EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Avaliação do Ciclo de Vida na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: uma Revisão Sistemática da Literatura

Isadora Marcela de Campos
Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
João Luiz Kovaleski
Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Resumo: A crescente geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tem ampliado os desafios relacionados ao gerenciamento e à escolha de alternativas de tratamento e destinação ambientalmente adequadas. Nesse contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como ferramenta de apoio à avaliação dos impactos ambientais associados aos sistemas de gestão de resíduos. Entretanto, a diversidade de abordagens metodológicas, cenários e características dos sistemas analisados dificulta a comparação dos resultados encontrados na literatura. Diante disso, este estudo teve como objetivo identificar e analisar as produções científicas mais relevantes sobre a aplicação da ACV na gestão de RSU no período de 2020 a 2026. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura nas bases *ScienceDirect* e *Scopus*, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*. Foram identificadas 1.683 publicações, das quais 373 foram selecionadas para classificação pelo índice *InOrdinatio*, sendo posteriormente selecionados os dez estudos com maiores valores para análise qualitativa. Os resultados evidenciaram crescimento das pesquisas nos anos mais recentes e diversidade de alternativas de gerenciamento, incluindo reciclagem, recuperação de materiais, aproveitamento energético, compostagem e otimização da coleta. Também foram observadas diferenças quanto às unidades funcionais, fronteiras dos sistemas, cenários, métodos de avaliação de impacto e categorias ambientais. Os achados reforçam o potencial da ACV como ferramenta de apoio à comparação de alternativas de gestão de RSU, destacando a importância da qualidade dos dados e das características locais na interpretação dos resultados.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida, Resíduos Sólidos Urbanos, Gestão de Resíduos, *Methodi Ordinatio*.

Life Cycle Assessment in Municipal Solid Waste Management: A Systematic Literature Review

Abstract: The increasing generation of Municipal Solid Waste (MSW) has intensified challenges related to waste management and the selection of environmentally appropriate treatment and disposal alternatives. In this context, Life Cycle Assessment (LCA) stands out as a tool to support the assessment of environmental impacts associated with waste management systems. However, the diversity of methodological approaches, scenarios, and system characteristics analyzed in the literature makes it difficult to compare the reported results. Therefore, this study aimed to identify and analyze the most relevant scientific publications on the application of LCA to MSW management from 2020 to 2026. A Systematic Literature Review was conducted using the ScienceDirect and Scopus databases and the Methodi Ordinatio methodology. A total of 1,683 publications were identified, of which 373 were selected for classification using the InOrdinatio index. Subsequently,

the ten studies with the highest scores were selected for qualitative analysis. The results showed an increase in research on the topic in recent years and a diversity of waste management alternatives, including recycling, material recovery, energy recovery, composting, and collection optimization. Differences were also observed regarding functional units, system boundaries, scenarios, life cycle impact assessment methods, and environmental impact categories. The findings reinforce the potential of LCA as a tool to support the comparison of MSW management alternatives, highlighting the importance of data quality and local characteristics when interpreting the results.

Keywords: Life Cycle Assessment, Municipal Solid Waste, Waste Management, Methodi Ordinatio.

1. Introdução

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) está diretamente relacionada ao crescimento populacional, à urbanização e ao desenvolvimento socioeconômico. Esses resíduos são provenientes principalmente de atividades domésticas, comerciais e institucionais e incluem materiais como embalagens, restos de alimentos, resíduos de jardinagem e utensílios domésticos (CHEN *et al*., 2020). O processo de urbanização, ao concentrar a população em cidades e regiões metropolitanas, amplia os desafios relacionados à coleta, ao tratamento e à disposição final dos resíduos (*CHENG et al., 2020*).

Em escala mundial, são geradas aproximadamente 2 bilhões de toneladas de RSU por ano, volume que poderá alcançar 4 bilhões de toneladas até 2050 (THE WORLD BANK, 2025). Apesar da ampliação de práticas de reciclagem, compostagem e recuperação energética, uma parcela significativa dos resíduos ainda é destinada a aterros sanitários. Atualmente, aproximadamente 19% dos RSU são reciclados ou compostados e 11% são incinerados para geração de energia (THE WORLD BANK, 2025). As diferentes formas de tratamento e disposição podem produzir impactos ambientais distintos, especialmente em relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo o setor de resíduos responsável por cerca de 3% a 5% das emissões globais (LIU *et al*., 2023). Dessa forma, a definição de estratégias de gerenciamento ambientalmente adequadas constitui um desafio relevante para a sustentabilidade dos sistemas urbanos.

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) compreende diferentes etapas e alternativas, desde a coleta e o transporte até o tratamento, a recuperação de materiais e energia e a disposição final. A escolha entre essas alternativas é influenciada por fatores como composição dos resíduos, infraestrutura disponível, condições econômicas, características geográficas e políticas públicas, fazendo com que uma mesma estratégia apresente desempenhos distintos em diferentes contextos (SABOUR *et al*., 2020). No Brasil, os desafios relacionados à gestão dos RSU também estão associados ao crescimento urbano e às limitações de planejamento e infraestrutura dos serviços públicos, especialmente quanto à coleta e à destinação ambientalmente adequada dos resíduos (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019).

Nesse contexto, torna-se necessário avaliar não apenas a viabilidade operacional das alternativas de gerenciamento, mas também os impactos ambientais associados a cada estratégia. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão por possibilitar a avaliação dos potenciais impactos ambientais relacionados às diferentes etapas de um sistema e a comparação entre cenários de tratamento e disposição de resíduos (MERSONI; REICHERT, 2017). Sua aplicação à gestão de RSU tem sido ampliada na literatura científica, abrangendo diferentes sistemas, tecnologias e alternativas de gerenciamento (IQBAL; LIU; CHEN, 2020).

Entretanto, a comparação dos resultados obtidos nos estudos de ACV apresenta limitações decorrentes da diversidade de abordagens adotadas. Aspectos como unidade funcional, fronteira do sistema, qualidade dos dados, cenários considerados, métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e categorias de impacto podem influenciar os resultados

das avaliações. Além disso, características específicas de cada região, como composição dos resíduos, matriz energética e infraestrutura de tratamento, dificultam a definição de uma alternativa universalmente mais adequada para a gestão de RSU. Nesse sentido, compreender como a ACV vem sendo aplicada na literatura recente é relevante para identificar as principais abordagens utilizadas e os aspectos que têm orientado as pesquisas na área.

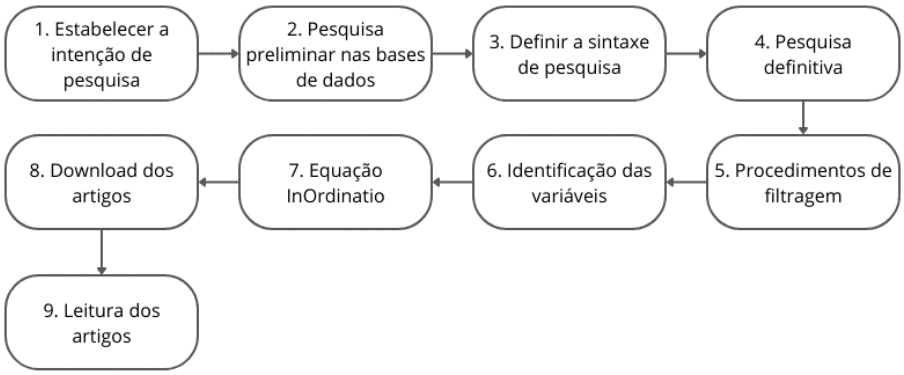
Diante desse contexto, estabelece-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Como a Análise do Ciclo de Vida tem sido aplicada à gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na literatura científica no período de 2020 a 2026? Para responder a essa questão, este estudo teve como objetivo identificar e analisar as produções científicas mais relevantes sobre a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), considerando as publicações do período de 2020 a 2026.

Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) nas bases *ScienceDirect* e *Scopus*, utilizando a metodologia *Methodi Ordinatio*. Após as etapas de busca e seleção, foram identificadas 373 publicações, classificadas segundo critérios de atualidade, fator de impacto dos periódicos e número de citações, das quais foram selecionadas as dez publicações com maiores valores do índice *InOrdinatio* para análise qualitativa. O artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução: a segunda apresenta os procedimentos metodológicos adotados; a terceira apresenta e discute os resultados da análise da produção científica e dos estudos selecionados; e a quarta apresenta as conclusões do estudo.

2. Metodologia

Este estudo consiste em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conduzida por meio da metodologia *Methodi Ordinatio*, proposta por Pagani *et al*. (2017). O procedimento permite classificar as publicações científicas a partir da combinação de critérios relacionados à atualidade, ao fator de impacto dos periódicos e ao número de citações. A pesquisa foi desenvolvida em nove etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da metodologia Methodi Ordinatio



Fonte: Adaptado de Pagani (2024).

Etapa 1 - Definição do problema de pesquisa: estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: Como a Avaliação do Ciclo de Vida tem sido aplicada à gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na literatura científica no período de 2020 a 2026? A partir dessa questão, foram definidas as características a serem analisadas nas publicações selecionadas, considerando as abordagens metodológicas da ACV, as alternativas de gestão e tratamento e os principais impactos ambientais associados aos cenários de gerenciamento de RSU.

Etapa 2 - Pesquisa exploratória inicial: realizou-se uma busca preliminar para verificar a aderência dos termos ao tema investigado. Foram considerados os termos *Life Cycle Assessment*, LCA, *Municipal Solid Waste*, MSW, *Urban Solid Waste*, *Waste Management*, *Solid Waste Management* e *Municipal Solid Waste Management*.

Etapa 3 - Definição da estratégia de busca: os termos foram combinados por meio de operadores booleanos para a construção da *string* de busca. Foram selecionadas as bases *ScienceDirect* e *Scopus*. A combinação final utilizada foi: *("Life Cycle Assessment" OR "LCA") AND ("Municipal Solid Waste" OR "MSW" OR "Urban Solid Waste") AND ("Waste Management" OR "Solid Waste Management".*

Etapa 4 - Pesquisa final nas bases de dados: as buscas foram realizadas considerando o período de 2020 a 2026 e publicações em inglês. Foram identificadas 1.683 publicações, sendo 1.414 provenientes da *ScienceDirect* e 269 da *Scopus*. Os resultados foram exportados em formato *.bib* para posterior organização e análise.

Etapa 5 - Seleção das publicações: os arquivos foram importados para o *software* JabRef para organização e filtragem. Foram excluídos trabalhos duplicados, artigos incompletos ou com acesso restrito e publicações sem aderência ao tema da pesquisa. Também foram analisados títulos, resumos e palavras-chave para verificar a pertinência dos estudos em relação à aplicação da ACV na gestão de RSU. Ao final dessa etapa, 373 publicações foram selecionadas para a aplicação do índice *InOrdinatio*.

Etapa 6 - Extração das informações: para cada publicação selecionada foram coletadas informações referentes ao ano de publicação, periódico e número de citações obtidas no *Google Scholar*. Também foram identificados os dados necessários para o cálculo do índice *InOrdinatio*.

Etapa 7 - Aplicação do índice *InOrdinatio*: a classificação das publicações foi realizada conforme a proposta de Pagani (2024), considerando os critérios de atualidade, fator de impacto e citações. A equação utilizada é apresentada na Equação 1.

Equação 1 – Aplicação do índice InOrdinatio

$$\text{InOrdinatio 2.0} = \{[\Delta * \text{Fator de impacto}] - [\lambda * (\frac{Ano\ da\ pesquisa - Ano\ da\ Publicação}{\text{Meia-Vida}})] + \Omega * [\frac{Citações}{(Ano\ da\ pesquisa+1) - Ano\ da\ publicação}] \}$$

Fonte: Adaptado de Pagani (2024).

Em que:

a) Meia-vida: mediana do *Cited Half-Life* dos periódicos com JCR 2020;

b) Ano de publicação: ano em que o artigo foi publicado;

c) Ano da pesquisa: ano em que a pesquisa foi realizada;

d) Fator de impacto: *CiteScore* mais recente disponível ou estimativa obtida a partir do JCR, quando inexistente;

e) Citações: número total de citações identificadas no *Google Scholar*;

f) Δ: peso atribuído pelo pesquisador à importância do fator de impacto, em escala de 0 a 10;

g) λ: peso atribuído pelo pesquisador à atualidade da publicação, em escala de 0 a 10;

h) Ω: peso atribuído pelo pesquisador à importância da média anual de citações, em escala de 0 a 10.

A partir da classificação obtida pelo índice *InOrdinatio*, foram selecionadas as dez publicações com maiores valores para a análise qualitativa.

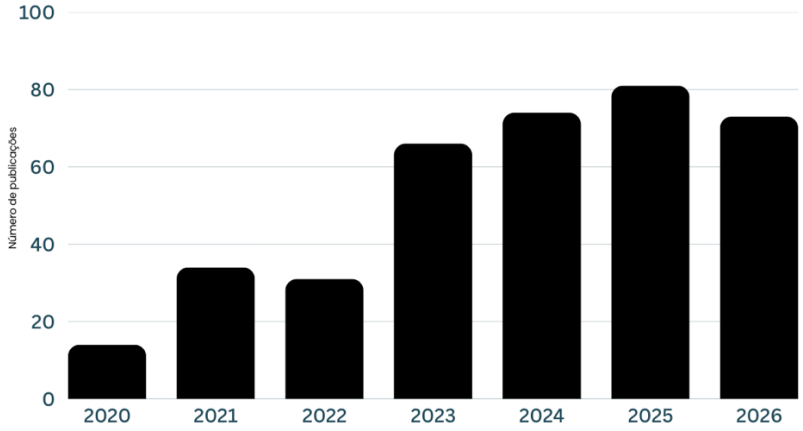
Etapa 8 - Organização dos artigos classificados: os dez artigos selecionados foram organizados em arquivos PDF e catalogados quanto à base de dados de origem, *string* de busca e referência bibliográfica.

Etapa 9 - Análise qualitativa: os artigos selecionados foram analisados quanto às características metodológicas e aos principais resultados relacionados à aplicação da ACV na gestão de RSU. Foram considerados: tipo de sistema de gestão avaliado; etapas do gerenciamento contempladas; unidade funcional; fronteira do sistema; cenários analisados; métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV); categorias de impacto ambiental; alternativas de tratamento e destinação dos resíduos; e principais resultados ambientais identificados.

3. Resultados e Discussões

A análise bibliométrica das 373 publicações selecionadas evidenciou crescimento das pesquisas relacionadas à aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), com maior concentração de estudos nos anos de 2024, 2025 e 2026 (Figura 2).

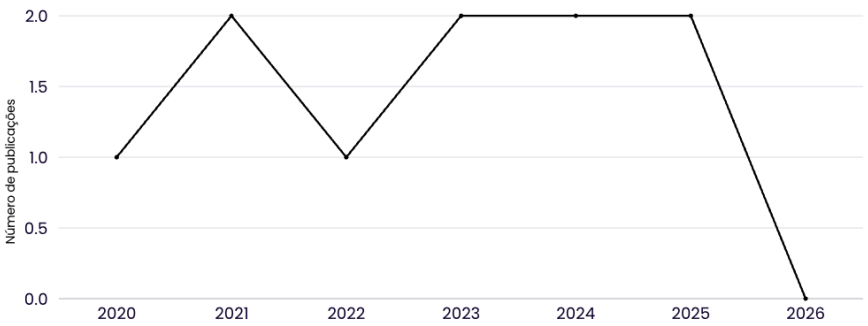
Figura 2 - Distribuição temporal de todas as publicações



Fonte: Autores (2026).

A concentração das publicações nos anos mais recentes indica a crescente relevância do tema na literatura científica. Entre os dez estudos classificados como mais relevantes pelo índice *InOrdinatio*, observa-se concentração das publicações nos anos de 2023, 2024 e 2025 (Figura 3), reforçando a atualidade das pesquisas sobre a utilização da ACV como ferramenta de avaliação dos sistemas de gerenciamento de RSU.

Figura 3 - Distribuição temporal das principais publicações



Fonte: Autores (2026).

Quanto à distribuição geográfica, os estudos selecionados apresentam abrangência internacional, com destaque para pesquisas desenvolvidas em países asiáticos,

especialmente na Índia, além de estudos de abrangência global. Essa diversidade evidencia que a aplicação da ACV à gestão de RSU ocorre em diferentes contextos socioeconômicos e territoriais, nos quais as características dos resíduos, as tecnologias disponíveis e as estratégias de gerenciamento podem variar significativamente.

A análise das citações permitiu identificar a visibilidade e a influência dos estudos selecionados na literatura científica. Com base nas métricas do *Google Scholar*, foi elaborado o portfólio dos dez artigos classificados com os maiores valores do índice *InOrdinatio*, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Portfólio de artigos selecionados

ID	Autores	Artigo	Journal	Ci	FI	Ano	InOrdinatio
1	Sharma, H.B., Vanapalli, K.R., Samal, B., Cheela, V.S., Dubey, B.K. and Bhattacharya, J.	Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery	Science of the Total Environment	717	17,6	2021	1364,42
2	Hussain, D.I., Elomri, D.A., Kerbache, D.L. and Omri, D.A.E.	Smart city solutions: Comparative analysis of waste management models in IoT-enabled environments using multiagent simulation	Sustainable Cities and Society	183	22	2024	827,37
3	Torkayesh, A.E., Rajaeifar, M.A., Rostom, M., Malmir, B., Yazdani, M., Suh, S. and Heidrich, O.	Integrating life cycle assessment and multi criteria decision making for sustainable waste management: Key issues and recommendations for future studies	Renewable and Sustainable Energy Reviews	227	31,2	2022	760,74
4	Chukhu, N. and Bharti, A.	Life Cycle Assessment of Potential Municipal Solid Waste Management Practices for Itanagar City, India	SSRG International Journal of Civil Engineering	149	0,2	2025	745,68
5	Jain, M., Kumar, D., Chaudhary, J., Kumar, S., Sharma, S. and Singh Verma, A.	Review on E-waste management and its impact on the environment and society	Waste Management Bulletin	291		2023	723,55
6	Martínez, A. and Miller, S.A.	Life cycle assessment and production cost of geopolymer concrete: A meta-analysis	Resources, Conservation and Recycling	97	22,9	2025	712,68
7	Wang, Y., Yuan, Z. and Tang, Y.	Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management	Resources, Environment and Sustainability	327	15,1	2021	689,42
8	Tsai, F.M., Bui, T.-D., Tseng, M.-L., Lim, M.K. and Hu, J.	Municipal solid waste management in a circular economy: A data-driven bibliometric analysis	Journal of Cleaner Production	287	20,4	2020	606,11
9	Alsabt, R., Alkhaldi, W., Adenle, Y.A. and Alshuwaikhat, H.M.	Optimizing waste management strategies through artificial intelligence and machine learning - An economic and environmental impact study	Cleaner Waste Systems	162	2,6	2024	563,37
10	Afzal, S., Singh, A., Nicholson, S.R., Uekert, T., DesVeaux, J.S., Tan, E.C., Dutta, A., Carpenter, A.C., Baldwin, R.M. and Beckham, G.T.	Techno-economic analysis and life cycle assessment of mixed plastic waste gasification for production of methanol and hydrogen	Green Chemistry	161	16,1	2023	559,55

Fonte: Autores (2026).

A análise qualitativa dos estudos evidencia que a ACV vem sendo empregada como ferramenta de suporte à avaliação e comparação de diferentes alternativas de gerenciamento de RSU, possibilitando considerar os impactos ambientais associados às distintas etapas dos sistemas de tratamento e destinação. Os trabalhos destacam a contribuição da ACV para o planejamento de estratégias de gestão mais sustentáveis e para a transição em direção a modelos baseados na economia circular (10; 08).

De modo geral, os estudos analisados demonstram que a ACV amplia a avaliação tradicional dos sistemas de gerenciamento de resíduos ao considerar os fluxos de materiais, energia, emissões e recursos associados às diferentes alternativas. Dessa forma, sua aplicação permite identificar impactos que poderiam não ser evidenciados quando a análise é limitada apenas à etapa final de tratamento ou disposição dos resíduos (2; 7). Essa característica torna a ferramenta particularmente relevante diante do crescimento da geração de RSU e da necessidade de avaliar alternativas capazes de promover a recuperação de materiais e o aproveitamento energético (3; 4; 7).

Outro aspecto recorrente nos estudos é a possibilidade de analisar os *trade-offs* entre diferentes alternativas de tratamento. A ACV permite comparar benefícios e impactos associados às opções de gerenciamento, contribuindo para a identificação de soluções que conciliem desempenho ambiental, aproveitamento de recursos e viabilidade do sistema (7). Essa abordagem também pode subsidiar processos de tomada de decisão, especialmente quando integrada a métodos capazes de considerar simultaneamente diferentes critérios relacionados à gestão de resíduos (7).

Entre as alternativas e estratégias identificadas na literatura, destacam-se diferentes tecnologias e práticas associadas ao gerenciamento e à valorização dos resíduos. A Internet das Coisas (IoT), por exemplo, é apontada como uma possibilidade para aprimorar a coleta por meio do monitoramento dos níveis de preenchimento dos recipientes, permitindo otimizar rotas e reduzir deslocamentos desnecessários dos veículos coletores

(3). De forma complementar, técnicas de Inteligência Artificial e *Machine Learning* são utilizadas para estimar a geração futura de resíduos e apoiar o planejamento operacional dos sistemas de gerenciamento (4).

A aplicação de métodos de tomada de decisão multicritério também aparece associada à gestão de RSU, permitindo incorporar diferentes dimensões na seleção de tecnologias e alternativas de gerenciamento, incluindo aspectos ambientais, econômicos e técnicos (7). Em relação ao aproveitamento dos resíduos orgânicos, os estudos destacam estratégias como a compostagem e a recuperação de nutrientes, contribuindo para a redução da disposição de matéria orgânica e para seu retorno aos ciclos produtivos (9).

Também foram identificadas alternativas voltadas à recuperação e valorização de materiais. Entre elas, destaca-se a reciclagem química de plásticos, que possibilita transformar resíduos de difícil reciclagem em matérias-primas para novos processos produtivos, reduzindo a dependência de recursos fósseis (6). Outra estratégia identificada consiste na utilização de resíduos e subprodutos provenientes de processos de tratamento como insumos para a construção civil, substituindo parcialmente materiais convencionais e contribuindo para a redução dos impactos associados à produção de novos insumos (2).

Os estudos analisados também evidenciam benefícios ambientais associados à adoção de alternativas de tratamento e valorização de resíduos. Em determinados cenários, a utilização de materiais provenientes de resíduos na produção de concretos pode reduzir significativamente as emissões associadas ao processo convencional (2). Da mesma forma, estratégias de tratamento e valorização de resíduos orgânicos podem apresentar desempenho ambiental superior à disposição em aterros, especialmente em relação às emissões atmosféricas (9). No sistema de coleta, a otimização das rotas pode reduzir o consumo de combustível, o desgaste dos veículos e os custos relacionados ao transporte (3).

Apesar dos benefícios identificados, a literatura também evidencia limitações e desafios relacionados à gestão de RSU e à aplicação da ACV. Um dos principais aspectos refere-se à ausência de padronização e transparência na apresentação dos inventários e dos procedimentos utilizados nos estudos, dificultando a comparação entre resultados obtidos em diferentes contextos (7). Essa limitação é particularmente relevante para a ACV, uma vez que diferenças na qualidade dos dados, nas fronteiras do sistema, nas categorias de impacto e nas premissas adotadas podem influenciar significativamente os resultados.

Além disso, os estudos demonstram que uma alternativa pode apresentar benefícios em determinada categoria de impacto e, simultaneamente, gerar efeitos desfavoráveis em outras. A incineração, por exemplo, pode contribuir para a recuperação energética e para a redução das emissões de gases de efeito estufa em determinados cenários, mas apresentar impactos relacionados à emissão de gases ácidos e metais tóxicos, evidenciando a necessidade de considerar múltiplas categorias de impacto na avaliação (1).

A viabilidade econômica também constitui um fator relevante para a implementação das alternativas identificadas. Algumas tecnologias associadas à valorização de resíduos apresentam custos de implantação superiores às soluções convencionais, o que pode limitar sua adoção, mesmo quando apresentam vantagens ambientais (2). Da mesma forma, a gestão inadequada de determinados fluxos, como os resíduos eletroeletrônicos, pode gerar impactos ambientais e sociais relevantes, especialmente em contextos nos quais a reciclagem ocorre de maneira informal e sem condições adequadas de segurança (5).

Diante desse cenário, os resultados demonstram que a aplicação da ACV à gestão de RSU não deve ser compreendida apenas como uma ferramenta de mensuração de impactos

ambientais, mas também como um instrumento de apoio à comparação de cenários e à tomada de decisão. A diversidade de alternativas identificadas nos estudos selecionados reforça a necessidade de considerar as especificidades de cada sistema, incluindo características locais, composição dos resíduos, infraestrutura disponível e condições econômicas e ambientais.

Assim, a literatura analisada indica que a ACV possui potencial para apoiar a transição de modelos tradicionais de gerenciamento para sistemas orientados à prevenção de impactos, recuperação de materiais, aproveitamento energético e valorização dos resíduos. Entretanto, a efetividade dessa aplicação depende da qualidade dos dados, da definição adequada dos limites e premissas da análise e da consideração dos diferentes impactos associados a cada alternativa de gestão (7). A integração entre ferramentas de avaliação ambiental, tecnologias de gerenciamento e políticas públicas pode, portanto, contribuir para o desenvolvimento de sistemas de gestão de RSU mais eficientes e alinhados aos princípios da sustentabilidade (8).

4. Conclusões

Este estudo abordou a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), buscando identificar e analisar as produções científicas mais relevantes sobre o tema no período de 2020 a 2026. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) por meio da metodologia *Methodi Ordinatio*, que possibilitou a classificação das 373 publicações selecionadas e a identificação dos dez estudos de maior relevância para análise qualitativa.

Os resultados evidenciaram um crescimento das pesquisas sobre a aplicação da ACV à gestão de RSU nos anos mais recentes, com maior concentração de publicações em 2024, 2025 e 2026. Entre os estudos mais relevantes, também foram observadas diferentes abordagens de gerenciamento, alternativas de tratamento e destinação, além de distintas configurações metodológicas para a aplicação da ACV.

A análise dos estudos selecionados demonstrou diferenças quanto às unidades funcionais, fronteiras dos sistemas, cenários avaliados, métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV) e categorias de impacto consideradas. Essas diferenças evidenciam que os resultados das avaliações estão diretamente relacionados às características dos sistemas analisados, às premissas metodológicas adotadas e às condições locais de cada estudo. Nesse sentido, a comparação entre alternativas de gerenciamento deve considerar não apenas os resultados ambientais, mas também as especificidades de cada contexto.

Como contribuição, a sistematização das publicações mais relevantes permite reunir as principais abordagens empregadas na aplicação da ACV à gestão de RSU, auxiliando na compreensão das tendências da literatura e na identificação de aspectos metodológicos que devem ser considerados em estudos futuros. A análise também reforça o potencial da ACV como ferramenta de apoio à avaliação e comparação de alternativas de gerenciamento, contribuindo para o planejamento de sistemas mais sustentáveis.

Como limitação, destaca-se a utilização de apenas duas bases de dados (*ScienceDirect* e *Scopus*), bem como a seleção dos dez estudos de maior relevância a partir do índice *InOrdinatio*. Dessa forma, trabalhos que apresentam menor número de citações ou menor impacto dos periódicos podem não ter sido contemplados na análise qualitativa, ainda que apresentem contribuições relevantes para o tema.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o número de bases de dados consultadas e aprofundar a análise dos estudos quanto às alternativas de tratamento, unidades funcionais, fronteiras dos sistemas, métodos de AICV e categorias de impacto. Também se

sugere a realização de análises comparativas entre diferentes contextos geográficos, especialmente entre países com distintas condições de infraestrutura e políticas de gestão de RSU, de modo a ampliar a compreensão sobre a aplicabilidade da ACV em diferentes sistemas de gerenciamento.

Referências

ABAD, Sofia; BLOMBERG, Travis; HICKS, Andrea. Application of life cycle assessment for solid waste management at a higher education institution. ***Journal of Environmental Management***, v. 413, 130338, 2026. DOI: 10.1016/j.jenvman.2026.130338.

AFZAL, S.; SINGH, A.; NICHOLSON, S. R.; UEKERT, T.; DESVEAUX, J. S.; TAN, E. C. D.; DUTTA, A.; CARPENTER, A. C.; BALDWIN, R. M.; BECKHAM, G. T. Techno-economic analysis and life cycle assessment of mixed plastic waste gasification for production of methanol and hydrogen. ***Green Chemistry***, v. 25, n. 13, p. 5068-5085, 2023. DOI: https://doi.org/10.1039/d3gc00679d.

ALSABT, R.; ALKHALDI, W.; ADENLE, Y. A.; ALSHUWAIKHAT, H. M. Optimizing waste management strategies through artificial intelligence and machine learning: an economic and environmental impact study. ***Cleaner Waste Systems***, v. 8, 100158, 2024. DOI: 10.1016/j.clwas.2024.100158.

CHEN, D.-M.-C.; BODIRSKY, B. L.; KRUEGER, T.; MISHRA, A.; POPP, A. The world's growing municipal solid waste: trends and impacts. ***Environmental Research Letters***, v. 15, n. 7, 074021, 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8659.

CHENG, J.; SHI, F.; YI, J.; FU, H. Analysis of the factors that affect the production of municipal solid waste in China. ***Journal of Cleaner Production***, v. 259, 120808, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120808.

CHUKHU, N.; BHARTI, A. Life cycle assessment of potential municipal solid waste management practices for Itanagar City, India. ***International Journal of Civil Engineering***, v. 12, n. 3, p. 150–161, 2025. DOI: 10.14445/23488352/IJCE-V12I3P114.

HUSSAIN, I.; ELOMRI, A.; KERBACHE, L.; EL OMRI, A. Smart city solutions: Comparative analysis of waste management models in IoT-enabled environments using multiagent simulation. ***Sustainable Cities and Society***, v. 103, 105247, 2024. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105247.

IQBAL, A.; LIU, X.; CHEN, G.-H. Municipal solid waste: review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. ***Science of the Total Environment***, v. 729, 138622, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138622.

JAIN, M.; KUMAR, D.; CHAUDHARY, J.; KUMAR, S.; SHARMA, S.; VERMA, A. S. Review on E-waste management and its impact on the environment and society. ***Waste Management Bulletin***, v. 1, n. 3, p. 34–44, 2023. DOI: 10.1016/j.wmb.2023.06.004.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. urbe. ***Revista Brasileira de Gestão Urbana***, v. 11, e20190037, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.e20180037.

LIU, B.; CAO, X.; PEI, J.; FENG, Z.; LIANG, X. Prediction of carbon emissions from municipal solid waste treatment in 31 provinces and cities in China under the shared socio-economic pathways. ***Atmospheric Pollution Research***, v. 15, n. 1, 101980, 2023. DOI: 10.1016/j.apr.2023.101980.

MAHLER, C. F.; GUEDES, V. Projeto de compostagem na Prefeitura Universitária da UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

MARTÍNEZ, A.; MILLER, S. A. Life cycle assessment and production cost of geopolymer concrete: a meta-analysis. ***Resources, Conservation and Recycling***, v. 215, 108018, 2025. DOI: 10.1016/j.resconrec.2024.108018.

MERSONI, C.; REICHERT, G. A. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. ***Engenharia Sanitária e Ambiental***, v. 22, n. 5, p. 863–875, 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017150351.

PAGANI, R. N. Revisão Sistemática de Literatura: Methodi Ordinatio na Era da IA Generativa. Ponta Grossa: Editora Texto e Contexto, 2024. 248 p.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; DE RESENDE, L. M. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. ***Ciência da Informação***, v. 46, n. 2, p. 161–187, 2017. DOI: 10.18225/ci.inf.v46i2.1886.

SABOUR, M. R.; ALAM, E.; HATAMI, A. M. Global trends and status in landfilling research: a systematic analysis. ***Journal of Material Cycles and Waste Management***, v. 22, n. 3, p. 711–723, 2020. DOI: 10.1007/s10163-019-00968-5.

SHARMA, H. B.; VANAPALLI, K. R.; SAMAL, B.; CHEELA, V. R. S.; DUBEY, B. K.; BHATTACHARYA, J. Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: solutions for post-COVID recovery. ***Science of the Total Environment***, v. 800, 149605, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149605.

THE WORLD BANK. Trends in solid waste management. 2025. Disponível em: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html. Acesso em: ago. 2026.

TORKAYESH, A. E.; RAJAEIFAR, M. A.; ROSTOM, M.; MALMIR, B.; YAZDANI, M.; SUH, S.; HEIDRICH, O. Integrating life cycle assessment and multi criteria decision making for sustainable waste management: key issues and recommendations for future studies. ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, v. 168, 112819, 2022. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112819.

TSAI, F. M.; BUI, T.-D.; TSENG, M.-L.; LIM, M. K.; HU, J. Municipal solid waste management in a circular economy: a data-driven bibliometric analysis. ***Journal of Cleaner Production***, v. 275, 124132, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124132.

WANG, Y.; YUAN, Z.; TANG, Y. Enhancing food security and environmental sustainability: a critical review of food loss and waste management. ***Resources, Environment and Sustainability***, v. 4, 100023, 2021. DOI: 10.1016/j.resenv.2021.100023.