

COLETA E CONSOLIDAÇÃO DE CARGA NA LOGÍSTICA REVERSA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Samuel Placido Galdino da Silva – samuelplacido17@gmail.com

Renato da Silva Lima – rslima@unifei.edu.br

Palavras-chave: logística reversa, consolidação de carga, resíduos

1. INTRODUÇÃO

A gestão da cadeia de suprimentos tem seu foco na otimização da logística direta. Contudo, a sustentabilidade tem impulsionado a logística reversa, que gerencia o fluxo de produtos do ponto de consumo de volta à origem ou ao descarte final. Uma solução para viabilizar esse fluxo é a implementação de centros de coleta e consolidação para otimizar o transporte.

Para compreender como a comunidade científica tem abordado este desafio, este trabalho mapeia as publicações na interseção entre a logística reversa de resíduos e as estratégias de consolidação de carga. Por meio de uma análise bibliométrica, o estudo identifica as tendências de publicação e as principais frentes de pesquisa que fundamentam este campo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

A Logística Reversa surge como uma estratégia para a mitigação dos danos causados por resíduos, pois envolve o planejamento e a implementação de processos que garantem a destinação adequada e o retorno dos materiais ao ciclo produtivo ou à disposição final segura (Faria *et. al.*, 2012).

A consolidação de cargas tem se destacado nos sistemas logísticos por suas vantagens econômicas e ganhos de escala. Segundo Ballou (2006), essa estratégia consiste em agrupar pequenos volumes para criar carregamentos maiores. No entanto, aplicar essa estratégia na logística reversa é um desafio complexo devido à incerteza no

volume, tempo e qualidade dos retornos. Para viabilizar essa operação, utilizam-se instalações conhecidas como estações de transbordo.

No contexto da coleta de resíduos, essas estações atuam como pontos intermediários. Os caminhões de coleta descarregam o material, que é agrupado e transferido para veículos maiores. O objetivo é otimizar o transporte por longas distâncias até as centrais de tratamento ou de descarte final. A operação é contínua e não envolve o armazenamento de resíduos a longo prazo no local (US EPA, 2001).

2.2 Metodologia

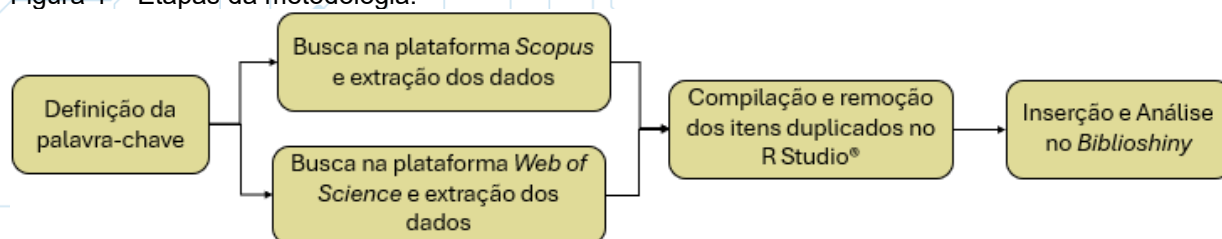
O estudo foi conduzido com uma análise bibliométrica. Esta abordagem é utilizada para explorar e analisar grandes volumes de dados científicos, permitindo desvendar sua evolução e identificar as áreas emergentes (Donthu *et al.*, 2021).

Para isso, fez-se buscas nas plataformas *Scopus* e *Web of Science*. A estratégia utilizou o operador *AND* para conectar os conceitos, exigindo termos de todos os grupos, e o operador *OR* para incluir sinônimos dentro de cada grupo.

Definiu-se o primeiro com os termos "*logistics*" *OR* "*supply chain*", escolhido para delimitar o campo de estudo geral. O segundo conceito, usando "*reverse logistics*" *OR* "*waste*" *OR* "*residues*" *OR* "*scrap*", filtrou os resultados para focar no problema específico da logística reversa ou gestão de resíduos, excluindo a logística direta convencional. O terceiro conceito, com "*consolidation*" *OR* "*transshipment*" *OR* "*transfer station*" *OR* "*collection center*" *OR* "*depot*" *OR* "*terminal*" *OR* "*grouping*", isolou publicações que discutem a estratégia de consolidação de carga ou o uso de instalações intermediárias.

Os dados foram processados no *R Studio*® para remover duplicatas e analisados na ferramenta *Biblioshiny*. O processo metodológico aborda 4 etapas mostradas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da metodologia.



Fonte: O autor (2025).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicando o filtro para selecionar apenas os artigos, a pesquisa retornou 418 documentos distribuídos em 256 periódicos. A Tabela 1 apresenta as principais informações.

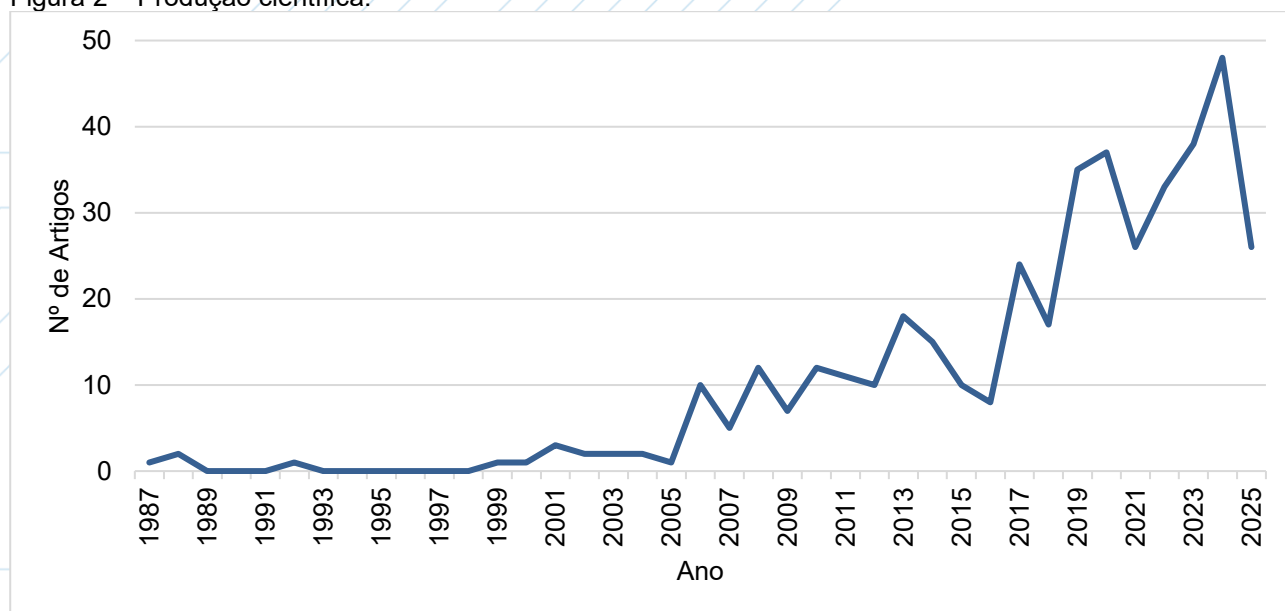
Tabela 1 – Resumo das informações

Informações	Resultados
Intervalo de Tempo	1987:2025
Periódicos Científicos	256
Nº de Artigos	418
Taxa de crescimento anual das publicações (%)	8,95
Idade média do artigo (em anos)	7,33
Média anual de citação por artigo	35,39
Palavras-Chave / Autores	1373
Palavras-Chave / Periódicos	3452
Autores	1324
Autores de artigos de autoria única	32
Artigos de autoria única	32
Coautores por artigo	3,68

Fonte: O autor (2025).

A análise de impacto mostra que a média anual de citação por artigo é de 35,39 e a taxa de crescimento das publicações é de 8,95%. O estudo envolveu 1324 autores, com uma média de 3,68 coautores por artigo, e utilizou 1373 palavras-chave de autores e 3452 definidas pelos periódicos. Na Figura 2 são demonstradas as produções científicas por ano.

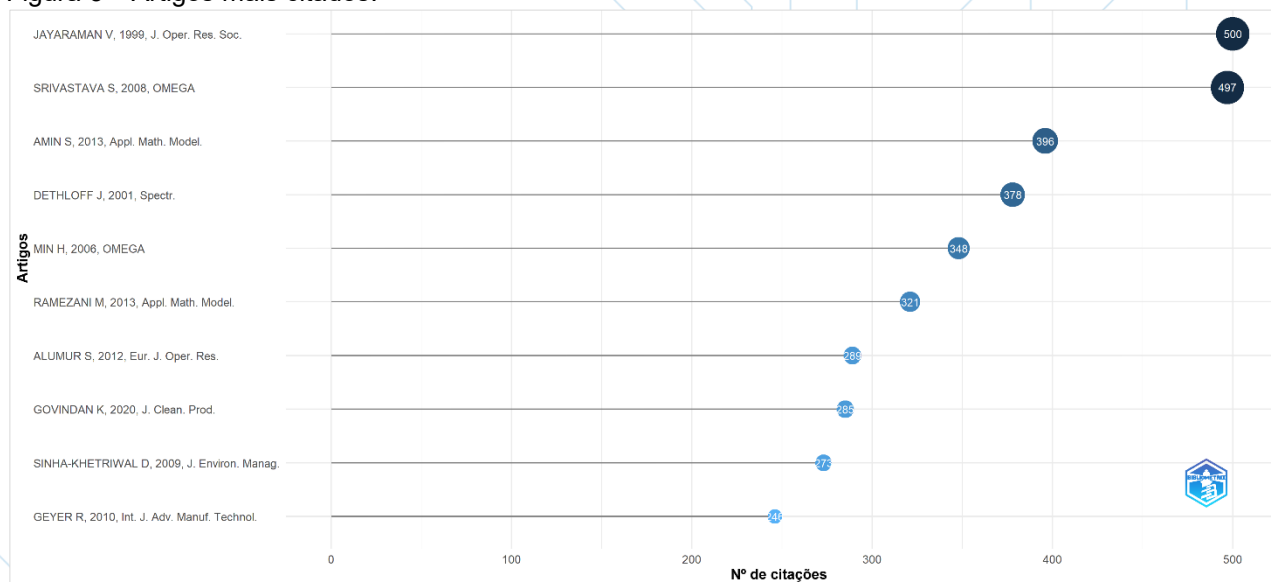
Figura 2 – Produção científica.



Fonte: O autor (2025).

A análise da literatura revela que as publicações surgiram em 1987, com um crescimento a partir de 2006 que se acentuou em 2017. O ano de 2024 representou o ápice de produção, com 48 publicações. A Figura 3 evidencia os artigos mais citados.

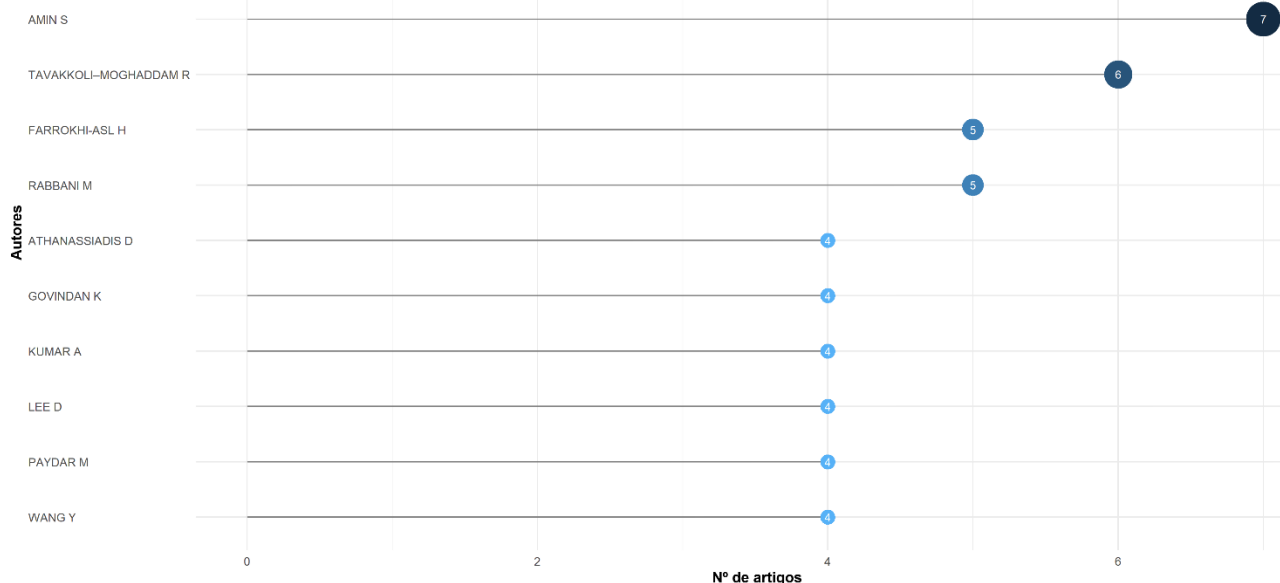
Figura 3 – Artigos mais citados.



Fonte: O autor (2025).

O artigo de Jayaraman (1999) destaca-se como o mais citado, apresentando um modelo para a recuperação de produtos eletrônicos e extensão de sua vida útil por meio da remanufatura. Este modelo resolve de forma simultânea múltiplos níveis da cadeia, como a localização das instalações, o transbordo e a gestão de estoque. Em volume de pesquisa, Amin S. é o autor mais produtivo com 7 artigos, conforme ilustra a Figura 4. Seus trabalhos desenvolvem modelos para a eficiência da cadeia de suprimentos. Em uma de suas aplicações, o autor otimizou a coleta de pneus para sua recuperação (Amin, 2017).

Figura 4 – Autores com mais produções.



Fonte: O autor (2025).

No que tange às instalações, Min (2006) definiu o número e local de centros de devolução para consolidar produtos para reparo, enquanto Rabbani (2020) focou em centros de coleta de resíduos industriais automotivos. Kumar (2025) otimizou a rede para resíduo plástico, mostrando que centros de coleta reduzem custos e Mukhtar (2025) usou programação estocástica para localizar estações de transferência considerando incertezas na geração de resíduos sólidos urbanos.

Na otimização operacional, Dethloff (2001) investigou a roteirização de veículos com entrega e coleta simultâneas. Ramos (2014) expandiu essa visão, aplicando um modelo multiobjetivo (econômico, ambiental e social) para definir rotas de coleta sustentáveis, analisando os *trade-offs*.

A estruturação dessas redes é impulsionada pela legislação. Khatriwal (2009), analisando a gestão de lixo eletrônico na Suíça, destacou a coleta de um produto ao final de sua vida útil como pilar da Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR). No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Decreto nº 10.936/2022) incentiva essas práticas, tendo como um de seus objetivos otimizar a infraestrutura logística (Brasil, 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica confirmou que a consolidação de carga na logística reversa é um campo de pesquisa relevante e em ascensão. A literatura se concentra em duas frentes principais: a otimização estratégica da localização de instalações para a consolidação da carga e a otimização operacional das rotas de coleta. Impulsionada por políticas públicas, conclui-se que o tema possui alta relevância prática. O desafio central da literatura alinha-se diretamente às necessidades da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, que visa justamente otimizar a infraestrutura logística.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMIN, Saman Hassanzadeh; ZHANG, Guoqing; AKHTAR, Pervaiz. Effects of uncertainty on a tire closed-loop supply chain network. **Expert Systems With Applications**, [S.L.], v. 73, p. 82-91, maio 2017.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Logística Empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 11 out. 2025.
- DETHLOFF, Jan. Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up. **Or Spektrum**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 79-96, fev. 2001.
- DONTHU, Naveen; KUMAR, Satish; MUKHERJEE, Debmalya; PANDEY, Nitesh; LIM, Weng Marc. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. **Journal Of Business Research**, v. 133, p. 285-296, set. 2021.
- FARIA, Ana Cristina; PEREIRA, Raquel da Silva. O processo de logística reversa de embalagens de agrotóxicos: um estudo de caso sobre o inpEV. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, [S. l.], v. 14, n. 1, 2012.

JAYARAMAN, V; GUIDE, V D R; SRIVASTAVA, R. A closed-loop logistics model for remanufacturing. **Journal of the Operational Research Society**, [S.L.], v. 50, n. 5, p. 497-508, maio 1999.

KHETRIWAL, Deepali Sinha; KRAEUCHI, Philipp; WIDMER, Rolf. Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration - learning from the swiss experience. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 153-165, jan. 2009.

KUMAR, Sachin; SINHA, Sanjeev; RANJAN, Rajesh; SAURAV, Samir. Optimization reverse logistics for waste plastic recycling in India: a genetic algorithm approach. **Innovative Infrastructure Solutions**, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 1-13, 9 abr. 2025.

MIN, Hokey; KO, Hyun Jeung; KO, Chang Seong. A genetic algorithm approach to developing the multi-echelon reverse logistics network for product returns. **Omega**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 56-69, jan. 2006.

MUKHTAR, Muazzam; RIZWAN, Muhammad; ULLAH, Atta; ELKAMEL, Ali; NAQVI, Salman Raza; ZAMAN, Muhammad. Municipal solid waste supply chain optimization for value-added product development under uncertainty. **Waste Management Bulletin**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 66-75, abr. 2025.

RABBANI, Masoud; SADATI, S. Amirhossein; FARROKHI-ASL, Hamed. Incorporating location routing model and decision making techniques in industrial waste management: application in the automotive industry. **Computers & Industrial Engineering**, [S.L.], v. 148, p. 106692, out. 2020.

RAMOS, Tânia Rodrigues Pereira; GOMES, Maria Isabel; BARBOSA-PÓVOA, Ana Paula. Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns. **Omega**, [S.L.], v. 48, p. 60-74, out. 2014.

US EPA. (2001). **Waste Transfer Stations: A Manual for Decision Making**. EPA530-K-01-005. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington.