



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Avaliação da Sustentabilidade em Embalagens e de Sua Contribuição para a Redução do Desperdício de Alimentos

Cassiano Lemanski de Paiva

Mestrando – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Cassia Maria Lie Ugaya

Profa. Dra. - DAMEC – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: O consumo de alimentos no mundo moderno envolve o transporte de produtos em escala global. Nesta complexa cadeia de distribuição, as embalagens cumprem papel fundamental, aumentando a validade e protegendo produtos contra contaminantes ou danos mecânicos. Contribuem portanto para a redução do desperdício de alimentos, mas também são responsáveis por impactos ambientais muitas vezes superestimados pelos consumidores. Mas é possível contrariar este senso comum e demonstrar que as embalagens, mesmo gerando grande quantidade de resíduos, podem ser benéficas ao meio ambiente? Objetivo desta pesquisa é investigar a contribuição das embalagens para a redução do desperdício de alimentos e a viabilidade de sua utilização em determinados produtos alimentícios. Para este fim foi realizado um estudo aprofundado em literatura existente, utilizando a base de dados Scopus, entre 2017 e 2021. As palavras-chave utilizadas foram “LCA, Eco-design e Packaging”, e “Packaging Design, Consumers Perceptions e Food Waste”, resultando em 80 artigos diretamente relacionados com o tema proposto, divididos em quatro grupos: definições sobre embalagens sustentáveis; pesquisas sobre as percepções dos consumidores sobre embalagens sustentáveis; influência das embalagens no desperdício de alimentos; e estudos que comparam as percepções dos consumidores com estudos de ACV. Os resultados demonstram que a utilização de embalagens, mesmo as plásticas, em determinados tipos de produtos alimentícios, é viável do ponto de vista ambiental. Tal constatação pode estabelecer critérios para seleção de melhores alternativas de embalagem de produtos alimentícios, e promover argumentação sobre as vantagens da utilização de embalagens, do ponto de vista da redução dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Embalagens sustentáveis, Desperdício de alimentos, Projeto de embalagens, Percepções dos consumidores

Sustainability Assessment in Packaging and Its Contribution to Reducing Food Waste

Abstract: Food consumption involves transport of products on a global scale. In this complex distribution chain, packaging plays an important role, increasing shelf life and protecting products against contaminants or mechanical damage. They therefore contribute to the reduction of food waste, but they are also responsible for environmental impacts that are often overestimated by consumers. But is it possible to contradict this common sense and demonstrate that packaging, even

generating a large amount of waste, can be beneficial to the environment? The objective of this research is investigate the contribution of packaging in food waste reduction and the feasibility of its use in some food products. For that, a literature review was carried out using Scopus database, between 2017 and 2021. The keywords used were “LCA, Eco-design and Packaging”, and “Packaging Design, Consumers Perceptions and Food Waste”, resulting in 80 articles directly related to the proposed theme, divided into four groups: definitions of sustainable packaging; surveys of consumer perceptions of sustainable packaging; influence of packaging on food waste; and studies that compare consumer perceptions and LCA studies. Results demonstrate that the use of packaging, even plastic, in certain types of food products, is environmentally viable. These results can establish criteria for selecting the best alternatives for food packaging, and promote arguments about the advantages of using packaging to reduce environmental impacts.

Keywords: Sustainable packaging, Food waste, Packaging design, Consumers perceptions

1. Introdução

A principal função das embalagens é proteger os alimentos ao longo de todo o seu prazo de validade (NGUYEN et al., 2020). Tratam-se de componentes indispensáveis para a distribuição eficaz de alimentos, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a distância entre os produtores e os consumidores é grande. Isso não seria possível sem a utilização das embalagens que, portanto, desempenham um importante papel no mundo moderno (WIKSTRÖM et al., 2019a). Entretanto, isso tem um preço que ultrapassa o seu custo financeiro de produção. Tratam-se, também, dos impactos que estes componentes causam ao meio ambiente e à sociedade, principalmente na forma de resíduos sólidos. São, portanto, componentes muito relevantes, tanto no que diz respeito aos benefícios gerados, como também pelos danos causados, especialmente quando não há uma gestão adequada para este problema.

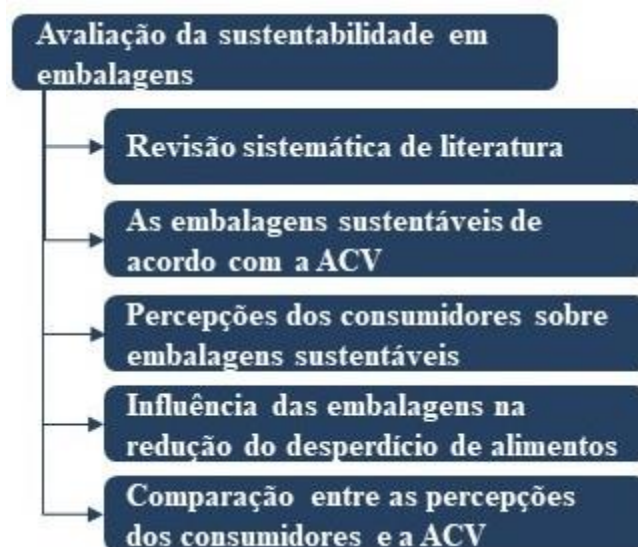
Os caminhos sugeridos pelos pesquisadores desta área são distintos, e muitas vezes contraditórios. Autores como Chancharonpong, Mungkung e Gheewala (2021) e Foschi; Zanni e Bonoli (2020) concentram suas pesquisas no desenvolvimento de alternativas sustentáveis para a substituição de embalagens plásticas. Já Steenis et al. (2017) e Wikström et al. (2019b) apontam fatores que geram grandes impactos ambientais, como é o caso do desperdício de alimentos, e que são minimizados com a utilização de embalagens eficientes, inclusive as plásticas. Além disso, há grandes diferenças entre os conceitos apresentados no meio acadêmico e os atributos valorizados pelos consumidores, quando se trata de sustentabilidade em embalagens. Isso é demonstrado em estudos como o de Dilkes-Hoffman et al. (2019), que apontam a ausência de conhecimento técnico e a presença forte de fatores emocionais na construção do conceito de “embalagens ecológicas” por parte da população. Há também os que consideram as embalagens como uma fonte de poluição desnecessária, que deve ser evitada por empresas ambientalmente responsáveis (ZENG; DURIF, 2019).

Por outro lado, não seria possível reduzir o desperdício de alimentos sem a utilização de embalagens eficientes. Essa abordagem é muitas vezes restrita ao meio acadêmico, e não é reconhecida por grande parte da população. As embalagens possuem um papel negativo junto à sociedade, como é apontado por Otto et al. (2021) que conclui que os consumidores acreditam que há excessos na utilização de embalagens, principalmente em frutas e vegetais frescos, e também que os alimentos vendidos sem embalagem são uma opção mais sustentável. Esta percepção não é totalmente equivocada, mas é superestimada. A grande pressão do mercado para que mudanças sejam feitas, aliadas à falta de conhecimento sobre o tema, pode fazer com que a crescente preocupação da população com assuntos relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade não resulte em ações efetivas para a redução dos impactos ambientais dos produtos que eles consomem. Mais ainda, tal cenário pode favorecer a prática do “greenwashing”, que é a falsa adoção de

atitudes ambientalmente corretas, por empresas que não estão genuinamente preocupadas com o meio ambiente, mas apenas em promover mais os seus produtos do ponto de vista comercial (HERBES; BEUTHNER; RAMME, 2018).

Torna-se necessário, portanto, aprofundar o conhecimento dos consumidores sobre os benefícios gerados pela utilização de embalagens, e pelos reais impactos causados por elas, que muitas vezes são relativamente baixos, mesmo se considerarmos a geração indesejável de resíduos sólidos ao meio ambiente. Assim sendo, este artigo tem o objetivo de investigar a contribuição das embalagens para a redução do desperdício de alimentos e a viabilidade de sua utilização em determinados produtos alimentícios. Para este fim foi realizado um estudo aprofundado em literatura existente, de onde foi possível elaborar proposições teóricas sobre o tema. Buscou-se, com isso, a resposta para a seguinte pergunta: é possível contrariar o senso comum e demonstrar que as embalagens, mesmo gerando grande quantidade de resíduos sólidos, podem ser benéficas ao meio ambiente? Em todas as definições apresentadas, a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) desempenha um importante papel. É considerada a ferramenta de avaliação quantitativa mais abrangente em pesquisas sobre embalagens (NGUYEN et al., 2020). Ao mesmo tempo, o estudo dos impactos ambientais indiretos das embalagens é explorado de forma insuficiente em estudos de ACV, conforme observado por (MOLINA-BESCH; WIKSTRÖM; WILLIAMS, 2019), o que determina então a relevância deste estudo. Ainda, a ampliação do conhecimento dos consumidores, bem como o de projetistas, sobre os aspectos positivos e negativos das embalagens, pode contribuir para que as duas partes possam trabalhar na direção de minimizar os efeitos nocivos, e potencializar aqueles que são benéficos ao meio ambiente. Um resumo destas etapas realizadas neste trabalho é apresentado na **Figura 1**:

Figura 1 - Resumo das etapas envolvidas no artigo



2. Revisão de literatura

Historicamente, o conceito de embalagens sustentáveis foi bastante associado à preservação de alimentos no período entre safras (BOZ; KORHONEN; SAND, 2020). Durante a década de 1990, entretanto, as questões pertinentes à preservação do nosso planeta ganharam força, e isso fez com que esta definição original ficasse em segundo plano. Hoje a sustentabilidade é entendida por grande parcela da população como uma prioridade, mas está bastante associada ao conceito dos 3Rs (reduzir, reciclar e reutilizar), que foi popularizado na Conferência Rio 92, e apresentado no documento "Agenda 21 – Capítulo 21" (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 1). Corroborando, segundo Zeng & Durif (2020), neste mesmo período (anos 1990), a sustentabilidade passou a ser um fator

fundamental a ser considerado no projeto de embalagens. Sua produção requer grande quantidade de energia e utilização de recursos naturais, muitas vezes fósseis. Além disso, elas geram resíduos sólidos em quantidade que supera em muito a capacidade que a sociedade tem para recuperá-los e reutilizá-los. A consequência, preocupante, é o acúmulo de lixo na natureza, gerando um problema ambiental de difícil solução. O conceito de “embalagem sustentável”, portanto, passou a ser visto com mais atenção, sendo valorizado tanto pelos consumidores, como também pelos empresários, que querem ver sua marca associada à preservação do meio ambiente. Contudo, não há um consenso sobre este assunto. Estudos mais recentes chamam a atenção para a importância de se considerar os “Sistemas de Produtos Embalados”, onde as embalagens são avaliadas em conjunto com os produtos contidos por elas, e não de forma individual. O tema é bastante explorado por diversos autores, e com enfoques variados. Isso motivou a elaboração de uma revisão sistemática dos artigos mais relevantes para este estudo, que é apresentada a seguir.

2.1 Revisão sistemática de literatura

Inicialmente, buscaram-se correlações entre estudos de ACV e o projeto de embalagens sustentáveis. A base de dados utilizada para a revisão sistemática foi a Scopus, cujos desenvolvedores afirmam que é maior base de citações de literatura revisada por pares, contendo mais de 22.000 títulos e mais de 5.000 editores ao redor do mundo (ELSEVIER, 2020). Foram analisados apenas artigos publicados nos cinco anos anteriores à pesquisa (de 2017 até 2021). A pesquisa inicial se concentrou em conceitos básicos relacionados à ACV e projeto de embalagens. As palavras-chave utilizadas e os resultados obtidos estão descritos no **Quadro 1**:

Quadro 1: pesquisa inicial, considerando conceitos relacionados à ACV e embalagens sustentáveis

Termos de pesquisa	Data da pesquisa	Restrições	Resultados
LCA + Eco-design + Packaging	15/04/2021	Artigos publicados de 2017 até 2021	27 artigos

Dentre os artigos obtidos, concentrou-se atenção especial ao de Steenis et al. (2017), que abordaram a questão das diferenças entre as percepções dos consumidores sobre embalagens sustentáveis, e estudos de ACV, por causa da aderência ao tema estudado. Na sequência, para dar amplitude à pesquisa, foram analisados os artigos que subsequentemente citaram o mesmo, o que é descrito no **Quadro 2**:

Quadro 2: levantamento de estudos que citaram o artigo referência, relativo às percepções dos consumidores sobre embalagens sustentáveis

Termos de pesquisa	Data da pesquisa	Restrições	Resultados
Citações do artigo de Steenis et al. (2017)	22/05/2021	Artigos que o utilizam como referência	Total de citações: 72; artigos selecionados: 35

Em seguida, buscou-se um aprofundamento sobre as percepções dos consumidores a respeito de embalagens, em outros artigos além dos que foram levantados no **Quadro 2**. Também para contribuir neste estudo e aprofundar o tema, foram pesquisados artigos que tratam sobre o projeto sustentável de embalagens e da influência destes componentes no desperdício de alimentos. Os temas pesquisados estão descritos no **Quadro 3**:

Quadro 3: pesquisa de aprofundamento no tema, compreendendo a percepção dos consumidores, projeto de embalagens sustentáveis e sua relação com o desperdício de alimentos

Termos de pesquisa	Data da pesquisa	Restrição	Resultados
Consumers perceptions + Packaging	26/06/2021	Artigos	73 artigos
Packaging design + Food	09/09/2021	publicados de	89 artigos
Packaging design + QFD	09/09/2021	2017 até 2021	14 artigos
Sustainable packaging + Design + Waste	10/10/2021		17 artigos

Todos os artigos foram analisados de forma preliminar, com a leitura dos resumos e das conclusões. Além disso, houve também a seleção de artigos independentes, que foram utilizados como referências dos artigos encontrados nesta pesquisa inicial, para o complemento de informações. A pesquisa então foi estruturada de maneira em que foram evidenciados alguns conceitos fundamentais, com eliminação de artigos duplicados e de outros que tratavam de embalagens para produtos não alimentícios.

Em seguida, os artigos remanescentes foram separados em quatro grupos correspondentes às áreas de conhecimento relevantes para este estudo: (1) as embalagens sustentáveis de acordo com a ACV; (2) percepções dos consumidores sobre embalagens sustentáveis; (3) influência das embalagens no desperdício de alimentos; (4) estudos que comparam as percepções dos consumidores e os estudos de ACV entre si, destacando diferenças e semelhanças entre eles. Um resumo com as quantidades de artigos selecionados dentro dos quatro grupos é apresentado no **Quadro 4**:

Quadro 4: resumo com os artigos selecionados dentro das pesquisas realizadas e também com a inclusão de artigos independentes

Grupo	Resultados
As embalagens sustentáveis de acordo com a ACV	14 artigos
Percepções dos consumidores sobre embalagens sustentáveis	32 artigos
Influência das embalagens no desperdício de alimentos	8 artigos
Comparação entre as percepções dos consumidores e a ACV	26 artigos
Total	80 artigos

A seguir são apresentados os conceitos revisados em cada uma das quatro áreas de conhecimento relevantes para elaboração deste estudo.

2.2 As Embalagens Sustentáveis de Acordo com a ACV

A ACV possui foco na avaliação dos impactos potenciais, como por exemplo o uso de recurso naturais e as emissões para o meio ambiente, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, desde a aquisição de matérias primas até a sua disposição final (“ABNT NBR ISO 14040”, [s.d.]). No caso específico deste estudo, a ACV é também responsável pela desconstrução de “mitos” alimentados pelo senso comum. Um deles diz respeito ao real impacto causado pelos materiais utilizados em embalagens. Embalagens de vidro e papelão normalmente são consideradas como sendo mais sustentáveis, enquanto que as metálicas e, principalmente, as plásticas, são consideradas como danosas ao meio ambiente (Boz et al., 2020). Isso ocorre provavelmente porque os consumidores avaliam apenas uma etapa do ciclo de vida, que é a destinação final dos produtos. Mas há outras etapas importantes, que devem ser avaliadas.

A primeira questão a ser considerada é a seleção adequada do material da embalagem. Potes e garrafas de vidro, por exemplo, são normalmente considerados como sendo mais amigáveis ao meio ambiente. Mas essa questão é na realidade mais complexa. Embalagens plásticas normalmente são mais leves do que peças similares fabricadas com

outro material, e os impactos dos diferentes materiais são avaliados e comparados em uma mesma base de massa. Ocorre que, devido a diferenças de densidade e outras propriedades, as massas para uma mesma embalagem variam para cada material utilizado. Uma comparação correta precisa levar isso em consideração (Schenker et al., 2020).

Outra questão diz respeito ao processo produtivo de cada tipo de embalagem. A produção de um artefato de vidro ocorre em temperaturas que giram em torno de 1.300°C. Trata-se de um processo, portanto, que consome grande quantidade de energia (Otto et al., 2021). Cerca de 90% da matéria prima utilizada em sua produção é reutilizada, sendo, portanto, necessária a utilização de material virgem em apenas 10% de sua composição. Isso promove redução considerável nas emissões deste material. Mas também torna obrigatória a contabilização do transporte das peças de vidro a serem recicladas, para as unidades de produção de novas peças. Conclui-se que é um material que gera altos impactos em sua fase de produção, mas que apresenta a importante vantagem de permitir vários ciclos de reciclagem em sua vida útil. Isso faz com que seja necessário um determinado número de reutilizações para que as embalagens de vidro realmente apresentem impactos menores. Quando comparadas em apenas uma utilização, a peça plástica normalmente leva a melhor. Isso torna necessária uma gestão adequada de resíduos, que permita o reaproveitamento adequado de peças de vidro (Miller, 2020).

Outro material que deve ocupar posição de destaque nesta discussão são os plásticos biodegradáveis, que são percebidos pelos consumidores como sendo ambientalmente corretos. Tais materiais, contrariando o senso comum, não se degradam quando são descartados diretamente na natureza, mas sim através de um processo de compostagem industrial, em condições controladas de temperatura, que por sinal são relativamente altas (acima de 60°C). O grau de degradação destes materiais em temperatura ambiente é muito baixo, e similar aos plásticos comuns (Otto et al., 2021). Isso torna também necessária a avaliação dos impactos relativos ao transporte destes resíduos, e da disponibilidade de unidades para processamento deste tipo de material. Há também estudos que demonstram que uma parcela respeitável da população não considera o descarte de embalagens biodegradáveis como um problema ao meio ambiente. Uma pesquisa feita na Austrália aponta que 42% dos consumidores tem dúvidas a respeito do malefício causado pelo descarte de embalagens biodegradáveis nos oceanos (Dilkes-Hoffman et al., 2019). Isso pode levar a um efeito contrário ao desejado para este tipo de material, com a promoção do descarte indiscriminado pelos consumidores, por acreditarem que a peça voltará para a natureza tal como acontece em materiais orgânicos, o que não acontece na realidade.

Outra questão relevante diz respeito ao conceito dos 3Rs, que são priorizados pelos consumidores no que diz respeito às percepções sobre embalagens sustentáveis (BOZ; KORHONEN; SAND, 2020). Da mesma forma que na questão da seleção dos materiais, é necessário avaliar cada caso de forma individual. Tobler, Visschers e Siegrist (2011) desenvolveram estudos de ACV em legumes embalados. A utilização de embalagens plásticas foi considerada irrelevante nos impactos avaliados, mesmo considerando o seu descarte com apenas uma utilização, enquanto que o transporte dos produtos até os pontos de venda apresentou impactos muito maiores. A viabilidade da reciclagem de plásticos, da mesma forma, depende igualmente da disponibilidade de unidades de reciclagem, da sua distância aos pontos de coleta de resíduos e da energia despendida no processo. Há casos em que a utilização de peças mais leves não retornáveis apresentam impactos menores (Miller, 2020). No caso da reutilização, como é recorrente em muitos estudos de ACV, há situações em que os impactos resultantes da substituição de um componente por outro mais eficiente são menores do que o seu reuso. Neste caso, também é mais adequado promover o descarte da peça existente, o que também contraria o senso comum.

De uma forma geral, portanto, as ações que promovem maior sustentabilidade variam em cada projeto, e devem ser avaliadas caso a caso. Tais conceitos teóricos não são

totalmente entendidos pelos consumidores. Apesar de suas percepções apresentarem muitos pontos em comum com esta definição, especialmente no que diz respeito à reciclagem e reutilização de materiais, também há diferenças significativas., como é mostrado a seguir.

2.3 Percepções dos Consumidores Sobre Embalagens Sustentáveis

Os benefícios gerados pelas embalagens para a sociedade, como preservação prolongada do alimento ou informação adequada sobre o produto, não são facilmente percebidos pelos consumidores, e são superados, na sua visão, pelos grandes transtornos ambientais causados por elas. Por exemplo, Obersteiner et al. (2021) realizaram uma pesquisa com 1117 consumidores austríacos. Destes, 72% consideram que os resíduos de embalagens são o problema ambiental mais sério, 46% não acreditam que as embalagens aumentam a vida dos produtos, e apenas 25% dos respondentes associam a redução das perdas de alimentos às suas funções. Outros estudos apontam resultados similares. Uma pesquisa realizada no Canadá, em 2015, mostra que pouco mais do que um quarto dos entrevistados acredita que as embalagens são importantes para o transporte de alimentos (Zeng & Durif, 2019). Chen et al. (2017), por sua vez, demonstraram que a utilização excessiva de embalagens pode prejudicar a imagem de empresas que pretendem se apresentar como sustentáveis. Lindh et al. (2016) realizaram pesquisa com consumidores suecos, e 83% deles acredita que a seleção do material possui o maior impacto ambiental no projeto de embalagens. No mesmo levantamento, apenas 1% dos respondentes apontaram o transporte eficiente ou o desperdício de alimentos como fatores a serem considerados.

A definição de “embalagem ecológica” sob o ponto de vista dos consumidores, portanto, é bastante peculiar, e difere bastante dos conceitos corporativos e acadêmicos. O senso comum é bastante influenciado por elementos visuais, como cores, imagens ou logotipos (Magnier & Crié, 2015). Isto significa que, para os consumidores, uma embalagem será sustentável principalmente se tiver um “aspecto” de sustentável usando, por exemplo, papel reciclado ou até mesmo a cor verde. Por causa disto, os atributos valorizados pelos consumidores como sendo importantes para a construção de uma “embalagem sustentável” são bastante relevantes na definição de critérios de projetos, e passaram a ser objeto de muitos estudos na área. Para citar alguns dos mais recentes, Bou-Mitri et al. (2021) realizaram pesquisa com 547 libaneses, Taufik et al. (2020) desenvolveram estudo com 281 consumidores alemães, Dilkes-Hoffman et al. (2019) com 2518 entrevistados australianos, e Boesen et al. (2019) com 197 estudantes dinamarqueses. Os atributos mais citados nestes estudos dizem respeito, de uma maneira geral, aos materiais utilizados e à forma de descarte das embalagens. Isso significa, mais especificamente, que os consumidores avaliam a sustentabilidade de embalagens, principalmente, pelo potencial para reciclagem e com preferência especial àqueles que são biodegradáveis e aos que não utilizam plásticos e dão preferência ao uso de vidro e papelão. Tais fatores estão fortemente ligados ao conceito de economia circular, em que a utilização de recursos naturais é substituída pela reutilização de resíduos na fabricação de novos produtos. Pode-se então dizer, de uma maneira geral, que as embalagens sustentáveis, sob o ponto de vista dos consumidores, estão muito ligadas aos conceitos relacionados aos 3Rs.

Complementando, Otto et al. (2021) também concluíram que os consumidores exigem embalagens que causem menos resíduos, incorporem materiais reciclados e sejam recicláveis quando vazias. Estão também dispostos a comprar alimentos não embalados ou em embalagens de vidro, papel / papelão ou embalagens recicladas. Mas comentam que essa rejeição às embalagens se baseia fortemente em fatores afetivos, sem a utilização de raciocínio lógico ou aprofundamento sobre o tema. Já Herbes et al. (2020) conduziram outra pesquisa entre 2095 consumidores alemães, franceses e norte-americanos. A

ausência de plástico foi bastante citada como um fator determinante. Os respondentes também citaram atributos como reciclabilidade, biodegradabilidade e utilização de materiais recicláveis, mas sem dizer como reconheceriam essas características nas embalagens.

2.4 Influência das embalagens na redução do desperdício de alimentos

A utilização de embalagens nos produtos é muito relevante no que diz respeito à redução do desperdício de alimentos. Artigos recentes, discutidos a seguir, alertam para a falta de atenção dada a este tema, e procuram estabelecer relações entre os impactos causados pelas embalagens propriamente ditas, e aqueles causados pelo desperdício dos alimentos contidos por elas. Molina-Besch et al. (2019) efetuaram uma revisão de 32 artigos de ACVs na área de alimentos, em revistas científicas publicadas na década anterior. Suas conclusões apontam que os impactos ambientais indiretos das embalagens relacionados ao desperdício de alimentos, é insuficientemente considerado neste tipo de pesquisa, e sugerem maior priorização a esse tema por parte dos pesquisadores.

O armazenamento e a exposição dos produtos, que fazem parte da cadeia de abastecimento, geram consideráveis passivos ambientais. O problema do desperdício de alimentos, portanto, não fica restrito aos resíduos sólidos que eles produzem. Há um alto “custo” ambiental para a produção de alimentos, que não se convertem em benefícios quando há perdas no processo. Estima-se de cerca de 30% de toda a área agrícola mundial é utilizada para produzir alimentos que não serão consumidos (*Food Wastage Footprint*, n.d.). Não por acaso, a ONU considera a redução do desperdício de alimentos com uma das principais metas a serem alcançadas para o desenvolvimento sustentável (Goals, n.d.).

As embalagens, portanto, devem desempenhar um papel na redução do desperdício de alimentos, que pode ser maior em virtude de um projeto inadequado para proteção de um determinado produto. Segundo Wikström et al. (2019), há atributos nas embalagens que possuem efeitos diretos sobre a redução do desperdício de alimentos, como é o caso da quantidade de produtos contida na embalagem e a qualidade das informações sobre segurança alimentar. Com isso, a redução no desperdício de alimentos que pode ser atribuído às funções das embalagens pode chegar a até 25%.

Por outro lado, o impacto ambiental de uma embalagem chega a ser de apenas 10%, em relação ao conteúdo do produto protegido (Zeng & Durif, 2020). Também segundo Wikström et al. (2019), para alimentos onde o impacto ambiental é alto, como é o caso das carnes e dos laticínios, muitas vezes é mais adequado aumentar a quantidade de embalagem, com o objetivo de conferir maior proteção aos produtos. Já no caso de alimentos com baixo impacto (bebidas, por exemplo), a melhor estratégia pode ser reduzir a quantidade de embalagem, o que neste caso vai de encontro ao senso comum. Neste sentido, muitos autores adotam a avaliação de “Sistemas de Produtos Embalados”, onde as embalagens são avaliadas em conjunto com os produtos contidos por elas, e não de forma individual.

Além dos fatores relativos à proteção mecânica dos alimentos, outras questões, especialmente ligadas ao comportamento dos consumidores, podem ser considerados no projeto de embalagens. Uma embalagem que contém menor quantidade de produto, por exemplo, apresenta maior impacto quando avaliada de forma separada, porque a quantidade relativa de embalagem em relação ao produto é maior. Entretanto, se esta solução promover menor desperdício do seu conteúdo pelos consumidores, então o impacto do conjunto embalagem / produto será menor, e menos danoso ao meio ambiente. Portanto, a avaliação da sustentabilidade não deve se restringir apenas ao conceito dos 3Rs ou até mesmo às ACVs, quando estas não levam em consideração os produtos contidos pelas mesmas. As embalagens possuem uma importante função dentro da cadeia de distribuição de alimentos, e tais atributos precisam ser levados em consideração.

2.5 Comparação entre as percepções dos consumidores e a ACV

Há, portanto, diferenças significativas entre as embalagens percebidas como sustentáveis pelos consumidores, e aquelas que de fato podem receber este nome. E isso é comprovado por estudos científicos recentes. Steenis et al. (2017) avaliaram a percepção sobre sustentabilidade em 249 estudantes holandeses. O produto avaliado foi uma marca específica de sopa industrializada, que é comercializada em diversos tipos de embalagem. Sete delas foram classificadas em um “ranking”, e este resultado foi comparado com estudos de ACV, realizado com as mesmas embalagens. Os resultados demonstraram que a percepção dos consumidores em relação às embalagens apresenta grandes diferenças, se comparados com uma avaliação quantitativa. O pote fabricado a partir de bioplásticos, por exemplo, foi percebido pelos estudantes com sendo o mais sustentável. Mas obteve apenas a quinta colocação quando levamos a ACV em consideração. Já a sopa embalada com sachê plástico comum foi considerada como sendo pouco sustentável, ficando em penúltimo lugar na percepção dos consumidores. Mas obteve o menor impacto dentre todos os sete itens, nos critérios utilizados pela ACV. Da mesma forma, Ketelsen et al. (2020) concluíram que os consumidores possuem baixo conhecimento a respeito de embalagens ecologicamente corretas, em especial no que diz respeito às embalagens biodegradáveis e fabricadas a partir de bioplásticos. O mesmo estudo aponta que há diferenças entre as percepções dos consumidores a respeito de materiais com baixo impacto ambiental, e estudos baseados em avaliações do ciclo de vida dos produtos.

No **Quadro 5** é apresentado um resumo com as principais diferenças entre as percepções dos consumidores apontadas nos artigos pesquisados, e estudos de ACV correspondentes.

Quadro 5: diferenças entre as percepções dos consumidores sobre embalagens, e os estudos de ACV correspondentes

O que pensam os consumidores	O que dizem os estudos de ACV
Embalagens recicláveis são sempre mais amigáveis ao meio ambiente (OTTO et al., 2021).	A reciclagem depende da disponibilidade de unidades fabris para processamento deste material. O transporte das peças até estes locais também deve ser considerado (Miller, 2020)
A reutilização de embalagens deve ser sempre priorizada (OTTO et al., 2021) (NGUYEN et al., 2020).	A substituição de peças usadas por peças novas pode ser mais eficiente em muitas situações. Uma peça reutilizável também pode ser mais robusta, o que também gera impactos (Blanca-Alcubilla et al., 2020)
Quanto menor for a quantidade de embalagem utilizada, melhor para a sustentabilidade (OBERSTEINER et al., 2021).	Alguns tipos de alimentos, como as carnes, possuem altos impactos. Seu desperdício deve ser evitado, mesmo que isso gere aumento nas embalagens (Fredrik Wikström, Williams, et al., 2019)
Embalagens de vidro são sempre mais ecológicas do que as plásticas.(BOESEN; BEY; NIERO, 2019) (BOU-MITRI et al., 2021).	O processo de produção do vidro gera impactos consideráveis, o que torna necessário um certo número de utilizações para compensar estas emissões (Miller, 2020)
As embalagens plásticas devem ser eliminadas (OTTO et al., 2021).	As embalagens plásticas são mais leves, e uma similar feita de outro material pode aumentar muito o peso do conjunto, dificultando o transporte e o armazenamento (Schenker et al., 2020)
Plásticos biodegradáveis são benéficos ao meio ambiente (DE MARCHI et al., 2020) (TAUFIK et al., 2020).	Plásticos biodegradáveis não se decompõem em temperatura ambiente. Necessário considerar a disponibilidade de centros de processamento para este tipo de material (Otto et al., 2021)
A ausência de embalagem sempre será melhor do ponto de vista ambiental (OTTO et al., 2021)(OBERSTEINER et al., 2021)	A redução no desperdício de alimentos que pode ser atribuída exclusivamente às embalagens pode chegar a 25% (Fredrik Wikström, Williams, et al., 2019)

3. Conclusões

A premissa deste artigo é chamar a atenção para a importância de uma avaliação criteriosa dos efeitos danosos, mas principalmente dos benefícios para o meio ambiente das embalagens para produtos alimentícios. Ao longo da revisão de literatura descrita neste trabalho, foram levantados vários artigos que propunham a alteração no projeto de embalagens, mas já tomando como base alguns conceitos como sendo definitivos, como é o caso dos males causados pelo uso de plásticos descartáveis. Isso decorre da percepção dos consumidores de que as embalagens plásticas contribuem para a degradação da natureza, em qualquer circunstância. Estes componentes sem dúvida afetam o ambiente de maneira muito significativa, mas a viabilidade da substituição destes materiais deve passar obrigatoriamente por uma avaliação mais ampla, que leva em consideração fatores como a sua influência na redução do alto índice de desperdício de alimentos que ocorre atualmente, bem como a de outros impactos relevantes, como a emissão de gases nocivos ao efeito estufa e o uso da terra na produção de embalagens. Esta avaliação ampliada é a grande vantagem da utilização da ACV em estudos desta natureza. Não se trata de buscar um “veredicto” sobre a viabilidade ou não da utilização de embalagens em produtos alimentícios, mas demonstrar que a questão é muito mais complexa, e demanda a consideração de todos os impactos potenciais que tais matérias primas podem causar, e não apenas aqueles que são mais percebidos de forma mais lógica. A aplicação desta metodologia traz mais perguntas do que respostas ao pesquisador ou projetista, e isso é extremamente benéfico na fase de concepção de um produto.

Outro fator importante a ser mencionado é a baixa quantidade de autores que levam o desperdício de alimentos em consideração, quando são avaliados os requisitos de projeto para o desenvolvimento de embalagens. Conforme também foi observado na revisão de literatura, a maioria dos artigos publicados considera apenas os impactos diretos e negativos das embalagens ao meio ambiente, principalmente na forma de resíduos sólidos. O conceito de “sistema de produto”, que avalia os impactos das embalagens em conjunto com os produtos protegidos por elas, está em acordo com o “pensamento do ciclo de vida”, já que “amplia o leque” e considera impactos que não são óbvios, mas que apresentam grande relevância. Isso estabelece um grau de ponderação, com a apresentação de aspectos positivos da utilização destes componentes. A apresentação deste tipo de abordagem é bastante recente na literatura, e ainda pouco difundida no meio acadêmico. Torna-se necessário, portanto, o aumento da sua aplicação em novas publicações, e este é um dos pontos que este artigo também procura chamar a atenção.

Finalmente, a relevância deste tema reside na conscientização da sociedade a respeito da necessidade de se avaliar todos os aspectos referentes aos impactos dos produtos, antes de formar uma opinião a respeito de sua “sustentabilidade”. As percepções dos consumidores a respeito de embalagens sustentáveis não são totalmente equivocadas, mas carecem de informação e são baseadas em “verdades absolutas” que na realidade dependem de avaliações mais aprofundadas em cada caso individual. A existência de estudos que comprovam a viabilidade ambiental da utilização de embalagens contraria a lógica e abre uma discussão que pode ser benéfica na construção de um embasamento mais sólido na questão ambiental. Por outro lado, soluções de engenharia e políticas públicas também devem levar em consideração os desejos e crenças dos consumidores, mesmo que não estejam totalmente de acordo com estudos científicos. Esta aproximação é bastante relevante, pois poderá proporcionar a tomada de ações mais efetivas e direcionadas sobre este tema, não considerando como certos apenas os conceitos apontados na academia, mas também dando a devida importância aos atributos valorizados pelos consumidores que, no final das contas, terá sempre a palavra final na decisão de compra de um produto alimentício.

Referências

ABNT NBR ISO 14040. , [s.d.].

BOESEN, S.; BEY, N.; NIERO, M. **Environmental sustainability of liquid food packaging: Is there a gap between Danish consumers' perception and learnings from life cycle assessment?** *Journal of Cleaner Production*, v. 210, p. 1193–1206, 2019.

BOU-MITRI, C. et al. **Food packaging design and consumer perception of the product quality, safety, healthiness and preference.** *Nutrition and Food Science*, v. 51, n. 1, p. 71–86, 2021.

BOZ, Z.; KORHONEN, V.; SAND, C. K. **Consumer considerations for the implementation of sustainable packaging: A review.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 6, p. 1–34, 2020.

CHANCHAROONPONG, P.; MUNGKUNG, R.; GHEEWALA, S. H. **Life Cycle Assessment and eco-efficiency of high value-added riceberry rice products to support Thailand 4.0 policy decisions.** *Journal of Cleaner Production*, v. 292, p. 126061, 2021.

CHEN, Y. S. et al. **The influence of excessive product packaging on green brand attachment: The mediation roles of green brand attitude and green brand image.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 9, n. 4, 2017.

DE MARCHI, E. et al. **Plastic packaging goes sustainable: An analysis of consumer preferences for plastic water bottles.** *Environmental Science and Policy*, v. 114, n. September, p. 305–311, 2020.

DILKES-HOFFMAN, L. et al. **Public attitudes towards bioplastics – knowledge, perception and end-of-life management.** *Resources, Conservation and Recycling*, v. 151, n. August, p. 104479, 2019.

ELSEVIER. Scopus: **Guia de Referência Rápida.** p. 16, 2020.

FOSCHI, E.; ZANNI, S.; BONOLI, A. **Combining eco-design and LCA as decision-making process to prevent plastics in packaging application.** *Sustainability (Switzerland)*, v. 12, n. 22, p. 1–13, 2020.

HERBES, C.; BEUTHNER, C.; RAMME, I. **Consumer attitudes towards biobased packaging – A cross-cultural comparative study.** *Journal of Cleaner Production*, v. 194, p. 203–218, 2018.

KETELSEN, M.; JANSSEN, M.; HAMM, U. **Consumers' response to environmentally-friendly food packaging - A systematic review.** *Journal of Cleaner Production*, v. 254, p. 120123, 2020.

LINDH, B. H.; OLSSON, A.; WILLIAMS, H. **Consumer Perceptions of Food Packaging : Contributing to or Counteracting Environmentally Sustainable Development ?** n. November 2015, p. 3–23, 2016.

MAGNIER, L.; CRIÉ, D. **Communicating packaging eco-friendliness: An exploration of consumers' perceptions of eco-designed packaging.** *International Journal of Retail and Distribution Management*, v. 43, n. 4–5, p. 350–366, 2015.

MILLER, S. A. **Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic.** *Environmental Science and Technology*, v. 54, n. 22, p. 14143–14151, 2020.

MOLINA-BESCH, K.; WIKSTRÖM, F.; WILLIAMS, H. **The environmental impact of packaging in food supply chains—does life cycle assessment of food provide the**

full picture? International Journal of Life Cycle Assessment, v. 24, n. 1, p. 37–50, 2019.

NGUYEN, A. T. et al. **A consumer definition of eco-friendly packaging.** Journal of Cleaner Production, v. 252, n. 2020, 2020.

OBERSTEINER, G. et al. **Impact of optimized packaging on food waste prevention potential among consumers.** Sustainability (Switzerland), v. 13, n. 8, 2021.

OTTO, S. et al. **Food packaging and sustainability – Consumer perception vs. correlated scientific facts: A review.** Journal of Cleaner Production, v. 298, 2021.

SCHENKER, U. et al. **Short communication on the role of cellulosic fiber-based packaging in reduction of climate change impacts.** Carbohydrate Polymers, v. 254, n. July 2020, p. 117248, 2020.

STEENIS, N. D. et al. **Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations.** Journal of Cleaner Production, v. 162, p. 286–298, 2017.

TAUFIK, D. et al. **The paradox between the environmental appeal of bio-based plastic packaging for consumers and their disposal behaviour.** Science of the Total Environment, v. 705, 2020.

TOBLER, C.; VISSCHERS, V. H. M.; SIEGRIST, M. **Organic tomatoes versus canned beans: How do consumers assess the environmental friendliness of vegetables?** Environment and Behavior, v. 43, n. 5, p. 591–611, 2011.

WIKSTRÖM, F. et al. **Packaging Strategies That Save Food: A Research Agenda for 2030.** Journal of Industrial Ecology, v. 23, n. 3, p. 532–540, 2019a.

WIKSTRÖM, F. et al. **The importance of packaging functions for food waste of different products in households.** Sustainability (Switzerland), v. 11, n. 9, 2019b.

WIKSTRÖM, F.; WILLIAMS, H.; VENKATESH, G. **The influence of packaging attributes on recycling and food waste behaviour – An environmental comparison of two packaging alternatives.** Journal of Cleaner Production, v. 137, p. 895–902, 2016.

ZENG, T.; DURIF, F. **The influence of consumers’ perceived risks towards eco-design packaging upon the purchasing decision process: An exploratory study.** Sustainability (Switzerland), v. 11, n. 21, p. 10–13, 2019.

ONU 1. **Sustainable Development Goals.** Disponível em <<https://www.undp.org/sustainable-development-goals>> Acesso em 21 dez. 2021.

ONU 2. **A ONU e o Meio Ambiente.** Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>> Acesso em 21 dez. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 1. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Capítulo 21.** Disponível em <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global/item/681.html>> Acesso em 21 dez. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 2. **Impacto das Embalagens no Meio Ambiente.** Disponível em <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>> Acesso em 21 dez. 2021.