O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VII | Volume 24 | Nº 72 | Boa Vista | 2025

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.18078479

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

IMPACTO AMBIENTAL DA EMBALAGEM DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA[1]

Kelly Olegário Félix[2]

Thomas Leonardo Marques de Castro Leal[3]

Alina Silva de Carvalho[4]

Gisele Danese Maciel[5]

Luciano Brito Rodrigues[6]

Resumo

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é amplamente utilizada na indústria de alimentos e bebidas para subsidiar a tomada de decisão ambiental, especialmente na comparação de materiais de embalagem. No entanto, a metodologia ainda enfrenta limitações na incorporação dos impactos associados ao descarte inadequado de plásticos. Nesse contexto, este estudo investiga como as embalagens plásticas têm sido consideradas em estudos de ACV de produtos alimentícios, com foco em alimentos representativos da dieta brasileira. O objetivo foi analisar de que forma as embalagens são incorporadas metodologicamente, quais impactos ambientais são priorizados e quais lacunas persistem na avaliação do fim de vida. Para isso, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo PRISMA, com base em estudos publicados entre 2015 e 2025 na base de dados Dimensions, selecionados a partir de critérios explícitos de inclusão e exclusão. A análise combinou bibliometria e síntese qualitativa por meio de análise de conteúdo. A amostra foi composta por 20 estudos revisados por pares que aplicaram a ACV do berço ao túmulo; destes, apenas oito especificaram materiais de embalagem e cenários de fim de vida. Os resultados indicam predominância de categorias de impacto tradicionais, como mudanças climáticas, uso da água e do solo, enquanto aspectos relacionados ao fim de vida das embalagens plásticas, incluindo vazamento para o ambiente e indicadores específicos de poluição marinha, permanecem pouco explorados. Observou-se ainda elevada heterogeneidade nos cenários de destinação final e na forma de representar a relação entre embalagem e desperdício de alimentos, o que compromete a comparabilidade entre estudos. Conclui-se que o avanço da ACV aplicada a produtos alimentícios requer uma abordagem mais sistemática e abrangente das embalagens plásticas, com maior detalhamento dos cenários de gestão de resíduos e incorporação de indicadores capazes de capturar seus impactos ambientais ao longo do ciclo de vida.

Palavras-chave: Embalagem Plástica; Impactos Ambientais; Resíduos Plásticos.

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) is widely used in the food and beverage industry to support environmental decision-making, especially in comparing packaging materials. However, the methodology still faces limitations in incorporating the impacts associated with the improper disposal of plastics. In this context, this study investigates how plastic packaging has been considered in LCA studies of food products, focusing on foods representative of the Brazilian diet. The objective was to analyze how packaging is methodologically incorporated, which environmental impacts are prioritized, and which gaps persist in end-of-life assessment. To this end, a systematic literature review was conducted, following the PRISMA protocol, based on studies published between 2015 and 2025 in the Dimensions database, selected based on explicit inclusion and exclusion criteria. The analysis combined bibliometrics and qualitative synthesis through content analysis. The sample consisted of 20 peer-reviewed studies that applied cradle-to-grave LCA; Of these, only eight specified packaging materials and end-of-life scenarios. The results indicate a predominance of traditional impact categories, such as climate change, water and land use, while aspects related to the end-of-life of plastic packaging, including leakage into the environment and specific indicators of marine pollution, remain poorly explored. High heterogeneity was also observed in the final disposal scenarios and in the way the relationship between packaging and food waste is represented, which compromises the comparability between studies. It is concluded that the advancement of LCA applied to food products requires a more systematic and comprehensive approach to plastic packaging, with greater detail in waste management scenarios and the incorporation of indicators capable of capturing its environmental impacts throughout its life cycle.

Keywords: Environmental Impacts; Plastic Packaging; Plastic Waste.

[1] A presente pesquisa contou com o apoio institucional da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

[2] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: kfolegario@uesc.br

[3] Professor do Instituto Federal de Goiás (IFG). Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. E-mail: thomasmdcl@gmail.com

[4] Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: ascarvalho@uesc.br

[5] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Instituto Federal de Goiás (IFG). E-mail: giseledanesi@gmail.com

[6] Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. E-mail: rodrigueslb@uesb.edu.br

INTRODUÇÃO

Os atuais padrões de consumo alimentar vêm sendo considerados como principais fontes de resíduos plásticos, devido ao uso intensivo de embalagens de alimentos e bebidas de uso único, que rapidamente ingressam nos fluxos de resíduos urbanos. No Brasil, esse quadro se agrava devido ao descarte incorreto pelos consumidores e à falta de uma gestão adequada do fim da vida útil, o que contribui para o vazamento de embalagens plásticas nos compartimentos ambientais, principalmente para os ecossistemas marinhos.

Embora a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) seja amplamente utilizada na análise de cadeias agroalimentares, persistem limitações quanto aos impactos associados ao fim de vida de embalagens plásticas de alimentos e bebidas, especialmente no que se refere ao vazamento de resíduos para o ambiente e aos danos potenciais decorrentes. Apesar de o Brasil ser um dos principais geradores de resíduos plásticos de uso único e um grande contribuinte para o vazamento de plástico para os oceanos, não foi identificado na literatura uma síntese que analise sistematicamente como estudos de ACV de produtos típicos da dieta brasileira têm incorporado as embalagens plásticas, seus cenários de destinação final e indicadores capazes de captar a poluição plástica nos compartimentos ambientais.

Diante do exposto, este estudo parte das seguintes questões de pesquisa: “Quais são as características das embalagens plásticas nos estudos que realizaram ACVs de produtos típicos da dieta brasileira?” e “De que maneira as embalagens plásticas e os seus resíduos têm sido abordados nesses estudos?”.

O objetivo geral deste artigo é analisar como os estudos de ACV de alimentos representativos da dieta brasileira têm incorporado as embalagens plásticas, identificando os avanços metodológicos com relação aos cenários de gestão de resíduos e na consideração de impactos associados ao vazamento de plástico para o ambiente.

Conceitualmente, o estudo ancora-se na literatura de ACV aplicada aos produtos alimentícios mais adquiridos pelos brasileiros para consumo domiciliar segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF/IBGE) com ênfase nas embalagens plásticas desses produtos, bem como em contribuições recentes sobre categorias emergentes de impacto relacionadas ao resíduo plástico nos compartimentos ambientais. Em termos operacionais, desenvolve-se uma revisão sistemática de literatura inspirada no protocolo PRISMA, associando análise bibliométrica e de conteúdo de 20 artigos científicos da base *Dimensions* publicados entre 2015 e 2025. Na sequência, o artigo apresenta o referencial teórico-conceitual, os procedimentos metodológicos adotados, descreve e discute os resultados da revisão e, por fim, sintetiza as principais contribuições e lacunas, indicando direções para pesquisas futuras.

EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ALIMENTOS

Os atuais padrões de consumo urbanos impulsionaram a demanda por alimentos práticos, o que, por sua vez, resultou em um rápido crescimento no consumo de alimentos embalados (KNORR *et al*., 2018). Dentre os diferentes tipos de embalagens, o plástico tornou-se uma escolha proeminente como material de embalagens de alimentos e bebidas, devido às suas propriedades como alta resistência, durabilidade e custo-benefício. Essa expansão pode ser atribuída às conveniências, aos avanços e aos benefícios da embalagem, como o fornecimento de informações aos consumidores sobre o conteúdo, prazo de validade e condições de armazenamento do produto (FONTOURA *et al*., 2016; GONÇALVES, 2022). Outras vantagens incluem a segurança, extensão da vida útil e redução do desperdício e perda de alimentos (JAMBECK; WALKER-FRANKLIN, 2023; YATES *et al*., 2025).

Os principais polímeros empregados em embalagens alimentícias incluem: Polietileno tereftalato (PET), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Policloreto de Vinila (PVC), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP) e Poliestireno (PS) (ABIPLAST, 2025; FOOD CONNECTION, 2025). Esses tipos de plásticos são destinados a serem usados apenas uma vez e são conhecidos como plásticos de uso único (CHEN *et al*., 2021). As quantidades e composições das embalagens plásticas variam de acordo com as exigências de proteção e conservação de cada produto. Assim, cada produto alimentar implica em contribuições distintas para a composição e geração total de resíduos plásticos pós-consumo (MAJID *et al*., 2018).

Apesar de suas propriedades benéficas, são consideradas as principais contribuintes para o problema global de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Estima-se que a indústria de embalagens é responsável por quase 50% dos resíduos plásticos gerados no mundo (UNEP, 2021; TSAKONA; RUCEVSKA, 2020). Seu descarte inadequado tem contribuído para a poluição dos ecossistemas e o esgotamento de recursos naturais (BOONE *et al*., 2023), preocupação crescente para os setores de gestão de resíduos e materiais (SABATE; KENDALL, 2024).

AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA (ACV) APLICADA A ALIMENTOS

O interesse e a preocupação com o meio ambiente têm aumentado nos últimos anos. Países têm assinado tratados e acordos em busca do desenvolvimento sustentável, visando o equilíbrio ambiental, social e econômico. Nesse contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se consolidou como uma ferramenta de gestão ambiental, internacionalmente utilizada para identificar e quantificar os impactos

ambientais de produtos, processos ou serviços ao longo de seu ciclo de vida (HAUSCHILD; ROSENBAUM; OLSEN, 2018; MARTINEZ-RODRIGUEZ *et al*., 2024).

A ACV é uma metodologia padronizada pelas normas ISO 14040 e 14044. A estrutura de um estudo completo de ACV compreende quatro etapas iterativas: 1) definição dos objetivos e escopo; 2) análise do inventário; 3) avaliação dos impactos; e 4) interpretação (ABNT, 2014).

A definição do objetivo e escopo consiste em estabelecer as razões para realização do estudo e a definição dos limites do sistema (ABNT, 2014). No que se refere ao limite dos sistemas, a ACV pode ser classificada como: "do berço ao portão" (da extração à fabricação); "do portão ao portão" (análise interna na empresa); "do berço ao berço" (inclui reuso/reciclagem); e "do berço ao túmulo" (abrange todo o ciclo de vida, desde a extração até o descarte final) (APA, 2023).

Na etapa de Inventário do Ciclo de Vida (ICV) é feito o levantamento de todas as entradas e saídas de materiais e energia. Após a modelagem do ICV, os resultados servem como entrada para a Avaliação de Impacto (AICV), que traduz os balanços de massa e energia em potenciais impactos ambientais (ABNT, 2014). Utilizam-se indicadores de impacto que podem ser de "ponto médio" (efeitos antes do dano final) ou "ponto final" (impactos na saúde humana e ecossistemas). Alguns exemplos de categoria de impacto são: aquecimento global, acidificação, eutrofização, entre outros (UNEP, 2020). Por fim, os resultados são interpretados em um processo interativo para garantir que as conclusões sejam alcançadas e as limitações explicadas (ABNT, 2014).

No setor de alimentos e bebidas, a ACV tem sido amplamente utilizada para avaliar as cadeias produtivas e identificar oportunidades para estratégias de melhoria específicas, considerando etapas como produção agrícola, processamento, distribuição, consumo e destinação final (KAN; MILLER, 2022). Estudos de ACV de alimentos frequentemente integram as embalagens como parte dos sistemas analisados e impactos ambientais adicionais atribuídos aos materiais de embalagem e aos seus cenários de fim de vida. Isso permite examinar os *trade-offs* (compensações) entre a proteção do produto e o desperdício evitado, subsidiando decisões no *design* de embalagens (CHITAKA; GOGA, 2023), auxiliando no processo de aquisição de matérias-primas e comparação entre alternativas tecnológicas (LEWANDOWSKA *et al.*, 2013; MADHU; PAULIUK, 2019).

Além disso, a ACV é apontada como uma importante ferramenta de gestão ambiental que pode aprimorar a formulação das políticas públicas ambientais, ao fornecer informações abrangentes para os processos de tomada de decisão e orientações para que as autoridades fortaleçam a sustentabilidade de suas estratégias de planejamento (LULOVICOVA; BOUISSOU, 2024). Nesse sentido, a produção científica sobre ACV tem aumentado nos últimos 20 anos e se tornou uma ferramenta disseminada em organizações e instituições de diferentes países (MARTINEZ-RODRIGUEZ *et al*., 2024).

LACUNAS NA ACV

Embora a metodologia de ACV seja robusta e amplamente difundida, ainda apresenta limitações para capturar adequadamente os impactos associados ao descarte inadequado de plásticos (BOONE *et al*., 2023; CASPERS; FINKBEINER, 2025). Na maioria dos estudos, o fim de vida de embalagens é modelado apenas com base em rotas formais de gestão (aterro, reciclagem, incineração), sem representar de forma explícita o descarte inadequado e o consequente vazamento de resíduos para os compartimentos ambientais (solos, corpos hídricos e ambiente marinho) (CASAGRANDE, 2018; SONNEMANN; VALDIVIA, 2017).

Evidências indicam que embalagens de alimentos e bebidas respondem por parcela expressiva dos resíduos plásticos encontrados no ambiente, mas essa carga ambiental pós-consumo raramente é traduzida em categorias específicas de impacto na etapa de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) (CASPERS; FINKBEINER, 2025; MAGA *et al*., 2025). Em resposta a esse desafio, têm sido propostos indicadores e modelos orientados à quantificação de fluxos de vazamento, à avaliação de riscos ecotoxicológicos e à consideração da poluição plástica como uma nova dimensão de pressão ambiental em ACV, especialmente no contexto marinho (MAGA *et al*., 2025; WOODS *et al*., 2021; PLASTIC FOOTPRINT NETWORK, 2024).

Atualmente, as embalagens plásticas de produtos para consumo têm sido uma grande preocupação em relação à sua contribuição para a poluição marinha por plástico (CHITAKA; GOGA, 2023). Estudos apontam que as embalagens plásticas de alimentos e bebidas são propensas a vazamentos no ambiente marinho (CHITAKA; BLOTTNITZ, 2019; FAUZIAH *et al*., 2021). A curta vida útil, somada ao grande volume de material de embalagem e a baixa reciclabilidade dos plásticos na maioria das regiões do mundo, cria um problema significativo de poluição plástica, especialmente quando os plásticos não são devidamente recolhidos pelos sistemas de gestão de resíduos e acabam nos ecossistemas aquáticos (HORN *et al*., 2022; CASPERS; FINKBEINER, 2025).

Estima-se que as embalagens de alimentos e bebidas representam mais de 80% dos resíduos plásticos no ambiente marinho (NUOJUA *et al*., 2022; HERRERO *et al*., 2023), tornando-se um dos maiores desafios ambientais contemporâneos (LEBRETON; ANDRADY, 2019; YATES *et al*., 2025). Recentemente, a poluição por plástico foi incluída como uma “nova entidade” dentro da estrutura dos limites planetários, destacando a ameaça que representa para a sustentabilidade do planeta e que ações urgentes são necessárias para reduzir os impactos (PERSSON *et al*., 2022; VILLARRUBIA-GÓMEZ *et al*., 2024).

A problemática do plástico no mar foi oficialmente reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2022, ao Declarar a Década do Oceano. A Organização reforça a importância de buscar dados e informações para compreender a dimensão do problema numa escala regional para implementar programas de mitigação mais eficazes, adotando uma abordagem de ciclo de vida (UNDP, 2025). Tal abordagem incluem inúmeros desafios como o uso insustentável de recursos, emissões de gases de efeito estufa, substâncias químicas tóxicas e poluição ambiental (JAMBECK; WALKER-FRANKLIN, 2023).

CONTEXTO NACIONAL E RECORTE CONCEITUAL E OPERACIONAL DA PESQUISA

Apesar da centralidade da poluição plástica nas agendas ambientais, existem lacunas importantes para enfrentamento do problema (YATES *et al*., 2025). Faltam dados espacialmente detalhados sobre fontes, sumidouros e fluxos de plásticos, especialmente em regiões do Sul Global, o que compromete tanto a eficácia das estratégias de mitigação quanto o desenvolvimento de políticas públicas adequadas (KAANDORP *et al*., 2023; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ *et al*., 2023).

Em países do Sul Global, a poluição é potencialmente maior devido à precariedade de infraestrutura adequada de disposição final de resíduos e à baixa reciclabilidade, reforçando a relevância de avaliar o papel das embalagens de alimentos no contexto da poluição plástica (ITA-NAGY *et al*., 2022; ALENCAR *et al*., 2023). Nesse cenário, o Brasil figura como quarto maior gerador de lixo plástico do mundo e o principal contribuinte para o vazamento para os oceanos da América Latina (WWF, 2020; OCEANA, 2024).

Nesse contexto, torna-se relevante realizar estudos bibliométricos que mapeiem de forma estruturada a produção científica sobre ACV de alimentos e bebidas embalados (CHITAKA; GOGA, 2023), que permitem identificar como esses estudos se distribuem, como têm se desenvolvido metodologicamente, incluindo a ampliação das categorias de impacto e quais espaços permanecem abertos para investigações futuras (GOES; HEDLER; MORESI, 2025). Diante do exposto, os estudos de ACV de alimentos representativos da dieta brasileira constituem uma base estratégica para compreender como os impactos associados às embalagens são atualmente tratados e em que medida o vazamento de resíduos é considerado (PENZA, 2023; CHITAKA; GOGA, 2023).

Assim, o recorte conceitual deste estudo articula dois eixos: (i) caracterização de materiais e cenários de fim de vida de embalagens plásticas em estudos de ACV aplicada a alimentos e bebidas, representativos da dieta brasileira; e (ii) categorias e indicadores de impacto relacionados à embalagem plástica nesses estudos, incluindo o potencial de vazamento para o ambiente. A partir desse recorte, a

revisão sistemática busca mapear como esses elementos vêm sendo operacionalizados nos estudos de ACV analisados e quais lacunas persistem na abordagem das embalagens plásticas no contexto brasileiro.

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), órgão oficial das estatísticas da população brasileira, os produtos alimentícios representativos da dieta brasileira são aqueles adquiridos para consumo pela maioria dos cidadãos brasileiros, em termos de massa (kg) ou volume (L). Com a finalidade de tornar exequível a análise dos principais produtos alimentícios, foram selecionados os 17 produtos mais adquiridos para consumo alimentar em domicílio pela população participante da última POF (2017-2018), a saber: arroz, feijão, tomate, batata, banana, laranja, carnes (bovina, suína e de frango), leite, farinha de mandioca e de trigo, óleo vegetal, açúcar, pão e refrigerante (IBGE, 2020).

MÉTODO

Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa possui natureza descritiva e exploratória, com abordagem qualitativa (BASTOS; SILVA; LIMA, 2023), adotando o método teórico-dedutivo a partir de conceitos consolidados sobre ACV, revisão sistemática da literatura e bibliometria para interpretar a evolução da produção científica sobre o tema (CAGIGAS *et al*., 2021). Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica fundamentada em uma revisão sistemática da literatura (RSL), classificada como metassíntese qualitativa (LEVITT *et al*., 2018), voltada à síntese e interpretação crítica de resultados de estudos empíricos de ACV de alimentos que incluem embalagens plásticas.

A adoção da RSL justifica-se por sua capacidade de fornecer um processo estruturado, transparente e replicável para identificação, seleção e síntese de evidências científicas relevantes (PAGE *et al*., 2021). Essa abordagem permite tanto a consolidação do conhecimento existente quanto a identificação de lacunas na literatura, oferecendo subsídios para o delineamento de futuras investigações e para o avanço da discussão científica sobre questões emergentes, especialmente no que se refere à inclusão dos impactos ambientais das embalagens plásticas nas ACVs de alimentos (SERRA *et al*., 2018; MALHEIROS; TOMEI, 2022).

Protocolo de revisão sistemática (PRISMA)

A revisão foi conduzida como revisão de escopo, seguindo as diretrizes do protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), adaptadas a estudos bibliométricos e de síntese qualitativa (MOHER *et al*., 2015). O protocolo compreendeu três etapas principais: identificação, triagem e inclusão. A etapa de identificação consistiu na busca sistemática de estudos e localização do material disponível para análise em base de dados científica. A etapa de triagem envolveu o refinamento do material encontrado na primeira etapa, leitura de títulos e resumos, seguida da leitura do texto completo para avaliação da elegibilidade. Por fim, a etapa de inclusão resultou na seleção final dos estudos, no agrupamento e na apresentação dos trabalhos analisados qualitativamente (PAGE *et al*., 2021).

Na etapa de identificação, realizou-se busca bibliográfica exclusivamente na base *Dimensions* (*Digital Science*), escolhida por sua cobertura multidisciplinar ampliada e pela integração de ferramentas de análise baseadas em inteligência artificial, que permitem capturar estudos frequentemente ausentes em bases tradicionais como *Web of Science* e *Scopus* (BODE *et al*., 2019; HOOK *et al*., 2018; USP, 2025). Permitindo que os usuários analisem os resultados acadêmicos e mais amplos da pesquisa e reúnam *insights* para informar estratégias futuras (FEUP, 2025; USP, 2024). Essa escolha visou capturar uma visão sistêmica e contemporânea da ACV, minimizando vieses de indexação regional.

Além disso, foi realizada uma busca manual nas referências dos artigos incluídos para identificar estudos adicionais que pudessem ser relevantes. Esta abordagem complementar permitiu ampliar a abrangência da revisão e minimizar o risco de vieses na seleção. Foram incluídos apenas artigos científicos revisados por pares, publicados entre 2015 e 2025, em idioma inglês, com texto completo disponível. A última busca foi realizada em agosto de 2025.

A definição desse recorte temporal se justifica pelo fato de que indicadores relacionados aos potenciais impactos dos resíduos plásticos no meio ambiente constituem uma abordagem recente na ACV, ainda em desenvolvimento (MAGA *et al*., 2025). A data inicial reflete pesquisas anteriores que demonstraram que estudos de ACV de alimentos e bebidas publicados antes de 2015 não incluíram os impactos indiretos das suas embalagens (MOLINA-BESCH *et al*., 2019; MAGA *et al*., 2025).

A estratégia de busca combinou descritores de Tipo 1, relacionados à metodologia de ACV (“life cycle assessment”, “LCA”), e descritores de Tipo 2, relacionados a produtos alimentícios e bebidas (por exemplo, “Beef”, “Rice”, “Milk”, “Tomato”, “Bread”, “Soft drink”), conforme apresentados no Quadro 1. Os descritores foram combinados pelo operador booleano AND (ex.: “LCA” AND “Beef”). Descritores

adicionais ligados diretamente a embalagens plásticas foram inicialmente testados, mas excluídos por restringirem excessivamente o número de registros.

Quadro 1 – Termos de busca

Categoria de palavra-chave	Tipo 1	Tipo 2
Lista de palavras-chave	"*life cycle assessment*"; LCA	*Banana; Bean; Beef; Bread; Chicken; Coffee; Flour; Milk; Onion; Orange; Pasta; Pork; Potato; Read Meal; Rice; Soda; Soft Drink; Sugar; Tomato; Vegetable Oil*

Fonte: Elaboração própria.

Os filtros aplicados restringiram os resultados a artigos de periódicos revisados por pares, área temática relacionada a ACV de alimentos, período entre 2015 e 2025 e idioma inglês. Os registros foram importados para o software *Rayyan* (OUZZANI *et al*., 2016), utilizado para gerenciamento das referências, remoção de duplicatas e apoio à triagem independente por dois revisores. A identificação ocorreu em quatro etapas: (1) leitura de títulos; (2) leitura de resumos; (3) leitura integral; (4) extração sistemática das informações, com registro das razões de exclusão após leitura completa.

Para garantir o rigor e a qualidade dos estudos, foram estabelecidos critérios de elegibilidade, tais como critérios de inclusão e exclusão, descritos no Quadro 2. Para ser incluído nessa revisão, o estudo deveria apresentar resultados de uma ACV de, pelo menos, um alimento típico da dieta brasileira, material da embalagem primária do produto sendo plástico e escopo 'do berço ao túmulo'. A escolha pelo escopo 'do berço ao túmulo' justifica-se pela necessidade de mapear o destino final das embalagens plásticas e o potencial de vazamento de plásticos para os compartimentos ambientais.

Quadro 2 - Critérios de elegibilidade

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Apresentar ACV de ao menos um alimento típico da dieta brasileira.	Estudos de opinião, revisões de literatura ou artigos de metodologia pura (sem estudo de caso).
Considerar plástico como material da embalagem primária.	Livros, capítulos de livros ou textos sem acesso completo.
Estudo de ACV completo (escopo "do berço ao túmulo").	Estudos que não contemplam a etapa de embalagem ou de fim de vida (túmulo).
Artigos publicados em periódicos revisados por pares.	Estudos com fronteiras de sistema incompletas.

Fonte: Elaboração própria.

Excluíram-se estudos de opinião, revisões e aqueles que não disponibilizavam acesso completo ao texto. Apenas artigos de periódicos revisados por pares foram incluídos na revisão, pois o foco da revisão estava em estudos que passaram por revisão por pares independente. Livros e capítulos de livros foram excluídos, pois não havia como determinar se eles haviam sido submetidos ao mesmo nível de revisão por

pares. No entanto, isso apresenta uma limitação à revisão, pois estudos relevantes de ACV podem ter sido negligenciados.

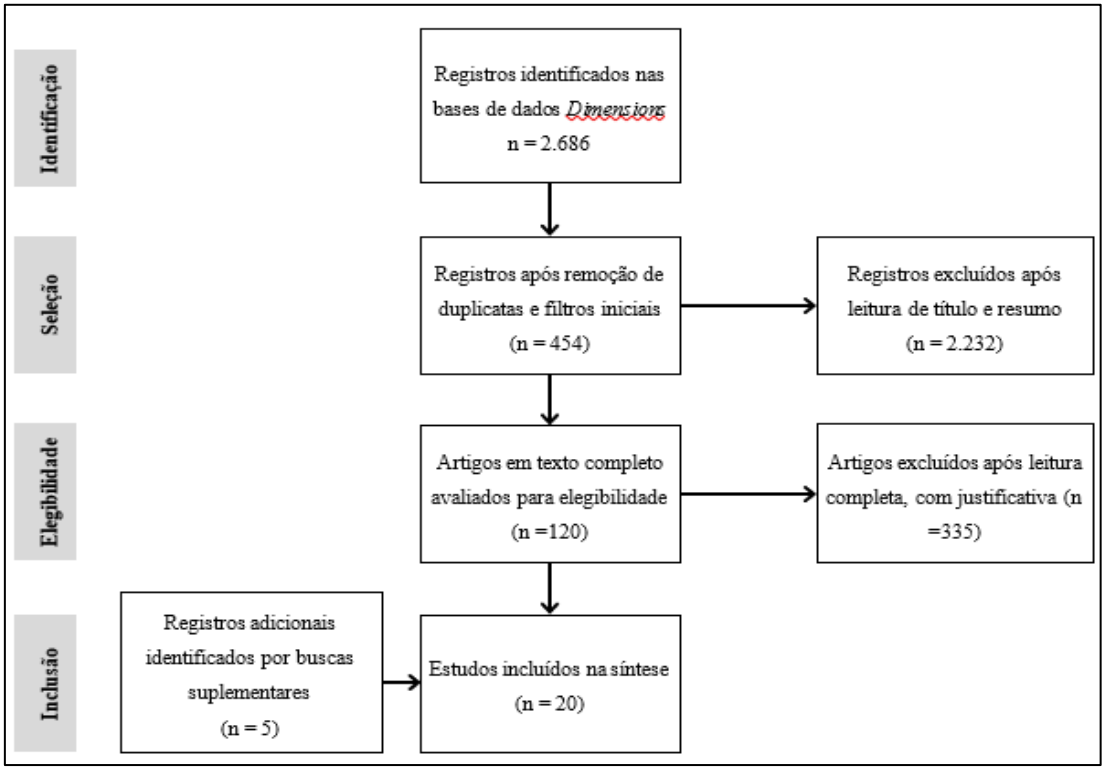
Revisões foram excluídas, pois o foco eram os estudos de ACV. Artigos de revisão, embora forneçam uma análise crítica de ACVs, não fornecem nenhuma informação nova em termos de resultados de ACV. Além disso, há o risco de duplicação, em que um artigo pode ser revisado pelos autores e, em seguida, revisado novamente em um artigo de revisão. Artigos de metodologia foram excluídos, a menos que a metodologia proposta fosse aplicada a uma ACV no mesmo artigo. Chitaka e Goga (2023) também adotaram essas estratégias de extração de informações na análise de ACVs na indústria de alimentos e bebidas.

Foram excluídos após a leitura completa os artigos que não contemplavam os critérios de elegibilidade, que não incluíam todo o ciclo de vida do produto ou que não incluíssem a etapa de embalagem. Esse critério de exclusão é importante, pois as fronteiras que não incluem a etapa de fim de vida (túmulo) não permitem identificar a destinação final dada à embalagem, não permitindo uma análise do impacto ambiental no ciclo de vida do produto alimentício. Os textos que foram excluídos após a leitura do texto completo tiveram as razões da exclusão registradas.

O fluxo de identificação, triagem e inclusão é sintetizado em diagrama no protocolo PRISMA na Figura 1, com o propósito de ilustrar o percurso metodológico desenvolvido. Foram encontrados 2.686 artigos na base de dados *Dimensions*. Desses 2.686, 454 foram excluídos durante a triagem (leitura de título e resumo). Um volume expressivo de artigos (339 artigos) foi submetido à leitura completa, mas que foi rapidamente reduzido, pois diversos não conduziam uma ACV ou não incluíam as fronteiras estabelecidas nos critérios de elegibilidade. Além disso, apesar de serem representativos na dieta dos brasileiros, alguns alimentos, mesmo tendo muitos artigos publicados, não possuíam os dados que interessavam para essa revisão específica, como feijão, laranja e o arroz, por exemplo. Outros 5 artigos foram encontrados por meio de buscas suplementares, recomendados por especialistas.

Desse modo, 20 artigos foram incluídos na síntese, após passarem por identificação, triagem e seleção em texto completo. Esses estudos consistem em ACVs de produtos alimentares representativos da dieta brasileira, considerando o ciclo de vida do berço ao túmulo, incluindo as embalagens plásticas no seu escopo. Um documento foi elaborado para extrair as informações de interesse de cada estudo e uma planilha eletrônica foi utilizada para organizar as informações de todos os estudos incluídos.

Figura 1– Fluxograma PRISMA ilustrando o processo de seleção dos estudos incluídos na revisão



Fonte: Elaboração própria.

Análise bibliométrica e de conteúdo

A análise bibliométrica contemplou: (i) caracterização da produção científica (evolução anual, periódicos, autores, países e cobertura geográfica dos dados); e (ii) caracterização metodológica dos estudos de ACV (tipo de produto alimentício, materiais de embalagem, escopo do ciclo de vida, categorias de impacto consideradas). Esses indicadores permitiram avaliar a maturidade do campo, bem como identificar padrões e lacunas na forma como as embalagens plásticas são consideradas nas ACVs de alimentos (ARIA; CUCCURULLO, 2017; CAGIGAS *et al*., 2021; GOES, HEDLER; MORESI, 2025).

A análise qualitativa seguiu o método de análise de conteúdo proposto por Finfgeld-Connett (2014), articulado a uma estrutura analítica proposta em Molina-Besch *et al*. (2019), que avaliam a inclusão da embalagem ao longo do ciclo de vida do produto. As categorias de análise foram definidas *a posteriori*, por procedimento indutivo, porém ancoradas teoricamente nas etapas metodológicas da ACV: Inventário do Ciclo de Vida (ICV) e Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV).

Assim, emergiram duas categorias principais: (1) informações sobre o material de embalagem na fase de ICV; e (2) considerações sobre o fim de vida da embalagem, cenários de gestão de resíduos e indicadores de impacto empregados na AICV, com ênfase na presença (ou ausência) de métricas

relacionadas à poluição plástica e ao vazamento de resíduos para o ambiente. O Quadro 3 apresenta a estrutura analítica empregada, explicitando o vínculo entre o referencial teórico da ACV (etapas, fronteiras de sistema, categorias de impacto) e as categorias utilizadas na análise de conteúdo.

Quadro 3 – Categorias de análise

Categoria	Descrição
Informações sobre o material de embalagem plástica	Especificações do material de embalagem na fase de ICV
Considerações sobre o fim de vida útil da embalagem	Cenários de fim de vida para a embalagem e indicadores avaliados na AICV

Fonte: Elaboração própria.

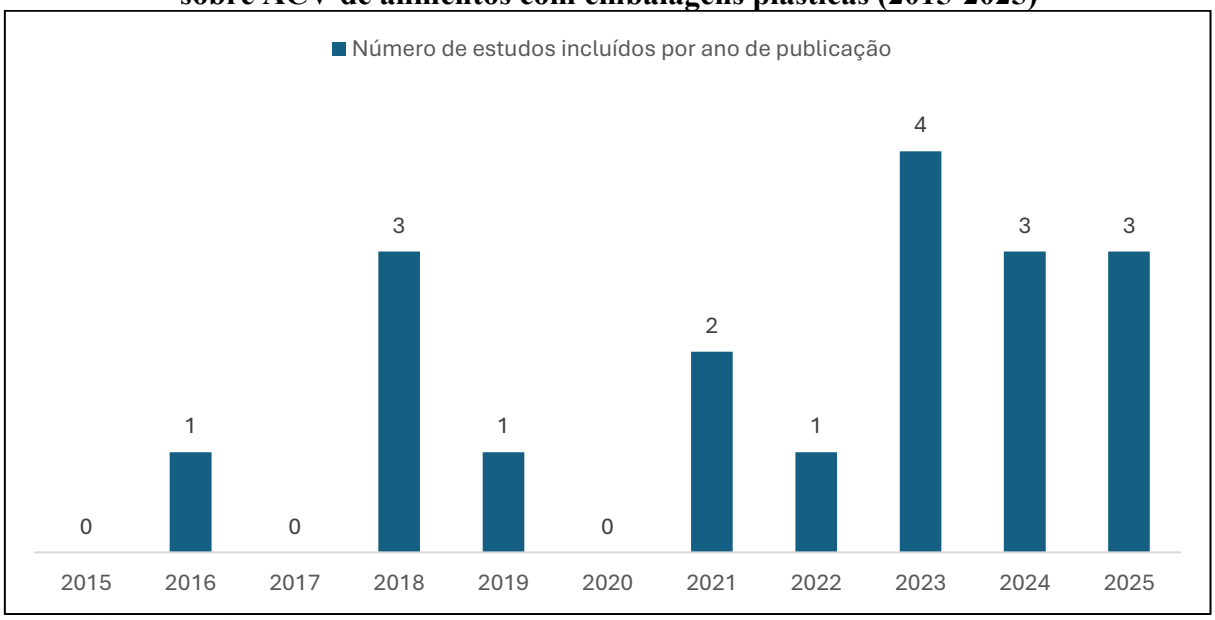
Caso o estudo de ACV considerasse a embalagem do alimento, foi realizada uma análise qualitativa descrevendo e discutindo a abordagem dada a embalagem nos estudos de ACV selecionados seguindo a estrutura analítica desenvolvida (Quadro 3). Os resultados foram organizados em tabelas, quadros e um gráfico, seguidos de síntese narrativa qualitativa. Ressalta-se que a análise não teve como finalidade comparar resultados entre produtos, mas mapear as abordagens existentes, identificar padrões, lacunas metodológicas e tendências relativas à inclusão dos impactos ambientais das embalagens plásticas nas ACVs de alimentos, discutindo seus avanços e limitações. Na próxima seção, são apresentados os resultados e a discussão da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução temporal, periódicos e distribuição geográfica

O gráfico 1 apresenta a evolução anual das publicações incluídas nesta revisão no período entre 2015 e 2025. Embora o recorte temporal inclua publicações a partir de 2015, os primeiros estudos que atenderam aos critérios de elegibilidade foram publicados apenas a partir de 2016, com indicação de ausência de publicações em 2017 e 2020. Revelando um avanço significativo a partir de 2023, com 11 dos 20 estudos (55%) publicados nos três últimos anos. Esse padrão sinaliza maturação recente da temática. Tal tendência acompanha o fortalecimento dos debates internacionais sobre desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas, que têm impulsionado abordagens interdisciplinares e a ampliação dos escopos analíticos em estudos ambientais (CHITAKA; GOGA, 2023; SILVA; PEREIRA; ALCÂNTARA, 2025).

Gráfico 1 – Evolução anual da produção científica sobre ACV de alimentos com embalagens plásticas (2015-2025)



Fonte: Elaboração própria.

O ano de 2023 se destacou como o período com maior número de publicações (cinco artigos), consolidando essa inflexão temporal. Esse crescimento recente indica que a incorporação do escopo completo do ciclo de vida (do berço ao túmulo) e a consideração mais explícita dos resíduos no contexto das ACVs de alimentos configuram um campo ainda emergente. Esses resultados sugerem que muitas das abordagens metodológicas atualmente empregadas ainda se encontram em fase de consolidação, especialmente no que se refere à inclusão sistemática dos impactos associados às embalagens plásticas, reforçando o caráter exploratório e oportuno da presente revisão.

Outrossim, essa tendência temporal pode ser analisada como resultado da necessidade de se repensar formatos de gestão, demonstrando, assim, a preocupação com o equilíbrio entre a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico (SILVA; PEREIRA; ALCÂNTARA, 2025). Além disso, esse padrão sinaliza a crescente atenção à circularidade que tem influenciado a expansão dos escopos de ACV para incluir resíduos pós-consumo, deslocando o foco de análises estritamente produtivas para abordagens que incluem o tratamento de resíduos e o fim de vida dos produtos (CHITAKA; GOGA, 2023). Essa tendência alinha-se à inflexão observada por Chitaka e Goga (2023), que documentam maior ênfase em análises do berço ao túmulo em resposta a agendas como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Os 20 artigos analisados foram publicados em doze periódicos científicos distintos, evidenciando a transversalidade do tema e sua inserção em diferentes campos do conhecimento relacionados à sustentabilidade. Entre esses periódicos, destaca-se o *Journal of Cleaner Production*, responsável por sete publicações, o que corresponde a 60% do conjunto analisado. A predominância desse periódico indica

que a discussão sobre embalagens em ACVs de alimentos tem sido conduzida majoritariamente sob uma perspectiva integrada de sustentabilidade e gestão ambiental, resultado consistente com análises bibliométricas recentes sobre ACV e sistemas produtivos sustentáveis (RESEARCH, 2025).

Outros periódicos relevantes, como *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *Sustainability* e *Journal of Material Cycles and Waste Management*, também contribuíram com publicações, reforçando o caráter metodológico e aplicado das pesquisas incluídas. A amplitude da distribuição dos periódicos e o número de publicações associadas a cada um revela o fortalecimento da abordagem do ciclo de vida de produtos alimentícios, que vem sendo discutida sob diversas perspectivas. Para Silva, Pereira e Alcântara (2025) essa diversidade contribui para a compreensão e o enfrentamento dos desafios relacionados ao desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos naturais.

No que se refere à distribuição geográfica, os estudos analisados foram conduzidos em 12 países distintos, revelando uma concentração significativa no contexto europeu. Os países da Europa foram responsáveis por 55% das publicações incluídas, resultado que corrobora revisões anteriores sobre ACV de alimentos (CHITAKA; GOGA, 2023) e de alimentos embalados (KAN; MILLER, 2022). Essa concentração geográfica reflete desigualdades estruturais na produção científica, particularmente relacionadas à disponibilidade de dados, infraestrutura metodológica e acesso a bases consolidadas de inventário do ciclo de vida.

Entre os fatores que ajudam a explicar essa predominância europeia, destaca-se o uso recorrente da base de dados *Ecoinvent*, de origem europeia e amplamente empregada em estudos de ACV. A dependência dessa base influencia tanto a escolha dos contextos analisados quanto a viabilidade de modelagem de determinados cenários, como já observado por Carvalho et al. (2024). Esse viés geográfico tem implicações diretas para a análise das embalagens plásticas, uma vez que os sistemas de gestão de resíduos, taxas de coleta e padrões de destinação final variam significativamente entre regiões, limitando a transferência direta de resultados para contextos como o brasileiro. Comparativamente, revisões como Kan e Miller (2022) identificam padrão similar em ACV de embalagens, reforçando a necessidade de bases locais para capturar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos.

No contexto brasileiro, a escassez de estudos nacionais, restrita a um único estudo sobre banana (COLTRO; KARASKI, 2019), reflete viés geográfico que subrepresenta realidades de gestão de resíduos de países do Sul Global. Coltro e Karaski (2019) analisaram sistemas de produção de banana em estados com elevada relevância produtiva, destacando a crescente demanda por informações ambientais por parte de produtores e tomadores de decisão. De acordo com os referidos autores, tomadores de decisão e produtores têm sido obrigados a buscar informações científicas sobre o desempenho ambiental de

produtos alimentícios por meio de estudos de ACV, devido ao aumento da conscientização do consumidor com relação as questões ambientais.

No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas, bem como o desenvolvimento de metodologias para continuar aprimorando os estudos de ACV em produtos agrícolas, cuja ampla diversidade contrasta com a escassez de dados disponíveis (CERUTTI *et al*., 2014; COLTRO *et al*., 2009; RECANATI *et al*., 2018), pois esses dados não existem ou não foram publicados (COLTRO; KARASKI, 2019). Há evidências de que os alimentos que representam uma quantidade substancial de produção em diversos países ao redor do mundo são subavaliados (POORE; NEMECEK, 2018).

A escassez de estudos aplicados ao contexto brasileiro reforça a lacuna identificada nesta revisão e evidencia a necessidade de ACVs completas que considerem alimentos representativos da dieta nacional, especialmente sob o escopo do berço ao túmulo.

Distribuição dos estudos por tipo de alimento

A distribuição dos estudos por tipo de produto alimentar revelou um padrão desigual. Evidenciando a priorização de carnes (40%). Outros produtos analisados incluíram macarrão, leite, frutas, café, refrigerantes, batatas, tomates e pão, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da distribuição dos estudos por produto alimentício

Produto alimentício	Quantidade de estudos	Estudos incluídos (Autor principal e ano de publicação)
Carne (bovina e de frango)	8	Aboagye *et al*. (2024); Asem-Hiablie *et al*. (2018); Putman *et al*. (2023); Tetteh *et al*. (2024); Dilkes-Hoffman *et al*. (2018); Mazzetto *et al*. (2023); Wikstrom *et al*. (2016); Alves *et al*. (2023); Guo *et al*. (2024); Skunca *et al*. (2018)
Macarrão	4	Castellani *et al*. (2025); Valentini e Dorigato (2025); Cimini, Cibelli e Moresi (2019); Parajuli *et al*. (2021)
Leite	3	Stefanini *et al*. (2021); Singh *et al*. (2024); Henderson *et al*. (2023)
Banana e tomate	2	Suppen-Reynaga *et al*. (2018); Coltro e Karaski (2019); Tsouti *et al*. (2023)
Café e refrigerante	3	Kim *et al*. (2021); Phommarat *et al*. (2018)
Pão	1	Aljaber *et al*. (2025)

Fonte: Elaboração própria.

Os alimentos de origem animal, especialmente carnes bovina e de frango, foram os mais frequentemente analisados, aparecendo em oito estudos incluídos nesta revisão. Essa seletividade corrobora os achados de Hemachandra, Hadjikakou e Pettigrew (2024), que identificaram uma tendência da literatura em priorizar categorias alimentares associadas a maiores impactos ambientais, como produtos de origem animal (carnes e laticínios).

Não foram encontrados estudos que atendessem aos critérios de elegibilidade para alimentos básicos como arroz, feijão e farinha de trigo, apesar de sua elevada representatividade na dieta brasileira.

Esses resultados indicam que esses estudos negligenciam itens de alto volume de embalagens de alimentos amplamente consumidos no contexto nacional.

Essa ausência está fortemente associada ao escopo metodológico adotado nos estudos disponíveis. A maioria das ACVs relacionadas a esses produtos adota fronteiras restritas, predominantemente do berço ao portão, o que inviabiliza a análise do destino final das embalagens e seus impactos associados (COLTRO *et al*., 2016; MUNGKUNG *et al*., 2019). Como destacado por Molina-Besch *et al*. (2019), o escopo selecionado influencia diretamente as conclusões que podem ser obtidas sobre o papel da embalagem no desempenho ambiental dos alimentos, uma vez que a embalagem pode gerar cargas ambientais adicionais, mas também reduzir perdas ao longo do ciclo de vida (SASAKI *et al*., 2022).

Especificações de materiais plásticos e cenários de fim de vida da embalagem

Dos 20 estudos analisados, apenas oito consideraram de forma explícita todas as etapas do ciclo de vida relacionadas à embalagem dentro da estrutura analítica adotada. Na Tabela 2 a seguir é apresentado as especificações do material da embalagem e fim de vida das embalagens plásticas no escopo dos artigos analisados.

A Tabela 2 mostra especificação explícita de materiais em apenas 8 estudos (40%), com PP predominante devido suas propriedades técnicas (resistência térmica, rigidez e adequação ao contato com alimentos) e por sua ampla disponibilidade em bases de dados de ACV, o que influencia as escolhas metodológicas dos pesquisadores (JIMENEZ *et al*., 2024; CZAKAJ *et al*., 2024). Em seguida, destacaram-se embalagens de PET e PEBD, frequentemente associadas a bebidas, produtos lácteos e alimentos frescos.

No que se refere aos cenários de fim de vida, os estudos concentram-se em rotas tradicionais (aterro, reciclagem e incineração). O aterro sanitário foi a principal rota considerada na maioria dos estudos, com exceção de Cimini, Cibelli e Moresi (2019) e Wikstrom *et al*. (2016). Muitos artigos avaliaram cenários mistos, combinando aterro, incineração e reciclagem, e alguns incorporaram a incineração com recuperação energética (STEFANINI *et al*., 2021; TSOUTI *et al*., 2023).

Embora estas ACVs tenham fornecido comparações relevantes entre embalagens, apresentado recomendações para o aumento das taxas de reciclagem, uso de embalagens biodegradáveis ou reutilizáveis, verificou-se que tais recomendações raramente são acompanhadas por modelagens que representem a (má) gestão específica de resíduos plásticos relacionados a alimentos em diferentes contextos geográficos (YATES *et al*., 2025). Indicando que as ACVs têm se concentrado principalmente

no desempenho ambiental do plástico, em vez da problemática subjacente relacionada à gestão de resíduos (GOMEZ-SANABRIA; LINDL, 2024).

Tabela 2 – Organização dos artigos analisados

Autor principal e ano de publicação	Produto alimentar	Material da embalagem plástica	Cenários de fim de vida das embalagens plásticas considerados nos estudos de ACV	Categorias de impacto e/ou indicadores utilizados para avaliar efeitos das embalagens plásticas nas ACVs de alimentos
Cimini, Cibelli e Moresi (2019)	Macarrão	PP	Reciclagem	Pegada de carbono
Dilkes-Hoffman *et al*. (2018)	Carne bovina	PP e biodegradável	Aterro sanitário	Potencial de Aquecimento Global; Uso da água
Kim *et al*. (2021)	Refrigerante	PET	Aterro, incineração e reciclagem	Pegada de carbono
Stefanini *et al*. (2021)	Leite	PET	Aterro, incineração com recuperação de energia, reciclagem e reuso	Aquecimento Global; Depleção da camada de ozônio Estratosférico; Acidificação terrestre; Escassez de Recursos fósseis; Consumo de água; Toxicidade carcinogênica humana e Indicador de Lixo Marinho
Tetteh *et al*. (2024)	Carne de frango.	Saco de PE; Bandeja PS/PVC com filme de PVC; Bandeja PET.	Aterro, incineração e reciclagem	Potencial de aquecimento global; acidificação; eutrofização; uso da água; potencial de toxicidade humana; ecotoxicidade de água doce; formação de oxidantes fotoquímicos, depleção de recursos fósseis, de minerais e metais e formação de material particulado
Tsouti *et al*. (2023)	Tomate	PP	Aterro, incineração com recuperação de energia e taxas de captura	Potencial de aquecimento global, uso de água, ecotoxicidade de água doce, depleção de recursos fosseis, de minerais e metais, formação de material particulado
Valentini e Dorigato (2025)	Macarrão	PP	Aterro, incineração e reciclagem	Potencial de aquecimento global, acidificação, eutrofização, uso de água, depleção da camada de ozônio, formação de oxidantes fotoquímicos, depleção de recursos fosseis, e de minerais e metais
Wikstrom *et al*. (2016)	Carne moída	PET e PEBD	Incineração e reciclagem	Potencial de aquecimento global, acidificação, depleção da camada de ozônio

Fonte: Elaboração própria.

Esses resultados confirmam observações anteriores de que as ACVs ainda se concentram em cenários convencionais de gestão de resíduos, sem considerar explicitamente fluxos de resíduos mal gerenciados para o ambiente (SONNEMANN; VALDIVIA, 2017; HEMACHANDRA; HADJIKAKOU; PETTIGREW, 2024). Ademais, a ausência generalizada de fluxos informais contrasta com evidências de que embalagens alimentícias compõem 80% do lixo marinho (NUOJUA *et al*., 2022).

Categorias de impacto, indicadores emergentes e limitações metodológicas

A análise das categorias de impacto revelou diferenças substanciais entre os estudos, refletindo tanto escolhas metodológicas quanto limitações das bases de dados e dos métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV). A categoria Mudanças Climáticas foi a única comum a todos os estudos

analisados, frequentemente reportada sob diferentes terminologias, como Potencial de Aquecimento Global, resultado consistente com análises recentes da literatura (CARVALHO *et al*., 2024).

Outras categorias recorrentes incluíram uso do solo, acidificação, uso da água, eutrofização, ecotoxicidade e depleção de recursos, variando conforme o método de AICV adotado. Estudos que empregaram métodos como *ReCiPe* ou *Environmental Footprint* tenderam a reportar um conjunto mais amplo de categorias, enquanto abordagens mais restritas focaram predominantemente em emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), reduzindo a sensibilidade a impactos críticos associados a materiais e rotas de fim de vida (SABATE; KENDALL, 2024).

Estudos de ACV frequentemente estimam que os impactos ambientais de produtos plásticos são menores do que os de alternativas, devido ao *design* leve ou a uma menor entrada de recursos. Uma razão pela qual os estudos de ACV chegam a essa conclusão se deve a não inclusão do vazamento de plástico causadas pela perda de plásticos, por exemplo, por abrasão, envelhecimento, fragmentação ou lixo, e por não serem consideradas por uma categoria de impacto apropriada (SONNEMANN; VALDIVIA, 2017; MAGA *et al*., 2022). Outrossim, muitos estudos de ACV de plásticos focam em processos industriais negligenciando os impactos associados a práticas de descarte inadequadas e à poluição plástica nos compartimentos ambientais, apesar da atenção da mídia e políticas relacionadas a problemática do plástico no ambiente marinho (SABATE; KENDALL, 2024).

De acordo com Smurthwaite *et al*. (2023) relatar sobre múltiplas categorias de impacto é considerado ideal e pode melhorar a comparabilidade dos resultados de ACV. Estudos que relatam apenas uma única categoria de impacto, comprometem a abrangência desses estudos individuais. Nesses casos, há uma probabilidade de que os impactos não contabilizados possam superar potencialmente os benefícios observados pela medição de uma única categoria de impacto (SMURTHWAITE *et al*., 2023). A omissão desses impactos leva a uma subestimação dos impactos das embalagens plásticas nas ACVs (SABATE; KENDALL, 2024). Hemachandra *et al*. (2024) reforçam que o foco único em emissões de GEE mascara a poluição por plásticos, demandando integração obrigatória de indicadores plásticos para ACV robustas.

Apenas um estudo incorporou explicitamente um indicador relacionado ao resíduo plástico no ambiente marinho. Stefanini *et al*. (2021) propuseram o Indicador de Lixo Marinho (ILM) para avaliar o potencial poluente de embalagens de leite descartadas de forma inadequada no ambiente marinho, adaptando parâmetros previamente desenvolvidos por Civancik-Uslu *et al*. (2019). O resultado foi paradigmático: ao incluir o ILM, a garrafa PET perdeu sua vantagem ambiental comparativa em relação à garrafa de vidro retornável devido à menor quantidade de embalagens necessárias e ao menor potencial de dispersão no ambiente.

Os resultados obtidos por Stefanini *et al*. (2021) ilustram os *trade-offs* ignorados na maioria dos estudos de ACV: as garrafas de PET apresentam melhor desempenho em diversas categorias de impacto, mas perde em poluição marinha. Tais resultados reforçam a urgência de abordagens que considerem simultaneamente impactos climáticos e poluição por plásticos (UNEP, 2022).

No geral, a ACV, embora amplamente aplicada para alimentos e bebidas, subestima consistentemente os impactos ambientais dos resíduos de embalagens plásticas, especialmente nas fases de fim de vida (HEMACHANDRA; HADJIKAKOU; PETTIGREW, 2024). Para Chitaka e Goga (2023) as desvantagens da ACV estão relacionadas à inclusão incompleta de impactos ambientais relacionados ao resíduo plástico gerado, assim como à falta de indicadores para medir a circularidade da embalagem.

Embora as compensações entre diferentes opções de redução de plástico já possam ser avaliadas usando ACV, ainda falta uma abordagem de avaliação de impacto para indicar o impacto potencial do lixo plástico residual, principalmente para o lixo plástico marinho (WOODS *et al*., 2021). Sendo reconhecida pela comunidade de pesquisa de ACV como uma área que precisa de desenvolvimentos urgentes (SONNEMANN; VALDIVIA, 2017; MAGA *et al*., 2025).

A quase ausência de plásticos nos estudos e nos indicadores limita a capacidade da sociedade de avaliar em que medida os sistemas alimentares são considerados (in)sustentáveis. Essa lacuna também restringe a compreensão e o reconhecimento da real magnitude do problema dos plásticos na formulação de políticas públicas e agendas em escala sistêmica. Como consequência, políticas, planos e programas podem ser elaborados a partir de informações incompletas ou imprecisas, resultando em desdobramentos não intencionais de grande impacto (YATES *et al*., 2025). De acordo com Yates *et al*. (2025), em diversos casos, essa ausência decorre da falta de dados adequados para subsidiar processos de monitoramento e tomada de decisões.

Diante disso, a consolidação e aceleração do desenvolvimento de indicadores emergentes tornam-se fundamentais para suprir essa lacuna informacional. O fortalecimento da base de dados, apoiado em evidências científicas robustas, permitirá o rastreamento e a avaliação das múltiplas vias pelas quais os plásticos oriundos do sistema alimentar afetam a saúde humana e planetária ao longo de seus ciclos de vida (YATES *et al.,* 2025).

Mais pesquisas sobre embalagens que possam fornecer os dados empíricos que muitos profissionais de ACV de alimentos atualmente não possuem são necessárias. Em particular, os profissionais de ACV se beneficiariam se houvesse mais conhecimento e dados disponíveis sobre as características das embalagens (por exemplo, formato, peso e tipo de material) e sua influência no comportamento do consumidor (MOLINA-BESCH *et al*., 2019). Para Hemachandra *et al*. (2024) existe um potencial considerável para uma maior consideração dos atributos de embalagem relevantes para

diferentes categorias de produtos alimentares. Nesse sentido, promover o desenvolvimento de métodos de AICV específicos para plásticos e coletar os dados necessários para facilitar a adoção desses métodos constituem os principais aspectos para trabalhos futuros (HEMACHANDRA *et al*., 2024).

Essas informações, por sua vez, fornecerão subsídios para o desenvolvimento de critérios de essencialidade mais consistentes, capazes de identificar se determinadas aplicações ou funções do plástico são de fato indispensáveis para a saúde, segurança e funcionamento da sociedade. Além disso, possibilitarão avaliar a viabilidade de substituí-las por alternativas mais seguras e sustentáveis, alinhadas aos padrões de consumo e produção responsáveis que buscam o uso eficiente de recursos, a redução de resíduos e o manejo sustentável de produtos, garantindo que as necessidades atuais sejam atendidas sem comprometer o futuro (YATES *et al*., 2025).

O aprimoramento e a ampliação da base de dados também fortalecerão as demandas por maior transparência, incluindo a divulgação pública de informações, a rastreabilidade de fluxos de materiais e o monitoramento contínuo, e por uma responsabilização efetiva dos agentes que impulsionam a produção e o consumo de plásticos nos sistemas alimentares (YATES *et al*., 2025). Espera-se o desenvolvimento de métodos de AICV para refletir preocupações públicas (circularidade, poluição por plásticos), considerando a dicotomia alimento-embalagem, para quantificar os impactos do resíduo plástico no curto prazo e relacionar a circularidade como uma categoria de impacto, onde o gerenciamento da fase de fim de vida deve ser obrigatório (CHITAKA; GOGA, 2023).

Abordar o descarte inadequado e o vazamento de plásticos no meio ambiente, bem como compreender os fluxos de resíduos, é uma extensão pertinente das pesquisas atuais em ACV (MAGA *et al*., 2025; YATES *et al*., 2025). Até o momento, nenhum banco de dados de ciclo de vida incluiu esses fluxos de emissão em seus conjuntos de dados, nem desenvolveu fatores de caracterização específicos que convertam os fluxos de vazamento em indicadores de impacto ambiental (MAGA *et al*., 2025). A continuidade no desenvolvimento de modelos será fundamental para fortalecer a tomada de decisões informadas na gestão de resíduos plásticos, especialmente em regiões com limitações de infraestrutura e dados (MARIANO *et al*., 2025). Ademais, a determinação das contribuições específicas das fontes permitirá uma mitigação direcionada, com o objetivo final de impedir a entrada de plásticos no ambiente natural (YATES *et al*., 2025; JIANG; NOWACK, 2025).

No geral, o pequeno número de estudos identificados nesta revisão destaca a necessidade de maior atenção ao fim de vida das embalagens em mais categorias de alimentos em futuras ACVs. Além disso, a análise das metodologias de ACV mostrou que é necessária maior transparência nas escolhas metodológicas para obter uma visão mais equilibrada dos impactos ambientais do produto alimentar embalado. Esta revisão também destaca a necessidade de mais dados empíricos que explicitem os atributos

da embalagem para obter um conhecimento mais profundo dos impactos ambientais das embalagens no ciclo de vida dos alimentos.

A predominância de escopos restritos, a concentração geográfica das pesquisas e a ausência de indicadores capazes de capturar a poluição plástica nos compartimentos ambientais evidenciam lacunas metodológicas relevantes. É importante notar que, embora este estudo foque nos produtos representativos da dieta brasileira, a literatura de ACV é predominantemente originária do hemisfério norte. Isso implica em uma limitação metodológica inerente relacionada à incerteza dos dados: os dados de inventário refletem contextos tecnológicos e infraestruturas de gestão de resíduos europeus ou americanos. Esta revisão, portanto, assume um caráter crítico ao transpor esses resultados para o cenário brasileiro, onde as taxas de reciclagem e os padrões de descarte diferem significativamente dos modelos globais padronizados.

Em síntese, os achados deste estudo reforçam que o avanço metodológico da ACV de alimentos depende de uma visão mais abrangente e equilibrada do papel das embalagens, contemplando não apenas categorias clássicas, como mudanças climáticas, mas também impactos relacionados ao fim de vida, ao comportamento do consumidor, ao desperdício de alimentos e ao descarte de resíduo plástico. Com base nesses resultados, este artigo defende uma consideração mais sistemática do impacto ambiental das embalagens em futuras ACVs de produtos alimentícios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática realizada permitiu identificar e caracterizar os estudos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicados a alimentos representativos da dieta brasileira, evidenciando como as embalagens plásticas têm sido incorporadas ao escopo dessas avaliações. Embora a inclusão da embalagem seja relativamente comum, os resultados indicam que os impactos ambientais associados à geração e à destinação dos resíduos de embalagens plásticas ainda são tratados de forma limitada, sobretudo no que se refere ao fim de vida. Observa-se, portanto, que o impacto ambiental das embalagens permanece insuficientemente mensurado nas ACVs de alimentos e bebidas típicos da dieta brasileira.

Este estudo apresenta limitações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O número reduzido de estudos identificados evidencia que a aplicação de ACVs completas, com escopo do berço ao túmulo, ainda é incipiente para diversas categorias de alimentos amplamente consumidos no Brasil. Além disso, a literatura analisada é majoritariamente oriunda do hemisfério norte, o que implica incertezas associadas à transferência de resultados para o contexto brasileiro. Muitos dos fatores de caracterização e bases de dados de inventário utilizados refletem contextos tecnológicos e

sistemas de gestão de resíduos distintos da realidade nacional, marcada por menores taxas de reciclagem e padrões de descarte heterogêneos. Adicionalmente, a escassez de dados empíricos detalhados sobre atributos das embalagens limita a profundidade das análises relacionadas ao seu desempenho ambiental ao longo do ciclo de vida.

Os achados desta revisão indicam a necessidade de maior atenção ao fim de vida das embalagens em futuras ACVs de alimentos, bem como de maior transparência nas escolhas metodológicas adotadas. A incorporação sistemática de informações sobre materiais de embalagem, cenários de destinação final e potenciais impactos associados ao descarte inadequado é fundamental para subsidiar a formulação de políticas públicas de gestão de resíduos e para o fortalecimento de estratégias de economia circular no setor alimentar. Ao evidenciar lacunas e prioridades, este estudo pode apoiar iniciativas voltadas ao *design* de embalagens mais sustentáveis, ao aprimoramento dos sistemas de coleta e reciclagem e à integração entre políticas de produção, consumo e gestão de resíduos.

Em conclusão, os resultados desta revisão demonstram que, apesar do avanço da ACV como ferramenta de apoio à decisão no setor alimentar, a consideração dos impactos ambientais das embalagens plásticas ainda é limitada e fragmentada. O fortalecimento dessa abordagem requer escopos mais abrangentes, dados mais representativos e maior integração entre avaliação ambiental e gestão de resíduos, de modo a contribuir de forma mais efetiva para a sustentabilidade dos sistemas alimentares.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil da Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico**. São Paulo: ABIPLAST, 2025.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040**: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABOAGYE, I. A. *et al*. "An assessment of the environmental sustainability of beef production in Canada". **Canadian Journal of Animal Science**, vol. 104, 2024.

ALENCAR, M. V., A. *et al*. "Advancing plastic pollution hotspotting at the subnational level: Brazil as a case study in the Global South". **Marine Pollution Bulletin**, vol. 194, 2023.

ALJABER, S. *et al*. "From cradle to grave: evaluating bread production and waste using multicriteria optimization and life cycle assessment". **Journal of Material Cycles and Waste Management**, vol. 27, n. 4, 2025.

ALVES, E. C. *et al*. "Resource recovery of biological residues from the Brazilian poultry industry in mitigating environmental impacts: A life cycle assessment (LCA) approach". **Jounarl of Cleaner Production**, vol. 416, 2023.

APA. “SC5 – Avaliação do Ciclo de Vida”. **APA** [2023]. Disponível em: <www.apambiente.pt>. Acesso em: 02/02/2025.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. “Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science-mapping analysis”. **Journal of Informetrics**, vol. 11, n. 4, 2017.

ASEM-HIABLIE, S. *et al.* “A life cycle assessment of the environmental impacts of a beef system in the USA”. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 24, n. 3, 2019.

BASTOS, B. B.; SILVA, G. V.; LIMA, R. P. “Análise bibliométrica da produção científica sobre a relação do meio ambiente com o vetor tecno-ecológico na Amazônia oriental brasileira”. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 13, n. 39, 2023.

BODE, C. *et al*. “A Guide to the Dimensions Data Approach”. **Technical Report** [2023]. Disponível em: <www.dimension.ai>. Acesso em: 02/02/2025.

BOONE, L. *et al*. “Environmental performance of plastic food packaging: Life cycle assessment extended with costs on marine ecosystem services”. **Science of the Total Environment**, vol. 894, 2023.

CAGIGAS, D. *et al*. “Blockchain for public services: A systematic literature review”. **IEEE Access**, vol. 9, 2021.

CARVALHO, A. S. *et al*. “Mudanças climáticas em avaliação de impactos ambientais”. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 18, n. 53, 2024.

CASAGRANDE, N. M. **Inclusão dos impactos dos resíduos plásticos no ambiente marinho em avaliação do ciclo de vida** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental). Florianópolis: UFSC, 2018.

CASPERS, J.; FINKBEINER, M. “Littering and consumer behaviour in life cycle assessment- A case study of takeaway packaging for food”. **Jounarl of Cleanner Production**, vol. 520, 2025.

CASTELLANI, E. *et al.* “Sustainability on the plate: Unveiling the environmental footprint of pasta supply chain through Life Cycle Assessment”. **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 112, 2025.

CERUTTI, A. K. *et al.* “Life cycle assessment application in the fruit sector: state of the art and recommendations for environmental declarations of fruit products”. **Journal of Cleanear Production**, vol. 73, 2014.

CHEN, Y. *et al*. “Single-use plastics: production, usage, disposal, and adverse impacts”. **Science of the Total Environment**, vol. 752, 2021.

CHITAKA, T. Y.; BLOTTNITZ, H. “Development of a method for estimating product-specific leakage propensity and its inclusion into the life cycle management of plastic products”. **International Journal Life Cycle Assessment**, vol. 26, 2021.

CHITAKA, T.Y.; GOGA, T. “The evolution of life cycle assessment in the food and beverage industry: a review”. **Cambridge Prisms: Plastics**, vol. 1, n. 2, 2023.

CIMINI, A.; CIBELLI, M.; MORESI, M. "Cradle-to-grave carbon footprint of dried organic pasta: assessment and potential mitigation measures". **Journal of the Science of Food and Agriculture**, vol. 99, 2019.

CIVANCIK-USLU, D. *et al.* "Life cycle assessment of carrier bags and development of a littering indicator". **Science of The Total Environment**, vol. 685, 2019.

COLTRO, L. *et al*. "Assessing the environmental profile of orange production in Brazil". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 14, 2009.

COLTRO, L. *et al*. "Environmental profile of rice production in Southern Brazil: a comparison between irrigated and subsurface drip irrigated cropping systems". **Journal of Cleaner Production**, vol. 16, 2016.

COLTRO, L.; KARASKI, T. U. "Environmental indicators of banana production in Brazil: Cavendish and Prata varieties". **Journal of Cleaner Production**, vol. 207, 2019.

CZAKAJ, J. *et al.* "Mechanical and Thermal Properties of Polypropylene, Polyoxymethylene and Poly (Methyl Methacrylate) Modified with Adhesive Resins". **Journal of Composites Science**, vol. 8, n. 10, 2024.

DILKES-HOFFMAN, L. S. *et al.* "Environmental impact of biodegradable food packaging when considering food waste". **Journal of Cleaner Production**, vol. 180, 2018.

ECOINVENT. "Mission and History ecoinvent is an internationally active, mission-driven organization devoted to supporting high-quality, science-based environmental assessments". **ECOINVENT** [2024]. Disponível em: <www.ecoinvent.org>. Acesso em: 24/05/2025.

FAUZIAH, S. H. *et al*. "Marine debris in Malaysia: A review on the pollution intensity and mitigating measures". **Marine Pollution Bulletin**, vol. 167, 2021.

FEUP. "Métricas e impacto da publicação científica: Dimensions". **Portal Eletrônico da Faculdade de Engenharia Universidade do Porto** [2025]. Disponível em: <www.feup.libguides.com>. Acesso em: 26/11/2025.

FINFGELD-CONNETT, D. "Use of content analysis to conduct knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews". **Qualitative Research**, vol. 14, n. 3, 2014.

FONTOURA, D. R. S. *et al*. "A importância das embalagens para alimentos: aspectos socioeconômicos e ambientais". **Atas de Saúde Ambiental**, vol. 4, 2016.

FOOD CONNECTION. "Embalagens". **Portal eletrônico da Food Connection** [2025]. Disponível em: <www.foodconnection.com.br>. Acesso em: 24/06/2025.

GOES, A. T.; HEDLER, H. C.; MORESI, E. A. D. "Blockchain no setor público: um estudo bibliométrico". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 24, n. 71, 2025.

GÓMEZ-SANABRIA, A.; LINDL, F. "The crucial role of circular waste management systems in cutting waste leakage into aquatic environments". **Nature Communication**, vol. 15, 2024.

GONÇALVES, A. P. **Desafios para redução das embalagens plásticas de alimentos pós-consumo nos rejeitos da coleta seletiva**: um estudo de caso em uma cooperativa no município de Assis-SP (Dissertação de Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento), São Carlos: USP, 2022.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, D. *et al*. "Diverging estimates of river plastic input to the ocean". **Nature Reviews Earth & Environment**, vol. 4, 2023.

GUO, R. *et al.* "Assessing the environmental sustainability of consumer-centric poultry chain in the UK through life cycle approaches and the household simulation model". **Science of The Total Environment**, vol. 929, 2024.

HAUSCHILD, M. Z.; ROSENBAUM, R. K.; OLSEN, S. I. **Life Cycle Assessment**: Theory and Practice. Berlin, Spinger, 2018.

HEMACHANDRA, S.; HADJIKAKOU, M.; PETTIGREW, S. "A scoping review of food packaging life cycle assessments that account for packaging-related food waste". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 29, n. 10, 2024.

HENDERSON, A. D. *et al.* "Spatialized Life Cycle Assessment of Fluid Milk Production and Consumption in the United States". **Sustainability**, vol. 15, n. 3, 2023.

HERRERO, M. *et al*. "Livestock and sustainable diets: A global challenge". **Global Food Security,** vol. 28, 2023.

HOOK, D. W. *et al*. "Dimensions: Building Context for Search and Evaluation". **Frontiers in Research Metrics and Analytics**, vol. 3, 2018.

HORN, R. A. *et al*. "Plastic waste and its environmental impacts". **Journal of Hazardous Materials**, vol. 24, 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Orçamentária Familiar (POF 2017-2018)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 8/01/2025.

ITA-NAGY, D. *et al*. "Developing a methodology to quantify mismanaged plastic waste entering the ocean in coastal countries". **Journal of Industrial Ecology**, 2022.

JAMBECK, J. R.; WALKER-FRANKLIN. "The impacts of plastics life cycle". **One Earth,** vol. 6, n. 6, 2023.

JIANG, D; NOWACK, B. "Reconciling plastic release: Comprehensive modeling of macro- and microplastic flows to the environment". **Environmental Pollution**, vol. 383, 2025.

JIMENEZ, P. S. *et al.* "Understanding retort processing: A review". **Food Science and Nutrition**, vol. 12, n. 3, 2024.

KAANDORP, M. L. A. *et al.* "Global mass of buoyant marine plastics dominated by large long-lived debris". **Nature Geoscience***,* vol. 16, 2023.

KAN, M.; MILLER, S. A. "Environmental impacts of plastic packaging of food products". **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 180, 2022.

KIM, J. *et al*. "Analysis of greenhouse gas emissions for carbonat soft drinks using LCA methodology". **Journal of Korean Society of Environmental Engineers**, vol. 43, 2021.

KNORR, D. *et al*. "Food for an urban planet: challenges and research opportunities". **Frontiers in Nutrition**, vol. 4, n. 73, 2018.

LEBRETON, L; ANDRADY, A. "Future scenarios of global plastic waste generation and disposal". **Palgrave Communications**, vol. 5, 2019.

LEVITT, H. M. *et al.* "Reporting standards for qualitative primary, qualitative meta-analytic, and mixed methods research in Psychology: The APA Publications and Communications Board Task Force Report". **American Psychologist**, vol. 73, n. 1, 2018.

LEWANDOWSKA, A. *et al*. "LCA as an element in environmental management systems—comparison of conditions in selected organisations in Poland, Sweden and Germany: part 1: background and initial assumptions". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 18, 2013.

LULOVICOVA, A.; BOUISSOU, S. "Life cycle assessment as a prospective tool for sustainable agriculture and food planning at a local level". **Global Sustainability**, vol. 5, n. 2, 2024.

MADHU, K.; PAULIUK, S. "Integrating Life Cycle Assessment into the Framework of Environmental Impact Assessment for Urban Systems: Framework and Case Study of Masdar City". **Environments**, vol. 6, n. 9, 2019.

MAGA *et al*. **Consideration of Plastic Emissions in Life Cycle Assessments**. London: Springer, 2025.

MAGA, D. *et al*. "Methodology to address potential impacts of plastic emissions in life cycle assessment". **International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 27, 2022.

MAJID, I. *et al*. "Novel food packaging technologies: innovations and future prospective". **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, vol. 17, 2018.

MALHEIROS, B. T.; TOMEI, P. A. "Organizational culture in Brazil: bibliometric study on international bases". **Revista Pretexto**, vol. 23, n. 1, 2022.

MARIANO, A. R. *et al*. "Evaluation of models for estimating land-based plastics entering the ocean in countries of the Global South". **Journal of Hazardous Materials**, vol. 19, 2025.

MARTINEZ-RODRIGUEZ, M. C. *et al*. "Bibliometric analysis of Life Cycle Assessment articles visible in Scopus and Web of Science". **Cienciamatria - Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**, vol. 10, 2024**.**

MAZZETTO, A. M. *et al*. "Carbon footprint of New Zealand beef and sheep meat exported to different markets". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 98, 2023.

MOHER, D. *et al.* "Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement". **Systematic Reviews**, vol. 4, n. 1, 2015.

MOLINA-BESCH, K. *et al*. "The environmental impact of packaging in food supply chains—does life cycle assessment of food provide the full picture?". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 24, n. 1, 2019.

MUNGKUNG, R. *et al*. "Life Cycle Assessment of Thai organic Hom Mali rice to evaluate the climate change, water use and biodiversity impacts". **Journal of Cleaner Production**, vol. 211, 2019.

NUOJUA, S. *et al*. "Human Behavior and Marine Plastic Pollution". *In*: ANDRADY, A. L. **Plastics and the Ocean**: Origin, Characterization, Fate, and Impacts. London: Wiley, 2022.

OCEANA BRASIL. **Um oceano livre de plástico**: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil. Brasília: Oceana Brasil, 2020.

OUZZANI, M. *et al.* "Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews". **Systematic Reviews**, vol. 5, n. 1, 2016.

PAGE, M. J. *et al*. "The PRISMA 2020 Statement: An updated guideline for reporting systematic reviews". **The BMJ**, vol. 372, n. 71, 2021.

PARAJULI, R. *et al*. "Cradle to grave environmental impact evaluation of the consumption of potato and tomato products". **Science of The Total Environment**, vol. 758, 2021.

PENZA, T. **Determinación de la Capacidad de Transporte de Residuos Plásticos en la Cuenca Dupuy** (Proyecto Final de Integración de Especialización en Hidráulica). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2023.

PERSSON, B.M. *et al*. "Outside the safe operating space of the planetary boundary for novel entities". **Environ. Sci. Tech**., vol. 56, 2022.

PFN - Plastic Footprint Network. "Module on macroplastic – packaging". **PFN** [2024]. Disponível em: <www.plasticfootprintnetwork>. Acessoe m: 12/06/2025.

POORE, J.; NEMECEK, T. "Reducing food's environmental impacts through producers and consumers". **Science**, vol. 360, 2018.

PUTMAN, B. *et al*. "A comprehensive environmental assessment of beef production and consumption in the United States". **Journal of Cleaner Production**, vol. 402, 2023.

RECANATI, F. *et al*. "From beans to bar: a life cycle assessment towards sustainable chocolate supply chain". **Science of the Total Environment**, vol. 613, 2018.

RESEARCH. "Journal of Cleaner Production". **Portal Eletrônico da Research**. Disponível em: <www.research.com>. Acesso em: 24/08/2025.

SABATE, K.; KENDALL, A. "A review evaluating the gaps in plastic impacts in life cycle assessment". **Cleaner Environmental Systems**, vol. 14, 2024.

SASAKI, Y. *et al*. "Is food packaging harmful to the environment? A discussion of the direct and indirect influences of food packaging systems: a mini-review". **Food Science and Tecnology**, vol. 31, n. 2, 2024

SERRA, F. A. R. *et al*. "Doing bibliometric reviews for the Iberoamerican Journal of Strategic Management". **Iberoamerican Journal of Strategic Management**, vol. 17, n. 3, 2018.

SILVA, C. A.; PEREIRA, J. R.; ALCÂNTARA, V. C. "A água como bem comum: um estudo bibliométrico em âmbito internacional". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 24, n. 71, 2025.

SKUNCA, D. *et al.* "Life cycle assessment of the chicken meat chain". **Journal of Cleaner Production**, vol. 184, 2018.

SMURTHWAITE, K. S. *et al.* "Perceptions and experiences of PFAS biomonitoring in Australian communities affected by environmental contamination". **ISEE Conference Abstracts**. Kaohsiung: ISEE, 2023.

SONNEMANN, G.; VALDIVIA, S. “Medellin Declaration on Marine Litter in Life Cycle Assessment and Management: Facilitated by the Forum for Sustainability through Life Cycle Innovation (FSLCI) in close cooperation with La Red Iberoamericana de Ciclo de Vida (RICV) on Wednesday 14 of Jun”. **International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 22, 2017.

STEFANINI, R. *et al.* Plastic or glass: a new environmental assessment with a marine litter indicator for the comparison of pasteurized milk bottles. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 26, n. 4, 2021.

SUPPEN-REYNAGA, N. *et al.* “Life cycle assessment of bananas, melons, and watermelons from Costa Rica”. **Cleaner and Circular Bioeconomy**, vol. 9, 2024.

TETTEH, H. *et al.* Environmental comparison of food-packaging systems: The significance of shelf-life extension. **Cleaner Environmental Systems**, vol. 13, 2024.

TSAKONA, M.; RUCEVSKA, I. **Baseline Report on Plastic Waste-Basel Convention**. New York: United Nations, 2020.

TSOUTI, C. *et al.* “Investigating the Environmental Benefits of Novel Films for the Packaging of Fresh Tomatoes Enriched with Antimicrobial and Antioxidant Compounds through Life Cycle Assessment”. **Sustainability**, vol. 15, n. 10, 2023.

UNDP - United Nations Decade of Science for Sustainable Develoment. **The Ocean Decade**: The Science We Need for the Ocean We Want. New York: UNDP, 2023. Disponível em: <www.oceandecade.org>. Acesso em: 26/12/2025.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Marine Litter**: A Global Challenge. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: <www.unep.org>. Acesso em: 24/05/2025.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Single-Use Plastic take-away Food Packaging and its Alternatives - Recommendations from Life Cycle Assessments**. Nairobi: UNEP, 2020. Disponível em: <www.unep.org>. Acesso em: 24/05/2025.

VALENTINI, F.; DORIGATO, A. “Comparative life cycle assessment of plastic and paper packaging for pasta”. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, vol. 27, n. 2, 2025.

VILLARRUBIA-GÓMEZ, P.V. *et al*. “Plastic pollution exacerbates impacts across all planetary boundaries”. **One Earth**, vol. 7, n. 12, 2024.

WIKSTROM, F. *et al*. “The influence of packaging attributes on recycling and food waste behaviour: An environmental comparison of two packaging alternatives”. **Journal of Cleaner Production**, vol. 137, 2016.

WOODS, J. S. *et al*. “A framework for the assessment of marine litter impacts in life cycle impact assessment”. **Ecological Indicators**, vol. 129, 2021.

WWF. “Solving plastic pollution: Transparency and Accountability”. **WWF** [2020]. Disponível em: <www.wwf.org.br>. Acesso em 26/12/2025.

YATES, J. *et al*. “Plastics matter in the food system”. **Communications Earth and Environment**, vol. 6, n. 176, 2025.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VII | Volume 24 | Nº 72 | Boa Vista|2025

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Tiou Kimar Clarke, University of Technology, Jamaica