que o alimento sofra danos mecânicos, visto que o aspecto visual é um fator importante na sua aceitação pelo consumidor. Além disso, as embalagens devem propiciar outras funções, como a garantia de proteções contra a luz, umidade e oxigênio

(que podem afetar a qualidade do produto), bem como propiciar uma base para orientação e comunicação com o consumidor (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2016).

### **Importância das embalagens flexíveis para alimentos**

Segundo Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2002), as exigências impostas pelos novos hábitos de consumo alimentar da população, advindos pela maior exigência por qualidade, menor custo, maior conveniência de preparo, menores porções, dentre outros, contribuiu para que houvesse avanços tecnológicos nos processos de acondicionamento de alimentos e na conversão de novos materiais flexíveis multicamadas.

De acordo com Landim *et al.* (2016), para reduzir o impacto ambiental causado pelo ciclo de vida da embalagem de alimentos, é crucial que a mesma seja capaz de reduzir o desperdício de alimentos, além de ser sustentável. Assim, a escolha da embalagem deve levar em consideração a vida de prateleira do alimento e as possíveis alterações físicas, químicas e microbiológicas às quais este esteja sujeito, considerando as características próprias de cada alimento (composição, pH, acidez, umidade, atividade de água *etc*) e as interferências do ambiente (temperatura, composição gasosa, presença de luz e microrganismos) (Santos; Yoshida, 2011).

De acordo com Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2002), as principais alterações de alimentos relacionadas à sua qualidade e vida de prateleira, e respectivos papéis das embalagens são:

- Reações de escurecimento não-enzimático: transformação química envolvendo carboidratos e proteínas. A embalagem pode minimizar os efeitos do escurecimento ao impedir a passagem de umidade do ambiente para o produto, que favoreceria o aumento da velocidade desta reação. Contudo, a embalagem não tem influência direta sobre a reação de escurecimento não-enzimático;
- Reações de escurecimento enzimático: determinadas frutas e hortaliças destinadas ao processamento industrial, como maçãs, bananas, batatas, champignon, alface e outras hortaliças, quando cortadas ou injuriadas, tem seus tecidos vegetais rompidos e as enzimas colocadas em contato com substratos fenólicos, desenvolvendo nos alimentos zonas de pigmentação escura. Uma alternativa é a exclusão do oxigênio por meio da utilização de embalagem;
- Reações químicas de oxidação de lipídeos: no processo de oxidação há a formação de peróxidos e sua decomposição, dando origem a compostos voláteis, responsáveis pelo sabor e odor rançosos característicos, que tornam os alimentos inaceitáveis para o consumo. Na escolha da embalagem para alimentos sensíveis ao oxigênio, além da definição do polímero a ser utilizado deve-se determinar também à espessura do material-barreira, pois este também afeta a quantidade de oxigênio que irá passar. Além disso, a quantidade de oxigênio presente no espaço-livre da embalagem também influencia em alimentos altamente sensíveis à oxidação, e, por isso, muitas vezes são necessárias embalagens a vácuo ou inertizadas;
- Oxidação e degradação de pigmentos: o consumidor espera ver nos alimentos uma aparência natural que os torne atraentes, sejam estes frescos ou processados. Quando isso não ocorre, pode haver rejeição do produto, por interpretar que tais alimentos estejam deteriorados, foram processados em condições inadequadas ou foram adulterados. A oxidação pode ocorrer pela interação com a umidade e o oxigênio, e a embalagem pode ser usada como barreira;
- Oxidação e perda de aromas: o sabor e o aroma são aspectos essenciais na aceitabilidade de alimentos, mas são difíceis de serem controlados. Os ingredientes de um produto, seu processo de fabricação, o material de embalagem e as condições de estocagem podem causar modificações

no sabor/odor e reduzir sua intensidade ou permitir o aparecimento de componentes de sabor/odor estranho. O sabor e aroma podem ser alterados em função da perda do aroma característico por meio da permeação pela embalagem, pela oxidação dos compostos do aroma pelo oxigênio do ar, que permeia a embalagem, e/ou absorção de aromas indesejáveis pela permeação no material da embalagem;

- Alterações devido ao ganho de umidade: o ganho de umidade é um fenômeno físico que ocorre em alimentos de baixa atividade de água ou umidade, e pode deteriorar a qualidade do produto devido à aglomeração, alterações de textura, crescimento microbiológico, oxidação de lipídeos e pigmentos, atividade enzimática, escurecimento, perda de vitaminas e outras reações específicas. É recomendável a utilização de materiais de embalagem com baixas permeabilidades à umidade, de modo a manter o nível aceitável de qualidade;

- Alterações devido à perda de umidade: em produtos alimentícios, a perda de umidade pode acarretar alterações físicas, químicas e organolépticas. Não se pode deixar de lado o aspecto econômico da questão, pois a perda de peso e de qualidade pode causar eventuais prejuízos à indústria de alimentos, distribuidores, varejistas e ao consumidor. Para alimentos congelados, o uso de embalagem com baixa permeabilidade ao vapor de água evitará que o produto se desidrate em demasia, e o espaço-livre da embalagem não pode ser excessivo para frutas e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas. Nestes casos a embalagem precisa ter alta permeabilidade a gases, para permitir o suprimento de oxigênio necessário à respiração, e permeabilidade à umidade intermediária, para minimizar a perda de peso e desidratação superficial;

- Crescimento microbiológico: além da deterioração, outra questão relacionada ao crescimento de microrganismos é o risco de problemas com a saúde pública em função de alguns serem patogênicos para os seres humanos. O desenvolvimento de microrganismos nos alimentos pode causar doenças como infecções e intoxicações. O crescimento microbiológico é favorecido pela interação com a umidade e o oxigênio, e a embalagem pode ser usada como barreira;

- Perda de valor nutritivo: a maior parte das reações de perda de nutrientes ocorre durante o processamento, ou mesmo antes dele, ao passo que na estocagem essas alterações ficam limitadas a componentes mais vulneráveis, como é o caso de determinadas vitaminas. É necessário avaliar cada caso de acordo com o alimento, sendo a embalagem utilizada para controlar a passagem de umidade, oxigênio e luz, que influenciam nesse processo;

- Interação com as embalagens: os materiais plásticos não são inertes, e onde ocorre contato direto entre a embalagem e o produto pode haver transferência de substâncias indesejáveis sob aspecto toxicológico e sensorial, podendo ocorrer também contaminação por odores estranhos – seja da embalagem ou do meio;

- Infestação por insetos e roedores: doces contendo frutas, chocolates, amêndoas e mesmo coco são susceptíveis ao ataque por insetos. Eles são atraídos pelo odor dos alimentos, independentemente destes estarem frescos ou em deterioração, e sujam e/ou estragam os alimentos impregnando-os de mau cheiro, ou mesmo transformando-os em veículo de transmissão de doenças. As principais categorias de alimentos sujeitas ao ataque de insetos são os grãos, hortaliças, cereais e seus derivados, laticínios como queijo e leite em pó, frutas secas, carnes secas e defumadas, castanhas, nozes e amendoim. Geralmente, a penetração de insetos varia dependendo do tipo e combinação de resinas utilizadas para produção do filme, da espessura e porosidade dos materiais, da resistência da embalagem à perfuração e do estágio de desenvolvimento do inseto envolvido. Em geral, os filmes mais espessos são mais resistentes do que os filmes mais finos, e os filmes orientados tendem a ser mais efetivos do que os filmes não orientados.

## Principais tipos de embalagens flexíveis para alimentos

O Quadro 1 apresenta as principais estruturas utilizadas para alguns alimentos, considerando as características necessárias para prolongar a vida útil do alimento.

**Quadro 1** – Exemplos de estruturas de embalagens para alimentos.

Alimento	Característica	Exemplos de estrutura
Frutas e hortaliças desidratadas	Barreira umidade Eliminação de umidade do espaço livre da embalagem.	PEBD, PP, BOPP/PEBD e PET/PEBD
Leite em pó	Barreira umidade, à oxidação e ao desenvolvimento microbiológico.	PETmet/PE, PET/PETmet/PE
Sopas desidratadas	Barreira umidade e oxigênio, assim como contra a perda de compostos aromáticos.	PET/AL/PE, PET/PETmet/PE
Coco ralado	Barreira umidade, barreira adequada ao oxigênio e à luz.	BOPP/BOPPmet, BOPP/BOPPmet/PE, PETmet/PE, PET/PE
Condimentos desidratados	Barreira umidade.	PP, BOPP/BOPP, PET/PE, PETmet/PE
Açúcar	Barreira umidade.	PE, PE pigmentado, sacos de papel multifolhados
Farinhas de trigo	Barreira umidade, a penetração de insetos e resistência mecânica suficiente.	PEBD ou misturas de PEBD e PEBDL, papel kraft branqueado
Misturas secas	Barreira umidade Para os produtos que contêm alto teor de gordura, barreira ao oxigênio e à luz	Mistura para bolos – PE, PET/PE, PETmet/PE; Achocolatado – PETmet/PE Sobremesa com baixo teor de gordura – Papel/PE, PET/PE; Refresco em pó – PET/AL/PE, PET/PETmet/PE; Sobremesas com alto teor de gordura – PET/AL/PE, PETmet/PE, BOPP, BOPP perolizado; Mistura para pão de queijo – BOPPmet/PE, PETmet/PE
Pães de forma	Barreira umidade	PE, PP, BOPP ou sacos laminados, como BOPP/BOPP, BOPP/PP, BOPP/PE
Pães com crosta, como o francês e o italiano	Permite escape da umidade do produto para manter a crosta crocante	Sacos de PEBD microperfurados
Massa seca	Barreira umidade	PP, BOPP e filmes laminados, a exemplo de BOPP/BOPP, PP/PE, BOPP/PE, BOPP/PP, PET/PE, PET/BOPP/PE
Massa fresca	Barreira oxigênio	PETbarreira/PE, PET/PEbarreira
Macarrão instantâneo	Barreira umidade	BOPP/BOPP, BOPP/PE, PET/PE, BOPPmet/PE
Biscoitos	Barreira umidade	PEBD, PEAD, PP e BOPP PP/PEBD/PP, BOPP/BOPP, BOPP/BOPP perolizado, BOPP/BOPPmet; PETmet/PE, PETmet/BOPP
Snacks fritos	Barreira oxigênio, umidade e luz	BOPP/BOPPmet, PET/PETmet/PE
Snacks extrusados	Barreira umidade	BOPP/BOPP perolizado, BOPP/BOPPmet, PET/BOPPmet
Biscoitos salgados tipo aperitivo	Barreira oxigênio e umidade	PET/BOPPmet, BOPP/BOPPmet
Amendoins, castanhas, amêndoas, avelãs, nozes, pistaches e macadâmia	Barreira umidade, oxigênio e luz	PET/Al/PE, PET/PETmet/PE e PET/BOPPmet/PE
Cereais	Barreira umidade, oxigênio, aromas e luz	PEAD – embalagens secundárias, as caixas de cartão PP, BOPP, BOPP/PE e BOPP/BOPP, BOPP/BOPPmet – sem embalagem de cartão
Barras	Barreira oxigênio e umidade	PETmet/PE, BOPPmet/PE e BOPP/BOPPmet
Chocolate	Barreira umidade, oxigênio, luz, permeação de componentes do aroma e de odores	Envoltos em folhas de alumínio – embalagem secundária de papel/verniz ou cartão BOPP/cold seal, BOPP perolizado/cold seal, BOPP/BOPPmet/cold seal, BOPPmet/PE, PET/PE, PETmet/PE, PETmet/BOPP perolizado, PET/BOPP metalizado
Confeito doce	Barreira umidade	PP torção, BOPP torção, Al/papel parafinado ou não ou em papel, que também pode ser parafinado ou não PPmet/PP, BOPP/BOPP metalizado ou não, BOPP/BOPP perolizado ou não, PET/PE, PET/BOPP, PETmet/BOPP, PET/BOPP perolizado e PETmet/BOPP/PEBD
Café torrado e moído	Barreira oxigênio e umidade	PETmet/PE, BOPPmet/PE
Café a vácuo	Barreira oxigênio e umidade	PET/Al/PE, PET/PETmet/PE
Café solúvel	Barreira umidade	PET/Al/PE
Sorvete		Verniz/papel/PEBD, Verniz/Al/papel/PEBD, BOPP/BOPP, BOPP/BOPPmet/cold seal, BOPP/BOPP perolizado/cold seal e PET/papel/PE
Maionese e molhos	Barreira oxigênio e luz	PET/Al/PP ou PET/Al/PE. Estruturas alternativas tendo EVOH como camada barreira também podem ser utilizadas
Carnes, aves e derivados, frutas e hortaliças congelados	Resistência mecânica	PEBD ou PEBDL e em estruturas multicamadas que incluem EVA PE, filmes laminados de PET/PEBD

Fonte: Adaptado de Sarantópoulos, Oliveira e Canavesi (2002).

## Economia Circular e as embalagens flexíveis

### Conceito e práticas de Economia Circular

De acordo com a ISO (International Organization for Standardization, 2022), a economia circular é definida como um “sistema econômico que sistemicamente mantém um fluxo circular de recursos, regenerando, retendo ou adicionando ao seu valor, contribuindo para desenvolvimento sustentável”.

De acordo com Gonçalves e Barroso (2019), está chegando o limite do atual modelo econômico linear de produção, no qual a geração de valor linear não considera que os recursos materiais e energéticos são finitos. Neste contexto, esperar o esgotamento dos recursos não renováveis parece não ser a melhor alternativa, não apenas por questões econômicas, mas também por questões de sustentabilidade e bem-estar social. Além da degradação ambiental, causada pela incorreta gestão de resíduos, esse modelo aumenta a competição por *commodities*, elevando o preço e aumentando a instabilidade do mercado. Ferreira (2021) também enfatiza que a economia circular prevê ir além da gestão de resíduos sólidos, visto que a economia circular não se limita somente ao processo de produção e consumo de bens e serviços.

A economia circular impacta efetivamente na preservação ambiental, na redução da dependência de matéria prima e a conseqüente minimização de custos de produção e de poluição, melhoria dos processos com foco na inovação, fortalecimento da imagem da empresa e eliminação do desperdício, resultando em vantagem competitiva (Gonçalves; Barroso, 2019).

De acordo com Streit (2022), para que a transição rumo ao desenvolvimento sustentável aconteça, é necessária a evolução da economia linear (baseada em extrair, produzir e descartar) para uma economia circular. Dentre outros aspectos, isso inclui a aplicação dos “3R’s” (reduzir, reutilizar e reciclar) durante toda a cadeia, desde a extração dos materiais até o consumo final e mesmo após o consumo, buscando também a destinação final ambientalmente adequada e o retorno ao fabricante de produtos e materiais. A economia circular gera impactos ambientais positivos, como a diminuição da dependência de matérias-primas virgens, aumento da eficiência dos processos, redução de desperdício e gasto com destinação final, entre outros.

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation, 2021, *online*) em ‘objetivos universais de políticas para economia circular’, a economia circular:

Oferece oportunidades para um crescimento de melhor qualidade, por meio de um modelo econômico resiliente, distribuído, diverso e inclusivo. Ela aborda as causas de desafios globais como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a poluição, criando uma economia regenerativa desde o princípio, na qual nada se torna resíduo. À medida que as indústrias começam a transição em direção a uma economia circular, os governos têm desenvolvido roteiros e estratégias de economia circular tanto para a economia como um todo quanto para setores individuais. Essa atividade é vital para aumentar a escala da transição e, à medida que o momento se torna mais propício, é fundamental chegar a um consenso sobre um direcionamento claro, que reduza a fragmentação e a complexidade e leve em consideração a natureza global das cadeias de suprimento e dos sistemas de produção e consumo.

### Principais diretrizes, possibilidades e alternativas para embalagens plásticas

De acordo com Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Foundation, 2020) no “Compromisso Global pela Nova Economia do Plástico”, a economia circular para embalagens plásticas é definida por seis características:

- 1) A eliminação de embalagens plásticas problemáticas ou desnecessárias por meio de redesenho, inovação e novos modelos de entrega é uma prioridade;
- 2) Os modelos de reutilização são aplicados quando relevante, reduzindo a necessidade de embalagens de uso único, visto que apenas reciclar não é suficiente;
- 3) Todas as embalagens plásticas são 100% reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis, sendo necessário o redesenho e inovação dos modelos de negócios, materiais, design de embalagens e tecnologias de reprocessamento;
- 4) Todas as embalagens plásticas são reutilizadas, recicladas ou compostadas na prática, evitando serem enviadas para aterros sanitários, incineração e transformação de resíduos em energia, sendo responsabilidade das empresas que produzem e/ou vendem embalagens contribuir para a coleta e sequência do ciclo, além dos governos na criação de coleta eficaz, facilitando o estabelecimento de mecanismos de financiamento autossustentáveis relacionados e fornecendo um cenário regulatório e político favorável;
- 5) O uso de plásticos é totalmente dissociado do consumo de recursos finitos, com a redução do uso de plásticos virgens, utilização de conteúdo reciclado e para os remanescentes, se houver, devem mudar para matérias-primas renováveis quando comprovadamente benéficas para o meio ambiente e provenientes de fontes gerenciadas de forma responsável, com o intuito de a produção e a reciclagem de plásticos serem alimentadas inteiramente por energia renovável, e;
- 6) Todas as embalagens plásticas são livres de produtos químicos perigosos, considerando os processos de fabricação e reciclagem, e a saúde, segurança e direitos de todas as pessoas envolvidas são respeitados e, particularmente, melhorando as condições dos trabalhadores nos setores informais (catadores).

### **Desafios para a circularidade das embalagens flexíveis**

De acordo com Landim *et al.* (2016), em busca da sustentabilidade das embalagens as indústrias devem buscar desenvolver alternativas que utilizem a menor quantidade possível de material para embalar um mesmo produto. Além disso, a população deve ser incentivada, por meio de políticas públicas, a reduzir o consumo e a realizar o descarte adequado das embalagens, uma vez que aquilo que não for corretamente utilizado ou descartado pode ter a sua circularidade perdida.

Para maximizar a qualidade e o valor dos materiais durante a reciclagem é necessário um esforço de projeto adequado da embalagem, considerando: a escolha de materiais; formato e tamanho; uso de aditivos, corantes, colas, tintas, dentre outros; adequado dimensionamento de tampas; escolha dos rótulos utilizados; e tecnologias e sistemas de coleta, classificação, limpeza e reciclagem de alta qualidade (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

Segundo Pereira e Silva (2010), a embalagem representa um símbolo do modelo atual de consumo e descarte rápido, com ciclos cada vez mais curtos. O aumento constante da produção e do consumo de bens materiais, incluídas as embalagens, tem como consequência a maior extração de recursos naturais e a degradação do meio ambiente. Por isso, as questões sociais e ambientais passaram a ser discutidas e consideradas em diversos campos, ganhando maior relevância também no contexto do projeto, como a inserção de parâmetros ecológicos e a facilidade de degradação dos materiais e o prolongamento do ciclo de vida.

Na busca para resolver o problema da geração de resíduos e da poluição pelas embalagens, é fundamental uma abordagem abrangente de economia circular. Nesse sentido, defendem como necessário eliminar as embalagens desnecessárias; inovar para garantir que todas as embalagens



necessárias sejam reutilizáveis, recicláveis ou compostáveis; e circular todas as embalagens utilizadas, mantendo-as dentro da economia e fora do meio ambiente. As propostas reconhecem que as empresas são peças-chave nessa transição, visto que são elas que decidem quais embalagens são colocadas no mercado, como são projetadas e como será o modelo de negócios relacionado a elas (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Para compreender os principais obstáculos para esta atuação, a presente pesquisa buscou identificar na prática quais têm sido os principais desafios enfrentados. De acordo com Machado (2022), há perda de produtividade na reciclagem dos materiais impressos ou metalizados, visto que essa parcela se perde na forma de “expurgo”, ao invés de se converter em matéria-prima para outro processo. Outro ponto é com relação ao material pós-consumo recebido, uma vez que da quantidade que entra para processamento, cerca de 25% a 30% de peso é perdido na lavagem – sendo geralmente constituído de impurezas como areia, pedras e metais, os quais são retirados para reduzir a abrasividade e não estragar a rosca. Outras impurezas são as etiquetas e o adesivo das embalagens, que entopem o equipamento no momento de gerar o grão do *pellet*.

Com relação à utilização de material reciclado, segundo Machado (2022), para novas extrusões três pontos foram abordados. Em primeiro lugar, há o fato do grão reciclado não ser homogêneo, pois o material não tem uniformidade e vem muita coisa misturada, podendo assim ocorrer furos no momento da extrusão do filme. Outro aspecto relevante é que na produção do *stretch* com material reciclado, é necessário produzir o filme com uma espessura mais grossa, pois este aguenta menos tensão, então em uma mesma bobina têm-se menos metros lineares de produto, ficando assim o material reciclado mais caro que o 100% virgem. Por fim, na mistura, a empresa vai utilizando material reciclado e em determinado momento não se sabe mais qual a quantidade disponível, com probabilidade de cada vez se ter mais material reciclado e menos material virgem, com eventual prejuízo à formulação para manter as propriedades necessárias do material.

Dentre as dificuldades apresentados por Machado (2022), a principal está na questão financeira – com a cobrança pela reciclagem não tendo incentivo tributário por parte do governo, o que poderia viabilizar e estimular o mercado formal da reciclagem. Assim, para que seja possível viabilizar financeiramente alguns processos de coleta e reciclagem, é necessário agregar valor ao material que será produzido, principalmente considerando que os maiores custos da reciclagem são a manutenção dos equipamentos e o consumo de energia no processo.

A princípio, todos os plásticos tecnicamente podem ser submetidos à reciclagem mecânica, porém os plásticos que efetivamente são reciclados dependem da área de utilização, do valor econômico e do volume de material disponível para reciclagem. Um desafio nesse sentido, é que as resinas virgens são fabricadas de forma controlada com propriedades específicas de acordo com as necessidades da aplicação final, já no material reciclado, advindo do resíduo sólido urbano, não é possível ter esse mesmo controle e o mercado consumidor desse material precisa ser tolerante a variações nas propriedades da resina (Coltre; Duarte, 2013).

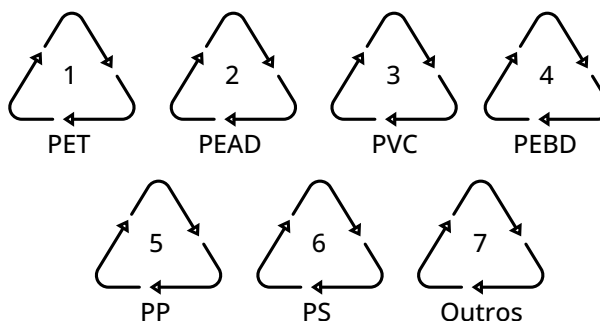
## Alternativas de circularidade para as embalagens flexíveis

### Melhoria da informação ao consumidor

A simbologia de descarte seletivo e de reciclabilidade dos materiais, hoje presença constante nas embalagens, é fundamental para alertar os consumidores sobre o descarte seletivo, bem como orientar a separação devida de cada material (Associação Brasileira de Embalagem, 2011).

A norma ABNT NBR 13230/2008 – Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia, define os códigos de identificação das resinas, sendo aplicada a numeração de 1 a 7 dentro de um triângulo de três setas, com uso adicional sob o mesmo de uma abreviatura, para indicar o tipo particular de plástico do qual o produto é feito, conforme apresenta a Figura 1.

**Figura 1** – Símbolos de identificação dos materiais plásticos, segundo a norma ABNT NBR 13230.



- 1 - PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - Outros

Fonte: Coltro e Duarte (2013).

Nas embalagens flexíveis, normalmente estes símbolos são aplicados no verso, próximo ao código de barras. Os códigos de identificação têm por objetivo facilitar a recuperação das embalagens plásticas descartadas com o resíduo sólido urbano, auxiliando a triagem nas cooperativas e recicladoras (Coltro; Duarte, 2013).

## Mudanças de origem da matéria-prima da embalagem

### Fontes renováveis

Os biopolímeros, ou bioplásticos, são polímeros classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres ou poliamidas. A obtenção da matéria-prima é uma fonte de carbono renovável, que pode ser um carboidrato derivado de amido, cana-de-açúcar, milho, beterraba; ou um óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa (Pradela, 2006 *Apud* Santos; Yoshida, 2011).

O material renovável é aquele composto de biomassa de uma fonte viva, e que pode ser continuamente reabastecido. A sua avaliação é realizada por meio da medição direta da biomassa, ou do teor de carbono de base biológica em um produto, ou então por um cálculo nos casos de utilização de matérias-primas fósseis e renováveis, sendo possível realizar um balanço de massa. As quantidades e a qualidade das embalagens feitas de conteúdo renovável devem estar de acordo com os regulamentos de contato com alimentos, saúde e segurança onde as embalagens são colocadas no mercado (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

De acordo com Altomani (2022), testes nesse sentido têm sido realizados, com resultados apontando que o comportamento da resina de fonte renovável foi semelhante à de origem do petróleo, não evidenciando problemas de maquinabilidade. Porém, foram apontados pontos de dificuldade prática para ampliação do uso destas alternativas, como a disponibilidade dessas resinas, que hoje ainda têm produção baixa e preço elevado, se comparado com a resina advinda do petróleo.

### **Resina PCR**

Segundo o site da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022), existem regulamentos específicos, conforme o tipo de material, para a permissão ou restrição do uso de materiais reciclados na composição de embalagens destinados ao contato com alimentos. Alguns exemplos são: a RDC nº 88/2016, para os materiais celulósicos; a RDC nº 20/2007, para os metálicos; e a Portaria nº 27/1996, para vidro e cerâmica. Para estes casos é permitido o uso de material reciclado. No caso do plástico, atualmente o único material reciclado permitido para contato com alimento é o PET-PCR grau alimentício, conforme RDC nº 20/2008. Não é permitido o uso de material reciclado para elastoméricos em contato com alimentos, conforme Resolução nº 123/2001.

De acordo com Altomani (2022), a dificuldade em produzir materiais PCR está em receber uma quantidade regular de material e assegurar a qualidade do material para processar, uma vez que no material recebido vem muita mistura, e as impurezas travam os processos e entopem as máquinas. Além disso, o material vem muito heterogêneo, e ainda precisam passar por testes de maquinabilidade. Uma opção para a produção está em projetos com grandes fornecedores de resinas, que já fornecerem as resinas PCR que então são enviadas para o fornecedor de filmes seguir com a extrusão.

Altomani (2022) também menciona que um caminho que se está buscando é o dos polímeros circulares, recuperados por pirólise. Neste caso, ocorre uma reciclagem química a partir do resíduo das embalagens, no qual as impurezas e a mistura de embalagens oferecem menos impacto ao processo, além de eliminar as eventuais contaminações do material, possibilitando utilizar o produto para uso em embalagens em contato com alimento. Nesse processo, o resíduo é transformado em óleo, por meio da pirólise, com o fracionamento feito por destilação e encaminhado para a petroquímica para a extração da nafta, da qual então ocorre a produção da resina. No mundo, esse processo já está sendo realizado por grandes petroquímicas, como por exemplo, a Farabi na Arábia Saudita. Altomani (2022) apresentou-se bastante interessado nesse processo, mas, para a sua execução, dependem da petroquímica, e por isso é tão importante a colaboração entre as partes, com envolvimento da cadeia em busca de soluções colaborativas.

### **Troca de material**

#### **Monomaterial**

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Plástico – ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2018), em um estudo que aborda as possibilidades da reciclagem mecânica dos plásticos pós-consumo realizado pelo CETEA (Centro de Tecnologia de Embalagem), as embalagens monocamadas possuem potencial de reciclagem viável. Já as embalagens laminadas foram classificadas em parcialmente viáveis, como A, B e C (sendo “A” melhor que “C”). A embalagem de BOPP/BOPP apresentou potencial A, já a embalagem de PET/PE apresentou

potencial B, evidenciando que a reciclagem do laminado pós-consumo de BOPP/ BOPP é mais viável do que a do laminado de PET/PE.

### Compostáveis/biodegradáveis

Com relação ao filme biodegradável, Altomani (2022) disse que estão realizando testes para avaliar a biodegradabilidade do material, conforme a norma ISO 14852/2021. Sobre a utilização de aparas industriais de convertedores para produzir novamente o filme, informou que a maior dificuldade é a impressão, que após os processos impacta na variação de cor do material, afetando a brancura. Para superar este desafio, estão estudando um processo de limpeza da tinta antes de processar o material, que, em testes laboratoriais, já apresentou resultados satisfatórios. Porém, ainda será avaliada a sua viabilidade técnica e econômica em testes pilotos e eventualmente de larga escala, além da questão de avaliar quais os resíduos gerados, uma vez que não adianta criar uma solução que gera um resíduo ainda mais impactante para o meio ambiente.

De acordo com a ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico, 2018), a utilização de aditivos pró-degradantes na formulação dos plásticos (como por exemplo, os “oxi-biodegradáveis”), acelera a degradação e fragmentação total do material plástico. Estes resíduos, quando misturados a outros plásticos pós-consumo, comprometem o processo de reciclagem bem como as propriedades finais do material reciclado, reduzindo a vida útil do material e impedindo a sua reciclagem mecânica, não sendo uma solução ambientalmente adequada para a gestão de resíduos.

## Conclusão

Um ponto de intersecção relevante entre embalagem, alimento e sustentabilidade é a escolha da embalagem para a adequada conservação do alimento, avaliando as características do ambiente, do alimento e a utilização pelo cliente. Neste sentido, deve-se levar em consideração o tempo que se demanda para comer, para que o alimento seja consumido integralmente ou que o resíduo deixado na embalagem seja mínimo, e então evitar o desperdício e perda do alimento em toda a cadeia desde a produção, passando pelo armazenamento, distribuição e consumo final. No momento em que o alimento estraga e é descartado, desperdiça-se toda a energia e água consumida na produção, bem como os impactos gerados ao longo da cadeia, como extração das matérias primas, produção do alimento e embalagem, transporte, sendo necessária uma nova aquisição, consumo e emissões para satisfazer a necessidade do alimento que não foi atendida.

Assim, é necessária a busca por uma solução adequada à infraestrutura que se tem com relação à coleta e destino pós-consumo da embalagem. Da mesma forma, o comportamento dos consumidores também precisa ser estudado para entender o melhor tamanho da embalagem para evitar desperdícios de alimentos nesse sentido. Assim, informar e conscientizar o consumidor final, fornecendo mecanismos de incentivo ao correto destino da embalagem é um dos pontos que precisam ser desenvolvidos para acertar uma das arestas necessárias para fechar o ciclo e viabilizar o que foi proposto no desenvolvimento de uma embalagem sustentável, contribuindo para reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos.

A rotulagem com relação à reciclagem ainda é uma dificuldade enfrentada pelas empresas produtoras de alimentos, visto que a arte impressa na embalagem é definida e encaminhada pela empresa produtora de alimento, cabendo à produtora de embalagens, que possui total informação

dos insumos utilizados, auxiliar na correta identificação para contribuir para a correta segregação e processo de reciclagem do material com sua revalorização.

No desenvolvimento de novas embalagens, deve fazer parte também a empresa que vai reciclar o material para conseguir fechar o ciclo, uma vez que não adianta criar um material com diversas barreiras para o acondicionamento e conservação do alimento, que seja mais sustentável na produção, se depois da utilização não tiver uma solução de tratamento e esta tenha que ser descartada em aterro sanitário.

Para que a logística reversa seja cumprida e os resíduos sejam geridos de forma sustentável, é necessário o envolvimento do setor privado na pesquisa e desenvolvimento de embalagens recicláveis, reutilizáveis ou compostáveis. Neste sentido, é fundamental a correta identificação da composição, bem como os investimentos para realizar a logística reversa e os incentivos aos consumidores para que estes retornem as embalagens – como descontos em novas compras. Já por parte do setor público, são fundamentais a fiscalização do cumprimento da legislação vigente, o fomento a pesquisas para valorização da reciclagem e o desenvolvimento de cooperativas para a reciclagem. Outra questão central são os incentivos tributários, como, por exemplo, a redução das alíquotas de ICMS e IPI para produtos que tenham material reciclado em sua composição, para fortalecer a criação de valor, tendo o papel de regular e incentivar negócios e o desenvolvimento de programas de educação ambiental nas escolas. Por fim, cabe à sociedade a conscientização na segregação e descarte correto das embalagens, bom como fazer escolhas conscientes nas compras, optando por embalagens mais sustentáveis.

A sustentabilidade efetiva é alcançada com o envolvimento de toda a cadeia. Na redução do impacto de todo o ciclo de vida, a escolha do fornecedor é importante, bem como as parcerias para desenvolver novos projetos com confiança de que o que está sendo realizado antes do seu processo realmente contribuiu para um produto mais sustentável.

Não existe uma fórmula pronta ou uma solução milagrosa, é necessário ser criativo e empregar soluções fora do dia a dia em busca da sustentabilidade das embalagens e a transição para uma economia circular.

## Referências

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Regularização de produtos: Alimentos*. Cidade: ANVISA, 2022. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/en/registros-e-autorizacoes/alimentos/produtos/embalagem>. Acesso em: 19 set. 2022.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC N° 91, de 11 de maio de 2001*. 2021. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0091\\_11\\_05\\_2001.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0091_11_05_2001.html). Acesso em: 19 set. 2022.

Altomani, W. *Diálogo não estruturado a respeito das possibilidades e desafios em uma empresa produtora de polipropileno biorientado*. [Entrevista cedida a] Ana Flávia F. Ramos. Santana de Parnaíba, 29 set. 2022.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico. *Cartilha Reciclabilidade de Materiais Plásticos Pós-consumo*. São Paulo: ABIPLAST, 2018. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/cartilha\\_reciclabilidade\\_abiplast\\_web.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/cartilha_reciclabilidade_abiplast_web.pdf). Acesso em: 23 set. 2022.

Associação Brasileira de Embalagem. *Diretrizes de sustentabilidade para a cadeia produtiva de embalagens e bens de consumo*. São Paulo: ABRE, 2011. Disponível em: [http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/07/cartilha\\_diretrizes.pdf](http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/07/cartilha_diretrizes.pdf). Acesso em: 19 set. 2022.

Brasil. *Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 21 ago. 2022.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Embalagem e sustentabilidade*. São Paulo: ABRE/CETESB, 2016. Disponível em: [https://www.cetesb.sp.gov.br/media/embalagem\\_sustentabilidade.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/media/embalagem_sustentabilidade.pdf). Acesso em: 19 out. 2022.

Coltro, L.; Duarte, L. C. *Reciclagem de Embalagens Plásticas Flexíveis: Contribuição da Identificação Correta*. *Polímeros*, v. 23, n. 1, p. 128-134, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/HFbnNNtpGJJpDf6XDsBcVf/?lang=pt>. Acesso em: 22 set. 2022.

Dunda, M. V. F. E. O desenvolvimento sustentável em cheque na sociedade da obsolescência programada: Análise do instrumento de logística reversa na Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Academia Publishing*, 2020. No prelo. Disponível em: [https://www.academia.edu/47862596/O\\_desenvolvimento\\_sustent%C3%A1vel\\_em\\_cheque\\_na\\_sociedade\\_da\\_obsolesc%C3%Aancia\\_programada\\_An%C3%A1lise\\_do\\_instrumento\\_de\\_log%C3%ADstica\\_reversa\\_na\\_Pol%C3%ADtica\\_Nacional\\_de\\_Res%C3%ADduos\\_S%C3%B3lidos](https://www.academia.edu/47862596/O_desenvolvimento_sustent%C3%A1vel_em_cheque_na_sociedade_da_obsolesc%C3%Aancia_programada_An%C3%A1lise_do_instrumento_de_log%C3%ADstica_reversa_na_Pol%C3%ADtica_Nacional_de_Res%C3%ADduos_S%C3%B3lidos). Acesso em: 30 nov. 2021.

Ferreira, A. B. M. T. *Transição para a economia circular: análise da percepção dos gestores quanto à circularidade de embalagens plásticas sustentáveis no setor agroalimentar*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29899/1/2021\\_AnnaBeatrizMatosFerreira\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29899/1/2021_AnnaBeatrizMatosFerreira_tcc.pdf). Acesso em: 21 ago. 2022.

Ellen MacArthur Foundation. *Objetivos universais de políticas para economia circular*. Ilha de Wight: EMF, 2021. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/link/5bli4i8yq0dv-1ovkaa/@/preview/3>. Acesso em: 25.09.2022.

Ellen Macarthur Foundation. *New plastics economy global commitment: commitments, vision and definitions*. Ilha de Wight: EMF, 2020. Disponível em: <https://emf.thirdlight.com/link/pq2alvgv1n-uitck8/@/preview/1?o>. Acesso em: 21.09.2022.

Gonçalves, T. M.; Barroso, A. F. F. A economia circular como alternativa à economia linear. *In: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*, 2019, São Cristóvão, SE. *Anais [...]*. São Cristóvão, SE. Sergipe: [s.n.], 2019. p. 265-272. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12561/2/EconomiaCircularAlternativa.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

International Organization for Standardization. *ISO/DIS 59004: Circular economy: Terminology, Principles and Guidance for Implementation*. DIS – Draft International Standard. Genebra: ISO, 2022.

Landim, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*, v. 26, p. 82-92, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Mnh695j5cVys99xsSx54WM/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 ago. 2023.

Machado, M. *Diálogo não estruturado a respeito das possibilidades e desafios em uma gerenciadora de resíduos que atua com foco em aparas de embalagens flexíveis*. [Entrevista cedida a] Ana Flávia F. Ramos. Curitiba, 3 out. 2022.

Pereira, P. Z.; Silva, R. P. Design de Embalagem e Sustentabilidade: uma análise sobre os métodos projetuais. *Design & Tecnologia*, v. 1, n. 2, p. 29-43, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/67702/000764740.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 set. 2022

Ribeiro, F. M. *O que não retorna, não circula! A importância dos sistemas de logística reversa para a transição à uma economia circular no Brasil*. São Paulo: AGNICE, 2022. p. 13-14.

Santos, A. M. P.; Yoshida, C. M. P. *Embalagem*. Recife: EDUFRPE, 2011. Disponível em: <https://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Embalagem.pdf>. Acesso em: 8 set. 2022.

Sarantópoulos, C. I. G. L.; Oliveira, L. M.; Canavesi, E. *Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis*. Campinas: CETEA/ITAL, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Claire-Sarantopoulos/publication/354062690\\_Requisitos\\_de\\_conservacao\\_de\\_alimentos\\_em\\_embalagens\\_flexiveis/links/6122bcc30c2bfa282a631c18/Requisitos-de-conservacao-de-alimentos-em-embalagens-flexiveis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claire-Sarantopoulos/publication/354062690_Requisitos_de_conservacao_de_alimentos_em_embalagens_flexiveis/links/6122bcc30c2bfa282a631c18/Requisitos-de-conservacao-de-alimentos-em-embalagens-flexiveis.pdf). Acesso em: 21 ago. 2022.

Streit, J. A. C. *A institucionalização da Economia Circular de embalagens em geral no Brasil*. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/44033/1/2022\\_JorgeAlfredoCerqueiraStreit.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/44033/1/2022_JorgeAlfredoCerqueiraStreit.pdf). Acesso em: 21 ago. 2022.