REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS TENDÊNCIAS GLOBAIS NA ECONOMIA CIRCULAR(2015-2026)

SUSTAINABLE PACKAGING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GLOBAL TRENDS IN CIRCULAR ECONOMY (2015-2026)

ENVASES SOSTENIBLES: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LAS TENDENCIAS GLOBALES EN LA ECONOMÍA CIRCULAR (2015-2026)

Juliane Larissa Barbosa Santos
Doutoranda, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: Juliane.lsantos@aluno.uepa.br

Francianne Vieira Mourão
Doutoranda, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: francianne.mourao@uepa.br

Caio José Lima Gouvêa Nogueira
Doutorando, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: caio.nogueira@aluno.uepa.br

Mônica Nazaré Espírito Santo da Silva
Doutoranda, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: monica.silva@aluno.uepa.br

Hélio Raymundo Ferreira Filho
Doutor, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: helio.ferreira@uepa.br

José Augusto Carvalho de Araújo
Pós-doutor, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: augustocarvalho@uepa.br

Manoel Tavares de Paula
Doutor, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: tavares@uepa.br

Altem Nascimento Pontes
Doutor, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: altem.pontes@uepa.br

Ionara Antunes Terra

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Pós-doutora, Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: ionara.terra@uepa.br

Resumo

Esta análise bibliométrica mapeia as tendências globais na interface entre embalagens sustentáveis, logística reversa e economia circular, no lapso temporal de 2015 a 2026, onde observou-se grande avanço conceitual convergindo para a consolidação de um domínio técnico-científico robusto, estruturado no paradigma da circularidade. Por meio de metadados da *Web of Science* processados no *VOSviewer*, identificou-se que a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) atua como principal lastro metodológico para balizar o ecodesign – apontado como solução na mitigação das tensões entre demandas técnicas e imperativos ambientais de biodegradabilidade e reciclagem – considerando a logística, o transporte e o protagonismo das Ciências dos materiais. As "Embalagem como Serviço" (PaaS) e a integração de sistemas inteligentes (IA e IoT), emergem como fronteiras tecnológicas de ruptura dos modelos tradicionais, permitindo a rastreabilidade em tempo real e a descarbonização dos fluxos distributivos, principalmente, nos grandes centros urbanos. Contudo, constata-se uma lacuna crítica na operacionalização logística intraurbana, decorrente da desconexão entre o refinamento macromaterial do ecodesign e a fluidez física na dinâmica de última milha (*last mile*). Sob a ótica da geopolítica do conhecimento o resultado expõe uma evidente hegemonia eurocêntrica na produção científica com redes de colaboração de alta centralidade, impulsionada por marcos regulatórios consolidados, apesar da densidade bibliográfica brasileira, reflexo de direcionamentos regulatórios nacionais proeminentes, o país ainda ocupa posição coadjuvante na rede colaborativa, demandando uma transição estratégica para liderar *frameworks* transdisciplinares que contemplem as realidades socioeconômicas e operacionais complexas do Hemisfério Sul.

Palavras-chave: Economia Circular; Ecodesign; Logística Reversa.

Abstract

This bibliometric analysis maps global trends at the interface of sustainable packaging, reverse logistics, and the circular economy from 2015 to 2026. This period witnessed significant conceptual advancements converging toward the consolidation of a robust technical-scientific domain structured around the circularity paradigm. Utilizing Web of Science metadata processed through VOSviewer, the study identifies Life Cycle Assessment (LCA) as the primary methodological foundation guiding ecodesign. Ecodesign emerges as a pivotal solution to mitigate tensions between technical demands and environmental imperatives regarding biodegradability and recyclability, while integrating logistics, transport, and the leading role of materials science. "Packaging as a Service" (PaaS) and the integration of intelligent systems (AI and IoT) stand out as technological frontiers disrupting traditional models, enabling real-time traceability and the decarbonization of distributive flows, particularly within major urban centers. However, a critical gap remains in intra-urban logistical operationalization, stemming from a disconnect between the macromaterial refinement of ecodesign and the physical fluidity of last-mile dynamics. From the perspective of the geopolitics of knowledge, the findings expose a clear Eurocentric hegemony in scientific production, characterized by highly centralized collaboration networks driven by consolidated regulatory frameworks. Despite Brazil's bibliometric density a reflection of prominent national regulatory directives the country still occupies a secondary position within the collaborative network, necessitating a strategic transition toward leading transdisciplinary frameworks that address the complex socioeconomic and operational realities of the Global South.

Keywords: Circular Economy; Ecodesign; Reverse Logistics.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Resumen

Este análisis bibliométrico mapea las tendencias globales en la interfaz entre envases sostenibles, logística inversa y economía circular en el período de 2015 a 2026. Durante este lapso, se observó un gran avance conceptual que converge hacia la consolidación de un dominio técnico-científico robusto, estructurado bajo el paradigma de la circularidad. Mediante el procesamiento de metadatos de Web of Science en VOSviewer, se identificó que la Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) actúa como el principal sustento metodológico para orientar el ecodiseño. Este último se señala como la solución para mitigar las tensiones entre las demandas técnicas y los imperativos ambientales de biodegradabilidad y reciclaje, considerando la logística, el transporte y el protagonismo de la ciencia de materiales. El "Envase como Servicio" (PaaS) y la integración de sistemas inteligentes (IA e IoT) emergen como fronteras tecnológicas de ruptura frente a los modelos tradicionales, permitiendo la trazabilidad en tiempo real y la descarbonización de los flujos distributivos, principalmente en los grandes centros urbanos. Sin embargo, se constata una brecha crítica en la operacionalización logística intraurbana, derivada de la desconexión entre el refinamiento macromaterial del ecodiseño y la fluidez física en la dinámica de la última milla (*last mile*). Bajo la óptica de la geopolítica del conocimiento, el resultado expone una evidente hegemonía eurocéntrica en la producción científica, con redes de colaboración de alta centralidad impulsadas por marcos regulatorios consolidados. A pesar de la densidad bibliográfica brasileña reflejo de prominentes directrices regulatorias nacionales, el país aún ocupa una posición secundaria en la red colaborativa, lo que demanda una transición estratégica para liderar marcos transdisciplinares que contemplen las complejas realidades socioeconómicas y operacionais del Hemisferio Sur.
Palabras clave Economía Circular; Ecodiseño; Logística Inversa.

1. INTRODUÇÃO

A transição global de uma economia linear para modelos circulares tornou-se um imperativo diante da degradação ambiental e da escassez de recursos naturais. Nesse cenário, a Economia Circular propõe a regeneração de sistemas por meio do design, visando manter produtos e materiais em seu nível mais alto de utilidade e valor (Bocken *et al.*, 2025).

Dentro dessa lógica, as embalagens sustentáveis emergem como um componente crítico, não apenas como invólucros, mas como vetores de eficiência que permitem o fechamento de ciclos de materiais e a redução drástica de resíduos sólidos. As embalagens sustentáveis são fundamentais para viabilizar a Logística Verde e a Logística Reversa, conceitos que buscam mitigar os impactos ambientais das atividades de transporte e distribuição (Sarkis; Zhu, 2012).

A integração entre design de embalagens e processos logísticos permite que os recursos retornem à cadeia produtiva com menor custo energético e ambiental. Contudo, a implementação dessas práticas enfrenta desafios sistêmicos, exigindo que a literatura científica evolua para integrar estratégias de eco-design e eficiência operacional em cadeias de suprimentos circulares (Accorsi *et al.*, 2025).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Apesar do crescente interesse acadêmico, observa-se uma lacuna na sistematização das interfaces entre embalagens sustentáveis, logística verde e mobilidade urbana. Nesse sentido, a eficácia de um modelo circular depende da fluidez com que os materiais circulam nos centros urbanos, onde a densidade logística é maior (Mckinnon, 2018). Portanto, compreender como a produção científica tem abordado essas conexões é essencial para identificar as tendências que nortearão as normas de sustentabilidade nos próximos anos.

Neste cenário, surge o problema de pesquisa que norteia este trabalho: *como a literatura científica tem evoluído entre a logística reversa e as embalagens sustentáveis no contexto da economia circular?* A necessidade de uma análise bibliométrica justifica-se pela complexidade e multidisciplinaridade do tema, que transita entre as ciências ambientais, a engenharia de produção e a saúde pública (Kirchherr, 2024). O estudo busca mapear as principais correntes teóricas e os autores que sustentam essa base de conhecimento global.

Para responder a essa questão, adotou-se uma metodologia de revisão sistemática e bibliométrica baseada na base *Web of Science*. A estratégia de busca utilizou operadores booleanos para capturar a intersecção entre o eixo logístico e o eixo de mobilidade entre o período de 2015 a 2026. Essa "destilação de dados" garante que a análise reflita as tendências mais recentes e de alto impacto para a área (Geissdoerfer, 2025).

Este artigo tem como objetivo geral apresentar um panorama bibliométrico das tendências globais em embalagens sustentáveis dentro da economia circular. Pretende-se identificar os principais *clusters* de pesquisa, as lacunas teóricas e a força de ligação entre os autores mais citados, intencionando contribuir para o avanço do conhecimento multidisciplinar, fornecendo subsídios para futuras investigações e políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana e ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Economia Circular: Paradigmas e a transição do Modelo Linear

A transição da economia linear, pautada no fluxo unidirecional de extração-produção-descarte, para a Economia Circular (EC) representa uma mudança de paradigma sistêmico na gestão de recursos globais. Geissdoerfer *et al.* (2017)

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

definem a EC como um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos, o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos laços de materiais e energia. Diferente da sustentabilidade tradicional, que muitas vezes foca em metas amplas e abertas, a circularidade exige uma reestruturação do design e dos modelos de negócios para que o valor intrínseco dos produtos seja mantido no nível mais alto de utilidade pelo maior tempo possível.

A operacionalização deste conceito é fundamentada pela hierarquia de estratégias de circularidade, frequentemente sistematizada através do *framework* dos "9Rs". Segundo Kirchherr et al. (2017), a Economia Circular deve ser compreendida como uma combinação de estratégias que priorizam, em ordem de impacto, a recusa (R0), o redesenho (R1) e o reuso (R2), deixando a reciclagem (R8) e a recuperação energética (R9) como últimas instâncias. Esta hierarquia é essencial para a análise de tendências globais, pois desloca o foco da simples gestão de resíduos para o eco-design preventivo, onde a embalagem sustentável deixa de ser um problema de descarte para se tornar um ativo de circulação.

Nesse contexto, os modelos de negócios circulares emergem como a ponte entre a teoria e a viabilidade econômica. Bocken *et al*. (2025) argumentam que as realidades da economia circular exigem uma perspectiva crítica sobre a sustentabilidade, onde as empresas devem redesenhar suas propostas de valor para suportar ciclos de vida prolongados e cadeias de suprimentos resilientes. Para que essas estratégias de desaceleração (*slowing loops*) e fechamento (*closing loops*) de ciclos sejam eficazes, a integração entre o design do produto e os processos logísticos é mandatória, permitindo que os materiais retornem ao sistema com o menor custo ambiental e energético possível.

Por fim, a evolução da produção científica global demonstra que a Economia Circular consolidou-se como um campo de pesquisa multidisciplinar, conectando as ciências ambientais à engenharia de produção e à gestão urbana. Diante da complexidade dos fluxos de materiais modernos, a literatura aponta a necessidade de mapear as correntes teóricas e tendências de pesquisa para identificar lacunas que ainda impedem a plena implementação da circularidade em escala global.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

2.2 O Papel das Embalagens Sustentáveis no Eco-design

As embalagens sustentáveis deixaram de ser vistas apenas como resíduos para se tornarem elementos estratégicos no redesenho de sistemas industriais regenerativos. Esta perspectiva de eco-design é reforçada por Deutz et al. (2024), que argumentam que as realidades da economia circular exigem que a embalagem funcione como um recurso técnico facilitando o fechamento dos ciclos de materiais, e não como um entrave logístico.

A integração entre o design da embalagem e a eficiência da cadeia de suprimentos é um fator determinante para a viabilidade da Logística Verde. Jabbour et al. (2020) ressaltam que o eco-design deve ser integrado sistemicamente, permitindo que a embalagem suporte as exigências operacionais de transporte e armazenamento enquanto reduz o impacto ambiental organizacional. Autores contemporâneos como Govindan et al. (2024) elevam essa discussão ao introduzir o conceito de embalagens "inteligentes" e baseadas em IA. Para os autores, a incorporação de tecnologias de rastreabilidade permite o monitoramento em tempo real da condição e localização dos materiais, garantindo a transparência necessária para o sucesso das operações de logística reversa em escala global.

Além da seleção de novos materiais, a literatura científica recente aponta para a tendência do modelo de "Embalagem como Serviço" (*Packaging as a Service* - PaaS). Nesse modelo, a posse da embalagem permanece com o fabricante ou provedor logístico, o que incentiva o design focado na durabilidade e no reuso sistêmico em detrimento do descarte. Essa evolução é considerada fundamental para que a transição do modelo linear para o circular seja efetiva, transformando o que antes era um custo de resíduo em um ativo estratégico que alimenta o sistema continuamente. De acordo com as discussões de fronteira mapeadas até 2026, a padronização e a modularidade dessas embalagens são os próximos passos para a descarbonização total dos fluxos logísticos urbanos.

2.3 Logística Reversa e Mobilidade Urbana: O nexo de fechamento de ciclos

A Logística Reversa (LR) consolidou-se como o braço operacional indispensável para a viabilização da Economia Circular, permitindo que o fluxo de materiais deixe de ser linear para se tornar cíclico. De acordo com Zhu, Sarkis e Lai

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

(2012), a LR não se limita apenas ao retorno de produtos, mas envolve a recuperação de valor por meio do redesenho de processos que minimizem o desperdício sistêmico. Em ambientes urbanos, esse processo torna-se ainda mais complexo, exigindo que o design das embalagens sustentáveis seja projetado para facilitar a coleta e o processamento eficiente dentro das infraestruturas de distribuição já existentes.

A interface entre a logística de retorno e a mobilidade urbana é um dos pontos mais críticos para a sustentabilidade das cidades inteligentes. Alan McKinnon (2018) argumenta que a descarbonização da logística depende fundamentalmente da otimização dos fluxos urbanos, onde a "última milha" (*last mile*) representa o maior desafio em termos de emissões de CO2 e custos operacionais. A integração de estratégias de mobilidade sustentável com os pontos de entrega e coleta de embalagens circulares é o conectivo para a redução ambiental do transporte, garantindo que o fechamento do ciclo de materiais não gere impactos negativos superiores aos benefícios da reciclagem.

Para além da eficiência econômica, a literatura científica contemporânea tem enfatizado a intersecção entre a qualidade ambiental urbana e a saúde pública. Como destacado na estratégia de busca deste estudo, a captura de abordagens urbanas permite identificar como o gerenciamento eficiente de resíduos e a redução da poluição sonora e atmosférica impactam diretamente o bem-estar das populações. Autores como Savelsbergh e Van Woensel (2016) reforçam que a logística urbana do futuro deve equilibrar a agilidade exigida pelo consumo moderno com a preservação da qualidade de vida nos centros densamente povoados, transformando a logística reversa em uma política de saúde ambiental.

3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipologia e Delineamento da Pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliométrica de natureza quantitativa e descritiva para mapeamento e análise das tendências globais em embalagens sustentáveis no contexto da economia circular. A bibliometria, enquanto abordagem metodológica consolidada nas ciências sociais aplicadas e ambientais, emprega técnicas estatísticas para avaliar a produção científica de um

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

determinado campo, permitindo identificar padrões de publicação, redes de colaboração, clusters temáticos e lacunas teóricas (Pritchard, 1969; Zupic; Čater, 2015; Donthu et al., 2021). A adoção dessa abordagem justifica-se pela necessidade de oferecer um panorama sistemático e replicável da literatura publicada entre 2015 e 2026 sobre a temática em questão.

3.2 Base de Dados e Período de Análise

A coleta de dados bibliográficos foi realizada na base de dados Web of Science (WoS), reconhecida internacionalmente pela abrangência, qualidade e confiabilidade dos índices científicos que integra, como o Science Citation Index Expanded (SCI-E), o Social Sciences Citation Index (SSCI) e o Emerging Sources Citation Index (ESCI). A escolha exclusiva da WoS decorre de sua ampla cobertura de periódicos de alto impacto nas áreas de ciências ambientais, engenharia, gestão e sustentabilidade, além da disponibilidade de metadados estruturados essenciais para as análises bibliométricas (Mongeon; Paul-hus, 2016).

O VOSviewer destaca-se também por sua capacidade de representar graficamente as conexões entre palavras-chave e autores, fornecendo uma interpretação visual das redes de colaboração, além de sua ampla aceitação na comunidade acadêmica para a construção de mapas de conhecimento e identificação de padrões de colaboração (Bizarria et al., 2022; Van eck; Waltman, 2010). Desenvolvido com base na tecnologia de Visualização de Similaridades (VOS), apresenta vantagens únicas no agrupamento de conhecimentos fragmentados de diferentes domínios de acordo com sua similaridade e inter-relação, em que os nós representam itens bibliográficos e os vínculos denotam relações de coocorrência, cocitação ou colaboração.

O recorte temporal delimitado para a pesquisa compreende o período de 2015 a 2026, intervalo que corresponde ao avanço e à consolidação do debate acadêmico sobre economia circular, impulsionado, entre outros marcos, pela publicação do Plano de Ação para a Economia Circular pela Comissão Europeia (2015) e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

3.3 Estratégia de Busca e Seleção dos Artigos

A definição das strings de busca seguiu um processo iterativo e sistemático de refinamento, estruturado em seis etapas progressivas, conforme apresentado na Tabela 1. O objetivo desse processo foi equilibrar a abrangência temática com a especificidade conceitual, garantindo que o corpus final fosse representativo do campo investigado sem incorporar ruído bibliográfico excessivo.

Tabela 1 – Processo iterativo de definição das strings de busca na Web of Science

Nº Teste	String Utilizada	Termos Modificados/Adicionados	Resultados (WoS)
1	*("waste management") AND ("circular economy")*	—	6.609
2	*("waste management") AND ("circular economy") AND ("packaging")*	+ "packaging"	523
3	*("sustainable packaging" OR "green packaging" OR "eco-friendly packaging") AND ("circular economy")*	Substituição por termos específicos de embalagem	229
4	*("sustainable packaging" OR "green packaging" OR "eco-friendly packaging") AND ("circular economy") AND ("life cycle assessment" OR LCA OR biodegradable OR recyclable)*	+ critérios técnico-ambientais	107
5	*("sustainable packaging" OR "green packaging" OR "eco-friendly packaging" OR "packaging waste") AND ("circular economy") AND ("life cycle assessment" OR LCA OR biodegradable OR recyclable)*	+ "packaging waste"	**214***
6	*("sustainable packaging") AND ("circular economy") AND ("life cycle assessment" OR recyclable OR biodegradable) AND (trend* OR bibliometric* OR scientometric*)*	+ termos bibliométricos	13

**String selecionada para composição do corpus final. Fonte: Elaborado pelos autores com dados da*

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Web of Science (2026).

A estratégia de busca adotada para a composição do corpus final corresponde ao Teste 5, que resultou em 214 artigos. Essa string foi selecionada por apresentar o melhor equilíbrio entre abrangência e precisão temática: ao incluir o termo "packaging waste" ao lado das variantes de embalagem sustentável "sustainable packaging", "green packaging" e "eco-friendly packaging", a busca ampliou a captura de publicações que abordam o ciclo de vida dos resíduos de embalagem, sem perder o foco nos critérios técnico-ambientais centrais ao estudo, como avaliação do ciclo de vida (LCA), biodegradabilidade e reciclabilidade. O Teste 6, embora mais específico, restringiu demasiadamente o corpus a apenas 13 artigos, comprometendo a representatividade da amostra para uma análise bibliométrica robusta.

Os campos de busca considerados foram título, resumo e palavras-chave (Topic na WoS), sem restrição de idioma ou tipo de documento na fase inicial de coleta. Após a recuperação dos registros, aplicou-se um filtro para inclusão apenas de artigos originais (articles) e artigos de revisão (review articles), publicados em periódicos indexados, resultando no corpus definitivo de 214 documentos.

3.4 Procedimentos de Análise Bibliométrica

Os dados exportados da Web of Science foram processados e analisados por meio do software **VOSviewer** (versão 1.6.20). A escolha do VOSviewer justifica-se pela eficiência no tratamento de grandes volumes de dados bibliográficos, pela qualidade gráfica dos mapas gerados e pela consolidação de seu uso em estudos bibliométricos nas áreas de ciências ambientais, sustentabilidade e gestão (DONTHU et al., 2021). As análises contemplaram três tipos de redes bibliométricas, cada uma orientada para uma dimensão específica da estrutura do campo científico investigado:

a) Rede de coautoria: permitiu identificar os principais autores e grupos de pesquisa que colaboram entre si no campo das embalagens sustentáveis e da economia circular, evidenciando a força de ligação entre pesquisadores mais citados e clusters de colaboração internacional. A unidade de análise foi o autor, com limiar mínimo de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

duas publicações e cinco citações para inclusão na rede.

b) Rede de cocitação de referências: possibilitou o mapeamento das bases intelectuais do campo, revelando quais obras fundamentais são frequentemente citadas em conjunto, o que indica proximidade teórica e conceitual entre as correntes de pensamento que sustentam a literatura analisada. A unidade de análise foi a referência citada, com limiar mínimo de cinco cocitações.

c) Rede de coocorrência de palavras-chave: viabilizou a delimitação dos principais clusters temáticos emergentes na produção científica do período, a partir das palavras-chave fornecidas pelos próprios autores (*author keywords*) e, complementarmente, pelas palavras-chave indexadas (*keywords plus*). O limiar mínimo adotado foi de cinco ocorrências por termo.

A força de ligação entre os nós de todas as redes foi calculada pelo índice de força de associação (*association strength*), método que normaliza os pesos das arestas em função do volume total de citações ou coocorrências de cada elemento (Van eck; Waltman, 2010), reduzindo vieses decorrentes de diferenças na prolificidade dos autores e na frequência dos termos. A clusterização dos nós foi realizada pelo algoritmo de Louvain, nativo do VOSviewer, que agrupa elementos com maior densidade de ligações internas em relação às ligações externas, permitindo identificar comunidades temáticas coesas dentro do campo.

A análise das lacunas teóricas foi conduzida a partir da leitura integrada dos mapas gerados, com atenção especial aos nós de baixa centralidade e densidade, bem como às ausências de conexões entre clusters distintos, indicativas de temas ainda pouco explorados ou de interfaces disciplinares inexploradas na literatura sobre embalagens sustentáveis e economia circular.

3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para garantir a consistência e a qualidade dos artigos analisados, foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (i) artigos publicados entre 2015 e 2026; (ii) indexados na Web of Science; (iii) classificados como artigos originais ou de revisão; (iv) alinhados à string de busca do Teste 5. Foram excluídos: (i) anais de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

congressos (proceedings); (ii) editoriais, cartas e notas breves; (iii) documentos sem resumo disponível; (iv) publicações duplicadas.

A Figura 1 sintetiza o fluxo metodológico adotado, desde a definição das strings de busca até a geração dos mapas bibliométricos, em conformidade com as diretrizes do protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) adaptado para estudos bibliométricos (Page et al., 2021).

4.ANÁLISE DOS DADOS

As análises bibliométricas foram conduzidas no VOSviewer (versão 1.6.20) a partir de um corpus de 237 artigos científicos indexados na Web of Science Core Collection (período 2015–2026). Foram geradas três redes complementares: (i) rede de coocorrência de palavras-chave; (ii) rede de coautoria; e (iii) mapa de densidade geográfica por países produtores. Os parâmetros de construção, as métricas de rede e os padrões identificados em cada análise são descritos a seguir.

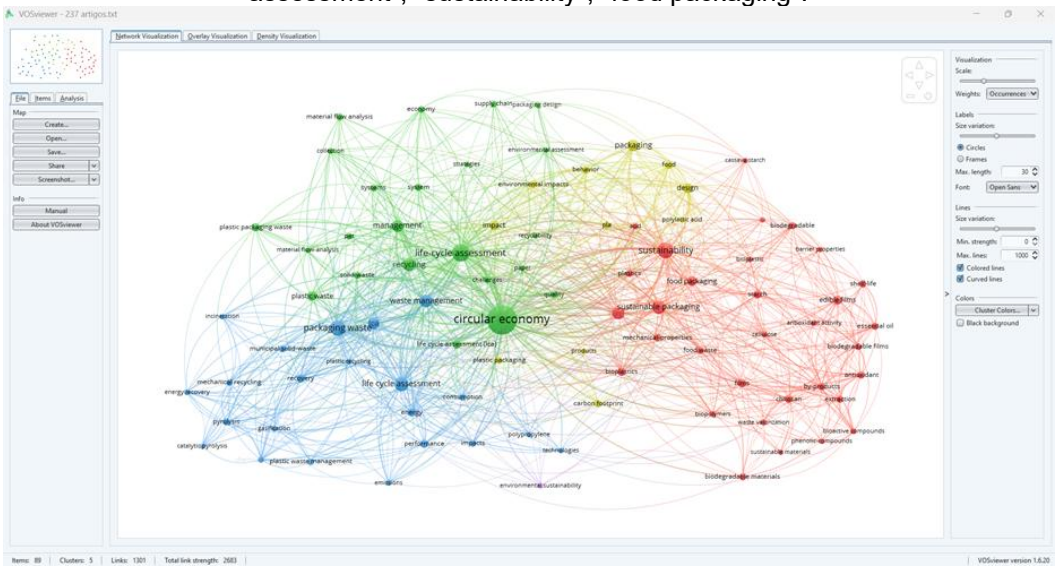
4.1 Rede de Coocorrência de Palavras -chaves

A rede de concorrência de palavras-chave (Figura 1) é composta por 89 itens distribuídos em cinco clusters temáticos, com 1.301 vínculos e força total de ligação de 2.683. Os nós de maior centralidade e frequência são: "circular economy", "sustainable packaging", "packaging waste", "life-cycle assessment", "sustainability" e "food packaging". A elevada densidade relacional da rede e a força de ligação global indicam intensa interpenetração conceitual entre os eixos temáticos que organizam a produção científica do campo (Van Eck; Waltman, 2010).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Figura 1 (Network Visualization — palavras-chave): 89 itens, 5 clusters, 1.301 links, força total 2.683. Nós centrais: "circular economy", "sustainable packaging", "packaging waste", "life-cycle assessment", "sustainability", "food packaging".



4.1.1 Cluster Verde - Economia Circular, Gestão de Resíduos e Avaliação Ambiental

O cluster verde, de maior dimensão e centralidade na rede, reúne os termos "circular economy", "waste management", "life-cycle assessment", "recycling", "incineration", "energy recovery", "mechanical recycling", "plastic waste management" e "pyrolysis". O agrupamento reflete a predominância dos estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) como ferramenta quantitativa para mensurar a circularidade efetiva das embalagens e compara diferentes hierarquias de valorização de resíduos, da reciclagem mecânica à pirólise catalítica e à recuperação energética. Os nós "plastic waste" e "municipal solid waste" apresentam alta centralidade, evidenciando que as embalagens plásticas constituem o substrato material dominante das investigações sobre gestão de resíduos no período analisado.

4.1.2 Cluster Azul - Embalagens Plásticas, Polímeros e Circularidade de Materiais

O cluster azul, posicionado na periferia inferior-esquerda da rede, agrupa termos vinculados à dimensão material e química das embalagens: "plastic packaging", "polyethylene", "polypropylene", "packaging material", "energy",

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

"emissions" e "carbon footprint". A coocorrência frequente de polímeros específicos com ACV indica que os estudos comparativos de desempenho ambiental entre tipologias de polímeros constituem uma linha de pesquisa consolidada. Nas camadas temporais mais recentes, os nós "emissions" e "carbon footprint" apresentam crescimento de tamanho, sinalizando a incorporação da perspectiva de descarbonização às investigações sobre embalagens plásticas.

4.1.3 Cluster Vermelho - Embalagens para Alimentos, Biopolímeros e Materiais Bio-based

O cluster vermelho, posicionado à direita da rede, concentra termos como "food packaging", "sustainable packaging", "bioplastics", "biodegradable", "biopolymers", "bio-based materials", "cellulose", "starch", "polylactic acid", "barrier properties", "mechanical properties", "shelf life", "antioxidant activity" e "antimicrobial activity". O nó "food packaging" apresenta o segundo maior tamanho da rede, superado apenas por "circular economy". A coocorrência entre termos de desempenho funcional e atributos ambientais no mesmo cluster revela a tensão estrutural entre as exigências técnicas das embalagens alimentares e os objetivos de sustentabilidade, característica recorrente neste segmento da literatura.

4.1.4 Cluster Amarelo - Eco-design, Cadeia de Suprimentos e Estratégias de Circularidade

O cluster amarelo, na região superior da rede, agrupa "packaging design", "supply chain", "eco-design", "behavior", "environmental assessment", "strategies" e "food". A posição central-superior desse agrupamento, com conexões de intensidade moderada com os demais clusters, sugere que a dimensão estratégica e sistêmica funciona como interface de articulação entre os eixos técnico, operacional e comportamental do campo. O nó "consumer behavior" apresenta tamanho intermediário, indicando incorporação ainda incipiente da perspectiva comportamental às investigações sobre eco-design.

4.1.5 Cluster Rosa/Laranja - Inovação em Materiais, Nanocompósitos e Propriedades Avançadas

O quinto cluster, na periferia direita-inferior da rede, concentra "nanocomposites", "biopolymer composites", "phenolic compounds", "bioactive

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

compounds", "essential oil", "edible films", "by-products" e "sustainable materials". A posição periférica e o crescimento progressivo dos nós nas camadas temporais mais recentes sinalizam que esta frente de pesquisa, vinculada à valorização de subprodutos agroindustriais e ao desenvolvimento de materiais funcionalizados, ainda não alcançou o nível de integração conceitual dos clusters centrais, embora apresente trajetória de expansão expressiva.

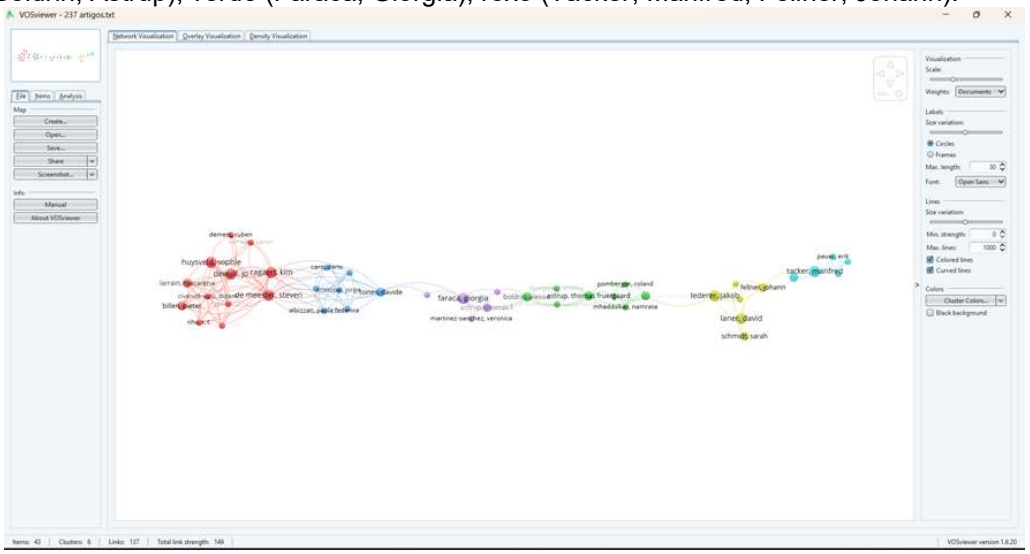
4.2 Rede de Coautoria

A rede de coautoria (Figura 3) foi construída com base nos 43 autores que atenderam ao limiar mínimo de dois documentos e cinco citações no corpus, resultando em 127 vínculos e força total de ligação de 149, distribuídos em seis clusters. O cluster vermelho, mais denso e central, reúne pesquisadores belgas vinculados à Universidade de Ghent: Sophie Huysveld, Jo Dewulf e de Meester, com conexões de elevada intensidade. O cluster amarelo, pesquisadores austríacos da Universidade Técnica de Viena: Jakob Lederer e David Laner, além de Manfred Tacker e Johann Fellner. O cluster azul claro é centrado em Alexis Boldrin e Thomas Fruergaard Astrup, da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), com Giorgia Faraca como autora de conexão intercluster do polo italiano. A estrutura predominantemente fragmentada da rede, com baixa densidade de conexões intercluster, é característica de campos em fase de internacionalização incompleta (Zupic; Čater, 2015). Pesquisadores latino-americanos, africanos e do Sul e Sudeste Asiático estão ausentes entre os autores de alta centralidade, refletindo assimetrias estruturais na produção científica global.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Figura 2 (Network Visualization — coautoria): 43 itens, 6 clusters, 127 links, força total 149. Clusters em vermelho (Huysveld, Sophie; Dewulf; de Meester), amarelo (Lederer, Jakob; Laner, David), azul claro (Boldrin; Astrup), verde (Faraca, Giorgia), roxo (Tacker, Manfred; Fellner, Johann).



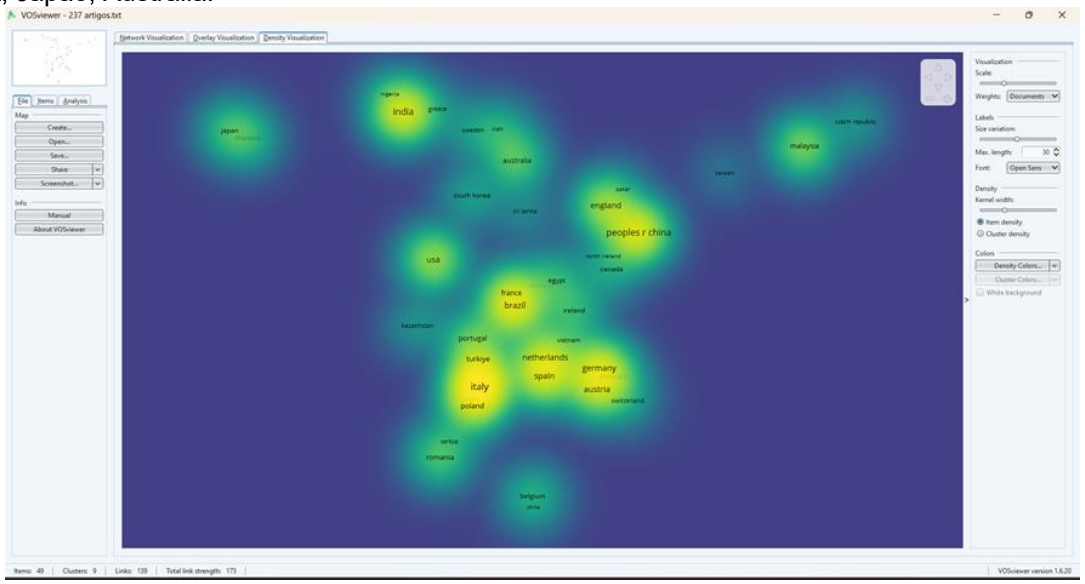
4.3 Mapa de Densidade Geográfica por Países

O mapa de densidade geográfica (Figura 3) foi construído a partir de 49 países, organizados em 9 clusters de colaboração, com 139 vínculos e força total de ligação de 173. O núcleo de maior densidade concentra-se em Itália, Espanha, Alemanha e Países Baixos. Em posição intermediária figuram Brasil, França, China e Índia. EUA, Japão e Austrália apresentam densidade moderada-baixa. Países africanos, com exceção da África do Sul e do Egito, e demais países latino-americanos apresentam núcleos de tamanho reduzido ou estão ausentes do mapa. A distribuição espacial revela concentração marcada em poucos países, com assimetrias geográficas expressivas entre os hemisférios Norte e Sul.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

Figura 3 (Density Visualization — países): 49 itens, 9 clusters, 139 links, força total 173. Maior densidade: Itália, Espanha, Alemanha, Países Baixos; média: Brasil, França, China, Índia; periférica: EUA, Japão, Austrália.



A leitura integrada das três redes bibliométricas permite construir uma interpretação crítica do estado atual do campo científico das embalagens sustentáveis na economia circular, identificando padrões de maturidade, tensões estruturais e frentes de pesquisa emergentes.

5.1 Estrutura Temática e Maturidade do Campo

A centralidade do nó "circular economy" na rede de coocorrência reflete a função organizadora que este paradigma exerce sobre o campo: trata-se não apenas de um tema isolado, mas de um quadro conceitual abrangente que confere coerência e direção às investigações sobre design de embalagens, gestão de resíduos, análise de ciclo de vida e políticas de sustentabilidade. A posição deste nó corrobora estudos bibliométricos recentes que identificaram a economia circular como o marco teórico dominante na literatura de sustentabilidade em embalagens publicada após 2015, período que coincide com a publicação do Plano de Ação para a Economia Circular pela Comissão Europeia (Elia et al., 2020; Kalmykova; Sadagopan; Rosado, 2018).

A persistência de clusters periféricos, como o de materiais avançados e nanocompósitos, com baixa integração ao núcleo central, indica que a fronteira do conhecimento ainda apresenta regiões de expansão inexplorada, com potencial de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

crescimento expressivo nas próximas fases da trajetória científica do campo.

A forte associação entre "recycling" e "life-cycle assessment" no cluster verde é consistente com a literatura que demonstra que estudos de ACV de embalagens plásticas tendem a privilegiar a reciclagem mecânica como opção de menor impacto ambiental em termos de emissões de carbono, embora reconheçam suas limitações em termos de degradação qualitativa do material ao longo de múltiplos ciclos (Cobo; Dominguez-ramos; Irabien, 2018; Rigamonti; Grosso; Giugliano, 2019). A emergência de "pyrolysis" e "catalytic pyrolysis" como nós de tamanho crescente reflete a intensificação das pesquisas sobre reciclagem química como alternativa às limitações da reciclagem mecânica para polímeros contaminados ou de baixo valor de mercado, tendência documentada por Jehanno et al. (2022) e consistente com as diretrizes do Regulamento Europeu de Embalagens e Resíduos de Embalagens (PPWR, 2024).

5.2 Embalagens para Alimentos, Biopolímeros e Tensões Funcionais

A expressiva centralidade do nó "food packaging" na rede, superado apenas por "circular economy", é consistente com a representatividade do setor alimentício na geração global de resíduos de embalagem, estimada em aproximadamente 36% do total de plásticos produzidos anualmente (PLASTICS EUROPE, 2023), e com a crescente exigência por soluções que conciliem preservação e segurança alimentar com o imperativo da circularidade.

A forte coocorrência entre "bioplastics" e "biodegradable" merece análise crítica aprofundada: embora frequentemente tratados como sinônimos na literatura, bioplásticos de origem biológica (bio-based) e plásticos biodegradáveis constituem categorias que não se sobrepõem necessariamente. Polímeros como o PLA e o PHA são simultaneamente bio-based e biodegradáveis em condições industriais controladas, enquanto bio-PE e bio-PET são bio-based, mas não biodegradáveis (Rosenboom; Langer; Traverso, 2022).

A coocorrência de termos funcionais como "barrier properties", "mechanical

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

properties", "shelf life", "antioxidant activity" e "antimicrobial activity" com atributos de sustentabilidade ambiental no mesmo cluster revela a persistência de uma tensão estrutural central: materiais bio-based frequentemente apresentam propriedades de barreira e resistência mecânica inferiores às de polímeros sintéticos convencionais, limitando sua aplicabilidade em categorias alimentares com alta exigência de proteção (Siracusa et al., 2008; Ncube et al., 2021).

Avanços recentes em estratégias de compatibilização e em nanocompósitos biopoliméricos têm ampliado o espectro de aplicação desses materiais, mas a resolução definitiva desta tensão permanece como um dos principais desafios científicos e tecnológicos do campo (Rhim; Park; ha, 2013; Cazón; Vázquez, 2021).

O cluster rosa/laranja, centrado em filmes comestíveis, compostos bioativos, óleos essenciais e subprodutos agroindustriais, representa a expressão mais recente da agenda de valorização de resíduos: ao integrar princípios da economia circular com requisitos de preservação e segurança alimentar, essa frente emergente oferece uma rota promissora para embalagens funcionais de baixo impacto ambiental (Chen et al., 2019; Ribeiro-santos et al., 2017).

A inclusão de "nanocomposites" como nó de tamanho crescente indica que a nanotecnologia aplicada a polímeros de embalagem, ainda carece de avaliação sistemática quanto ao seu potencial de circularidade, dado que a incorporação de nanopartículas pode comprometer os processos convencionais de reciclagem mecânica (Rhim; Park; Ha, 2013).

5.3 Eco-design, Cadeia de Suprimentos e Comportamento do Consumidor

A coocorrência de "packaging design" e "eco-design" com "supply chain" e "behavior" no cluster amarelo reflete a incorporação progressiva da perspectiva sistêmica ao design de embalagens, em linha com o paradigma do Design for Circularity, que preconiza que a concepção da embalagem deve contemplar desde o início os requisitos dos sistemas de coleta, triagem, reciclagem e reuso nos quais será inserida ao longo de seu ciclo de vida (Ellen macarthur foundation, 2019; Sumrin

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

et al., 2021).

A presença ainda incipiente do nó "consumer behavior" neste cluster indica que a dimensão dos padrões de uso, descarte e percepção de sustentabilidade pelos consumidores começa a ser integrada às investigações sobre eco-design, mas ainda de forma marginal em comparação com as dimensões técnica e ambiental. Estudos recentes têm demonstrado que o comportamento do consumidor é um determinante crítico da eficácia dos sistemas de embalagem circular, especialmente em modelos de retorno e reutilização (Borrello et al., 2020; Dilkes-hoffman et al., 2019).

5.4 Padrões de Colaboração Científica e Assimetrias Geográficas

A análise da rede de coautoria revela uma estrutura predominantemente fragmentada, com clusters fortemente coesos internamente e baixa densidade de conexões intercluster. Os três principais polos de excelência europeus identificados, Universidade de Ghent (Bélgica), Universidade Técnica de Viena (Áustria) e Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), concentram a maior parte das colaborações de alta centralidade e refletem a liderança histórica da Europa na pesquisa sobre ACV de embalagens e economia circular, sustentada por décadas de investimento em metodologias quantitativas de avaliação ambiental e por programas de financiamento como o Horizon Europe.

A ausência de pesquisadores latino-americanos, africanos e do Sul e Sudeste Asiático entre os autores de alta centralidade constitui uma assimetria estrutural que merece atenção crítica. Essa sub-representação não reflete apenas diferenças sobre o financiamento à pesquisa, mas na persistência de barreiras estruturais à publicação internacional, configurando o que a literatura denomina "colonialidade epistêmica" na ciência global (Connell, 2007; Adams, 2013).

A elevada proporção de vínculos intracluster sugere que as colaborações tendem a se desenvolver dentro de comunidades científicas já estabelecidas, com menor propensão à formação de pontes interdisciplinares e inter-institucionais, característico de campos em fase de maturidade intermediária (Donthu et al., 2021).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

O mapa de densidade geográfica evidencia a concentração da produção científica em torno da Europa Ocidental e Central, com Itália, Espanha, Alemanha e Países Baixos formando o núcleo de maior densidade. Os Países Baixos destacam-se como hub de colaboração internacional, reflexo de instituições de referência como a Universidade de Leiden e a Universidade de Wageningen.

A posição de destaque do Brasil no mapa, com núcleo de densidade moderada-alta superior ao de países europeus como Bélgica, Suécia, Áustria e Suíça, indica que o país integra o grupo de produtores científicos expressivos no campo global. Esse posicionamento reflete o crescimento da pesquisa nacional impulsionado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e pela crescente inserção internacional de pesquisadores brasileiros em redes colaborativas europeias e norte-americanas. Contudo, a ausência de pesquisadores brasileiros entre os autores de alta centralidade na rede de coautoria sugere que essa produção bibliográfica ainda não se traduz em protagonismo nas redes colaborativas globais, indicando que o fortalecimento dos laços internacionais representa um vetor estratégico prioritário para a ciência brasileira nessa área (Leydesdorff; Rafols, 2011). A Índia, representada por um dos maiores núcleos de densidade do mapa, emerge como polo de crescimento acelerado, consistente com a tendência global de deslocamento do centro de gravidade científico para economias emergentes (Leydesdorff; Rafols, 2011).

A baixa densidade de países africanos, com exceção da África do Sul e do Egito, e a ausência da maior parte dos países latino-americanos reforçam as assimetrias já identificadas na rede de coautoria. Essa sub-representação é preocupante considerando que os países de baixa e média renda são, frequentemente, os mais afetados pelos impactos ambientais da má gestão de resíduos de embalagens, incluindo a poluição plástica de ecossistemas costeiros e fluviais, e os que dispõem de menor capacidade institucional e financeira para implementar políticas de circularidade eficazes (Velis, 2014; Silva et al., 2021).

5.5 Interdisciplinaridade e Agenda Científica Futura

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

A coexistência de perspectivas das ciências dos materiais, engenharia química, engenharia ambiental, gestão de operações, economia e ciências do comportamento na mesma rede de coocorrência atesta a natureza interdisciplinar do campo. Contudo, a análise dos clusters revela que essa interdisciplinaridade é predominantemente multidisciplinar, com diferentes disciplinas contribuindo com perspectivas paralelas sobre o mesmo objeto sem necessariamente produzir linguagens conceituais e metodologias verdadeiramente integradas. O desenvolvimento de frameworks analíticos que articulem simultaneamente as dimensões material, logística, comportamental e regulatória das embalagens circulares representa, portanto, um imperativo científico para o avanço do campo (Zupic; Čater, 2015; Donthu et al., 2021).

A análise temporal por meio da overlay visualization permite identificar as frentes de pesquisa de maior dinamismo recente, que deverão moldar a agenda científica do campo nos próximos anos: biopolímeros funcionais, embalagens ativas e inteligentes com rastreabilidade por IoT, logística urbana reversa de baixo carbono, responsabilidade estendida do produtor e avaliação de ciclo de vida social (sLCA). A integração entre essas frentes emergentes e os eixos consolidados, por meio de abordagens sistêmicas e interdisciplinares, é o caminho mais promissor para o avanço do conhecimento sobre embalagens sustentáveis na economia circular (Ncube et al., 2021; Sumrin et al., 2021).

Com base nas lacunas identificadas nas três redes bibliométricas, delineiam-se quatro direções prioritárias para a agenda de pesquisa futura: (i) estudos de ACV de embalagens sustentáveis contextualizados para países em desenvolvimento, com dados primários de inventário representativos das realidades locais de produção, consumo e gestão de resíduos; (ii) investigações sobre os determinantes comportamentais e socioculturais da adoção de embalagens circulares em diferentes contextos socioeconômicos; (iii) análises comparativas de políticas sobre a eficácia de instrumentos regulatórios distintos, como taxas sobre plásticos de uso único, esquemas de depósito e devolução e responsabilidade estendida do produtor, na promoção da circularidade sistêmica; e (iv) estudos de integração entre logística

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

urbana sustentável e sistemas de coleta e retorno de embalagens reutilizáveis, com atenção especial aos contextos metropolitanos de países emergentes.

5.DISCUSSÃO

A análise das redes bibliométricas revela que o campo das embalagens sustentáveis na Economia Circular (EC) atravessa uma fase de transição de um domínio multidisciplinar fragmentado para uma área de consolidação técnico-científica com abrangência de conhecimento altamente interconectada, embora marcada por tensões técnicas e assimetrias geopolíticas (Donthu et. al, 2021). A centralidade do nó "circular economy" atesta que este paradigma não opera apenas como um tema de pesquisa, mas como um arcabouço estruturante que reorganiza os vetores de design, logística e gestão de materiais. (Bocken et al., 2025; Elia et al., 2020).

O conceito de Economia Circular norteia os estudos entre eco-desing e logística reversa, o rol de pesquisas que compuseram esse estudo, no lapso temporal de uma década, demonstraram uma maturidade crescente no setor, onde a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) atua como principal lastro metodológico na mitigação de tensões entre a funcionalidade técnica essencial à segurança alimentar e os imperativos de biodegradabilidade e reuso.

Contudo, um descompasso crítico desta discussão é a relativa desconexão entre o eco-design de embalagens e a logística de "última milha" (*last mile*). Embora o referencial teórico (McKinnon, 2018; Savelsbergh & Van Woensel, 2016) postule que a circularidade depende da fluidez urbana, os mapas bibliométricos revelam que os clusters de logística e comportamento do consumidor (Cluster Amarelo) ainda possuem densidade inferior aos de ciência dos materiais, denotando a lacuna existente entre o refinamento da ciência dos materiais e a operacionalização logística em contextos urbanos complexos.

Essa lacuna aponta a necessidade urgente da integração entre o eco-design e as tecnologias de rastreabilidade, redirecionando o contexto onde o desenvolvimento técnico do invólucro ocorre, na maioria das vezes, à margem da

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

realidade operacional dos sistemas de retorno para o contexto das embalagens inteligentes. O uso das "IoT" e "Packaging as a Service" (PaaS) "Embalagem como Serviço" sinaliza o início de uma transição para embalagens inteligentes que não são apenas objetos passivos, mas ativos de dados que facilitam a rastreabilidade na Logística Reversa, conforme preconizado por Govindan et al. (2024).

A análise das redes de coautoria e densidade geográfica expõe uma geopolítica do conhecimento marcadamente eurocêntrica. A liderança de polos como a Universidade de Ghent e a DTU reflete uma sinergia entre regulação (como o Plano de Ação da UE) e financiamento científico. Contudo, a posição do Brasil como produtor de densidade moderada-alta merece destaque, embora o país apresente uma densidade de produção científica robusta, ocupando uma posição de destaque superior a de diversas nações europeias tradicionais, essa produtividade ainda não se traduz em protagonismo nas redes de coautoria internacional.

O Brasil configura-se como um polo de produção volumosa e qualificada, impulsionada por marcos regulatórios como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, mas ainda retido em uma "perifericidade colaborativa" que limita sua influência nas diretrizes globais. Essa assimetria evidencia a necessidade de a ciência brasileira transitar de uma postura reativa para uma liderança estratégica, propondo soluções que contemplem as particularidades do Hemisfério Sul como a inclusão socioprodutiva de catadores e a logística reversa em megacidades para que a circularidade das embalagens deixe de ser um ideal técnico eurocêntrico e se torne uma viabilidade sistêmica global.

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente análise bibliométrica permitiu mapear a trajetória e a estrutura intelectual da produção científica global sobre embalagens sustentáveis na Economia Circular entre 2015 e 2026, revelando um campo que avança célere com pesquisas promissoras e soluções eficientes, porém marcadas por desafios de integração transdisciplinar. Nesse ínterim, a Economia Circular consolidou-se como o paradigma ordenador das investigações, deslocando o foco da simples gestão de resíduos para o eco-design preventivo, ação prognóstica e determinante para a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

descarbonização das cadeias de suprimentos.

A hegemonia da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta de validação científica evidencia uma busca por rigor métrico, embora persista uma tensão dialética entre o desempenho funcional dos novos materiais e os imperativos de circularidade sistêmica. Na dimensão operacional, o estudo identifica uma lacuna crítica na interface entre o design técnico da embalagem e a fluidez da logística reversa nos centros urbanos. A transição para modelos de "Embalagem como Serviço" (*Packaging as a Service* - PaaS) e a incorporação de tecnologias de rastreabilidade (IA e IoT) emergem como as fronteiras de inovação necessárias para viabilizar o fechamento de ciclos em escala global.

Geopoliticamente, os resultados expõem uma assimetria estrutural na produção do conhecimento: enquanto a Europa lidera a formulação de diretrizes e redes de colaboração de alta centralidade, o Brasil destaca-se por uma produtividade científica robusta, porém coadjuvante no protagonismo das redes de cooperação internacional. Este posicionamento sugere que o fortalecimento dos laços globais e a adaptação em soluções aderentes à economia circular e às realidades socioeconômicas dos países emergentes são vetores estratégicos para a evolução nessa temática.

Infere-se que a transição para um modelo de embalagens plenamente circulares exige que a ciência transcenda a multidisciplinaridade atual em direção a uma síntese transdisciplinar que articule as dimensões material, logística, regulatória e comportamental de forma concomitante, com a necessidade de investigar os determinantes socioculturais do consumo sustentável e o desenvolvimento de frameworks de logística reversa de baixo carbono adaptados às megacidades do Hemisfério Sul. Assim, ao sistematizar as tendências globais, este estudo fornece subsídios fundamentais para que pesquisadores e formuladores de políticas públicas possam alinhar o progresso tecnológico às exigências de regeneração sistêmica do planeta.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

REFERÊNCIAS

ACCORSI, R.; MANZINI, R. (Ed.). **Sustainable Food Supply Chains: Planning, Design, and Control through Interdisciplinary Methodologies.** Londres: Academic Press, 2019. Disponível em: https://dokumen.pub/sustainable-food-supply-chains-planning-design-and-control-through-interdisciplinary-methodologies-9780128134115-0128134119.html . Acesso em: 1 maio 2026.

BIZARRIA, F. P. A. *et al*. **Mapeamento bibliométrico sobre sustentabilidade e cadeias de suprimentos.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 11, n. 1, 2022.

BOCKEN, N. *et al.* **Circular Business Models and the Design of Sustainable Packaging.** Sustainable Development, v. 32, n. 1, p. 45-60, 2025.

COSTA, G. *et al.* **Análise das redes de colaboração científica em logística verde:** um estudo bibliométrico. Gestão & Produção, v. 31, n. 2, 2024.

DEUTZ, P. et al. (Ed.)**. *Circular Economy Realities: Critical Perspectives on Sustainability*.** Abingdon: Routledge, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781003295631. Acesso em: 04 maio 2026.

DONTHU, N. *et al.* **How to conduct a bibliometric analysis:** an overview and guidelines. Journal of Business Research, v. 133, p. 285–296, 2021.

DU, X. *et al*. **Citation networks in circular economy research:** a bibliometric mapping. Resources, Conservation and Recycling, v. 198, 2024.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. **The Circular Economy – A new sustainability paradigm?** Journal of Cleaner Production, Amsterdã, v. 143, p. 757-768, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048. Acesso em: 2 maio 2026.

GOVINDAN, K. *et al*. **AI-driven green logistics:** a path to net-zero in the circular economy era. *International Journal of Production Economics*, v. 270, p. 109-125, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146018 Acesso em: 01 maio 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

JABBOUR, C. J. C. *et al*. **Circular economy business models:** a critical review and future directions. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 3, p. 1230-1245, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110416 Acesso em: 01 maio 2026.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. **Conceptualizing the circular economy:** An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, Amsterdã, v. 127, p. 221-232, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005 Acesso em: 2 maio 2026.

MCKINNON, A. C**. Decarbonizing logistics:** distributing goods in a low carbon world. Londres: Kogan Page, 2018. Disponível em: https://www.perlego.com/book/1589442/decarbonizing-logistics-distributing-goods-in-a-low-carbon-world-pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. **The journal coverage of Web of Science and Scopus:** a comparative analysis. Scientometrics, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.

PAGE, M. J. *et al***. The PRISMA 2020 statement:** an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, n. 71, 2021.

PRITCHARD, A**. Statistical bibliography or bibliometrics?** Journal of Documentation, v. 25, n. 4, p. 348–349, 1969.

SAVELSBERGH, M.; VAN WOENSEL, T**. 50th Anniversary Invited Paper — City Logistics:** Challenges and Opportunities. *Transportation Science*, v. 50, n. 2, p. 579-590, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0675. Acesso em: 04 maio 2026.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. H**. Green supply chain management innovation diffusion and its relationship to organizational improvement:** An ecological modernization perspective. Journal of Engineering and Technology Management, Amsterdã, v. 29, n. 1, p. 168-185, 2012. Disponível em:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/04/2026 - **Accepted:** 02/06/2026
Vol: 13.12
DOI: 10.66104/7fhnn026
Pages: 1-28

https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.012 Acesso em: 01 maio 2026.

ZUPIC, I.; ČATER, T. **Bibliometric methods in management and organization.** Organizational Research Methods, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015.