

Análise bibliométrica das tendências de pesquisas sobre indicadores aplicados à gestão de resíduos sólidos urbanos no período de 2010 a 2021

Bibliometric analysis of research trends on indicators applied to urban solid waste management from 2010 to 2021


- **Data de entrada:** 12/03/2021
- **Data de aprovação:** 17/04/2023

Ana Cecília Novaes de Sá^{1*} | Claudia Coutinho Nóbrega¹ | Natanael Batista Pereira Alves² | Gracielle Ferreira de Souza¹ | Davi Lopes Viana Silva¹ | Rayanne Maria Galdino Silva¹ | Graziela Pinto de Freitas¹


DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2024.020>

ORCID ID


Sá ACN  <https://orcid.org/0000-0002-4939-8844>


Nóbrega CC  <https://orcid.org/0000-0003-3459-185X>

Alves NBP  <https://orcid.org/0000-0002-9345-5535>

Souza GF  <https://orcid.org/0000-0001-6634-5018>

Silva DLV  <https://orcid.org/0000-0002-2683-7613>

Silva RMG  <https://orcid.org/0000-0001-8288-0934>

Freitas GP  <https://orcid.org/0000-0002-9447-3743>

Resumo

Esta revisão objetiva avaliar as tendências de pesquisa sobre os indicadores utilizados na análise de sistemas de gestão de resíduos sólidos municipais. Para tal, foram consultadas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, no período de 2010 a 2021. Um total de 49 artigos foi selecionado para compor o portfólio bibliográfico deste texto, os quais foram examinados por meio do software VOSviewer e de uma análise detalhada de seus conteúdos. As estatísticas revelaram uma preocupação global com o tema, refletida pela diversidade de países que contribuíram cientificamente para a área. A dimensão ambiental destacou-se, apresentando o maior número de indicadores, sendo a métrica “geração de resíduos sólidos per capita” a mais adotada. Com base nessas análises, observou-se que o uso de indicadores tem atraído a atenção de pesquisadores mundialmente, uma vez que essas ferramentas têm fornecido uma visão abrangente do sistema de gestão, auxiliando os gestores na tomada de decisão.

Palavras-chave: Bibliometria. Análise sistemática. Gerenciamento de resíduos sólidos. Indicadores-chaves. VOSviewer.

Abstract

This review aims to assess research trends on indicators used in the analysis of municipal solid waste management systems. To this end, the Scopus and Web of Science databases were consulted, from 2010 to 2021. A total of 49 articles were selected to compose the bibliographic portfolio of this text, which were assessed by using the VOSviewer Software and a detailed analysis of their contents. The statistics revealed a global concern with the subject, reflected by the diversity of countries that contributed scientifically to the area. The environmental dimension stood out, presenting the largest number of indicators, with the metric “solid waste generation per capita” being the most adopted. Based on these analyses, we observed that the use of indicators has attracted the attention of researchers worldwide, since these tools have provided a comprehensive view of the management system, helping managers in decision making.

Keywords: Bibliometrics. Systematic analysis. Solid Waste Management. Key indicators. VOSviewer.

¹ Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa – Paraíba – Brasil.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife – Pernambuco – Brasil.

* **Autora correspondente:** ananovaes1@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da geração de resíduos se tornou um desafio no atual cenário mundial, provocando impactos de ordem ambiental, econômica e social, especialmente no meio urbano, onde se encontra a maior parcela populacional. Estima-se que, em 2016, a população mundial gerou 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e esse número tende a crescer para 3,4 bilhões até 2050 (Kaza *et al.*, 2018).

Segundo Khan *et al.* (2022), a geração de resíduos é uma inevitável consequência da atividade humana, em que o manejo inadequado desses resíduos influencia negativamente tanto a saúde da população quanto o meio ambiente. Nesse cenário, a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU) se torna um desafio para os gestores de diversos países, devido, sobretudo, ao rápido crescimento populacional, urbanização deficiente e crescimento econômico indesejável (Vongdala *et al.*, 2019).

A GRSU pode ser entendida como um conjunto de estratégias e técnicas que abrangem toda a rota tecnológica dos resíduos e que devem ser desenvolvidas para solucionar a problemática dos resíduos sólidos. Soltani *et al.*, (2015) afirmam que a GRSU adequada deve considerar a definição de metas para todos os estágios do gerenciamento dos resíduos e o planejamento estratégico de acordo com as particularidades do sistema. Ahmmed, Arif e Hossain (2020) relatam a importância de investigar a quantidade de resíduos sólidos gerados em um município para projetar sistemas de gerenciamento de resíduos eficientes.

Nesse contexto, para avaliar os fatores que influenciam a otimização do sistema, é importante conhecer as particularidades dele e considerar seus aspectos econômicos, sociais, ambientais, operacionais e legais (Bertanza; Ziliani; Menoni, 2018). Diante disso, os indicadores são exemplos de instrumentos poderosos na elucidação de questões negligenciadas, sendo caracterizados como ferramen-

tas de gestão, capazes de informar/apontar o comportamento do sistema e suas questões-chave, por meio da sintetização de uma variável individual ou agregada (Barros; Silveira, 2019). Além disso, os indicadores são mensuráveis no tempo e/ou espaço, podendo essa medida ser estabelecida de forma quantitativa ou por meio de escalas qualitativas (Astleithner *et al.*, 2004).

O uso de indicadores para avaliar a GRSU remonta várias décadas, conforme Cervantes *et al.* (2018). Ainda de acordo com tais autores, os indicadores são úteis para avaliar e aprimorar o desempenho de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos em diferentes perspectivas, como: detecção de problemas; avaliação de desempenho; comparação entre diferentes sistemas; realização de análises temporais; estabelecimento de valores de referência por meio de estudos de caso; apoio ao planejamento; e auxílio na tomada de decisões.

Nessa perspectiva, a problemática da GRSU evidencia a necessidade de estudos que investiguem a área com uma maior compreensão da dinâmica relativa às potencialidades do uso de indicadores para avaliação desses sistemas. Dessa forma, a bibliometria se apresenta como uma importante ferramenta para o estudo teórico do estado da arte. A mesma possibilita a comparação e quantificação das produções científicas de determinados campos de estudo, tendo como base o processo de análise de agregação de dados como ano de publicação, distribuição geográfica, títulos das publicações, periódicos, autores e citações (Sun; Grimes, 2016).

A bibliometria utiliza técnicas matemáticas e estatísticas para examinar as características dos domínios de conhecimento; nesse contexto, os estudos mais produtivos, os pesquisadores e as regiões nas quais o assunto analisado são mais presentes são revelados, e, com isso, orientam estudos futuros a respeito da temática, contribuindo para a seu melhor aprimoramento no campo acadêmico (Tsai *et al.*, 2020; Gülmez *et al.*, 2020). Assim, este estudo visa elaborar

uma revisão bibliométrica-sistemática, buscando abranger as produções científicas, em duas bases de pesquisa, que contemplam as questões relativas à utilização de indicadores para avaliação dos sistemas de gestão de resíduos sólidos municipais, no período temporal de 2010 a 2021.

2 METODOLOGIA

2.1 Portfólio bibliográfico

A contribuição científica para este artigo foi avaliada por meio do resgate de registros indexados nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* (WOS), no período temporal de 2010 a 2021. Para a consulta das produções acadêmicas no eixo temático “indicadores para avaliação de sistemas de gestão de resíduos sólidos municipais”, foram adotados nos títulos, resumos e palavras-chaves os seguintes indicadores de pesquisa e operadores booleanos: (“*indicators*” OR “*waste indicators*” OR “*wasteware indicators*” OR “*solid waste indicators*” OR “*waste management indicators*”) AND (“*waste management systems*” OR “*solid waste management systems*” OR “*municipal solid waste management*” OR “*urban solid waste management*”). Visando garantir a qualidade e padronização do estudo, foram aplicados filtros

relativos ao tipo de documento, que foi restrinvido à categoria artigo para destacar pesquisas indexadas e revisadas por pares, e desconsiderar obras de congressos, livros, notícias, entre outros. Além disso, os idiomas foram limitados ao inglês, ao espanhol e ao português.

A busca resultou em um total de 409 artigos, dos quais 248 estão indexados na base *Scopus* e 161 na WOS. Para definição da amostra, os documentos foram importados para o software Mendeley, com a finalidade de organizar e gerenciar os artigos para leitura, bem como eliminar duplicatas. O Mendeley é uma ferramenta valiosa para a produção científica, pois oferece uma ampla gama de funcionalidades, com destaque para o gerenciador de referências e a mídia social acadêmica, funcionalidades que subsidiam estudos métricos, como bibliometria e altimetria (Silva Filho; Vanz, 2020).

Com a importação dos documentos para o software, foi realizada a leitura dos títulos e dos resumos de cada artigo, sendo excluídos os estudos indisponíveis e divergentes do escopo da pesquisa. Concluída a triagem, 49 artigos foram preservados para compor o portfólio bibliográfico deste texto, conforme fluxograma ilustrado na Figura 1.

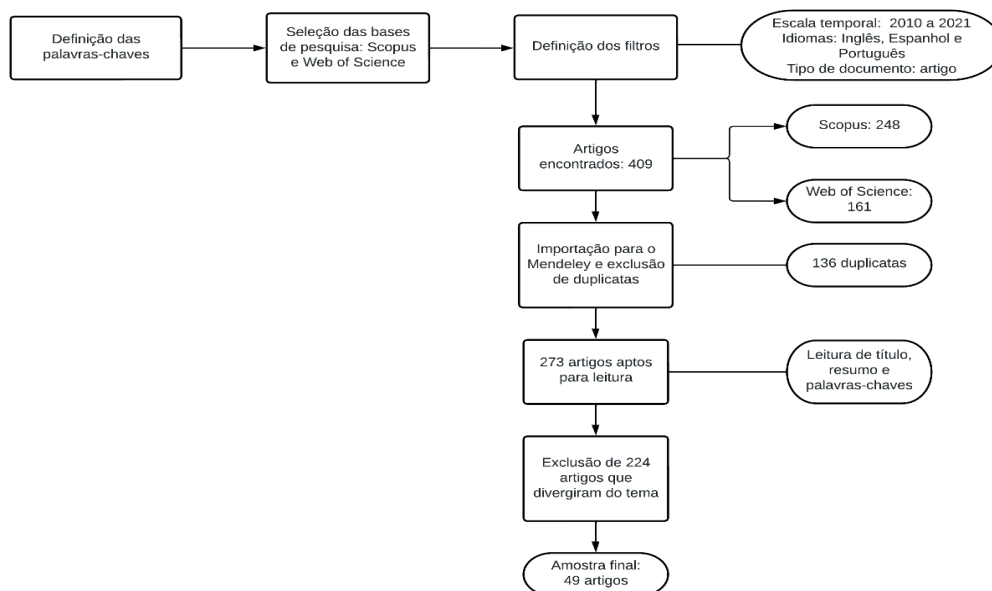


Figura 1 – Fluxograma metodológico para determinação do portfólio bibliográfico.

2.2 Análise bibliométrica e sistemática

A bibliometria é uma das formas de avaliar as nuances evolutivas de um tema ao longo do tempo, seja em períodos curtos seja em longos. Esse tipo de estudo auxilia na compreensão dos padrões de conhecimento, por meio da elaboração de informações sobre as principais publicações, os autores mais prolíferos e as universidades envolvidas na investigação do tema, além de oferecer um perfil histórico e as tendências atuais no campo de estudo analisado.

Esta análise bibliométrica foi realizada por meio de investigação sobre as produções científicas com maior impacto acadêmico, a distribuição dos artigos entre periódicos, a distribuição geográfica dos estudos, as citações e a rede de interação das copalavras. As copalavras apontam a relação entre os termos mais recorrentes nos artigos e a conexão entre os elementos, sendo utilizadas para revelar as tendências e evoluções da pesquisa (Yao; Zhang, 2018; Li *et al.*, 2021).

O processamento e a análise das informações quantitativas foram realizados no Microsoft Excel. Além disso, o software VOSviewer foi utilizado para o mapeamento do desenvolvimento científico, por meio da rede de interação das palavras-chave e do fornecimento de dados sobre os artigos científicos. OVOSviewer é um programa computacional desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010), empregado na elaboração de mapas de redes bibliométricas, que é amplamente utilizado em estudos bibliométricos para ilustrar o panorama dos campos de estudo, identificando os *clusters* mais relevantes (Suárez-Gargallo; Zaragoza-Sáez, 2023).

A análise sistemática desempenha um papel essencial acadêmico, ao fornecer contexto e evidências sobre um tema, permitindo, por meio da leitura de artigos científicos, identificar os principais pontos aplicados, as metodologias frequentemente utilizadas, os resultados obtidos, bem como as pers-

pectivas futuras (Assis; Gonçalves, 2022) nessa área. Essa etapa envolve a leitura na íntegra dos artigos científicos e a seleção dos dados e informações relevantes, a fim de traçar um perfil abrangente dos principais aspectos do tema, abordando as pesquisas realizadas até o momento, as tendências emergentes e as lacunas a serem exploradas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tendência do número de publicações ao longo dos anos

Um total de 49 artigos sobre indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos municipais foi identificado no intervalo temporal entre 2010 e 2021. A distribuição das publicações ao longo desse período é mostrada na Figura 2. Nota-se uma flutuação no número de publicações ao longo dos anos, sendo constatada uma lacuna na produção científica em 2010 e apenas uma publicação em 2011 (Passarini *et al.*, 2011), com um crescimento gradual e lento até 2014.

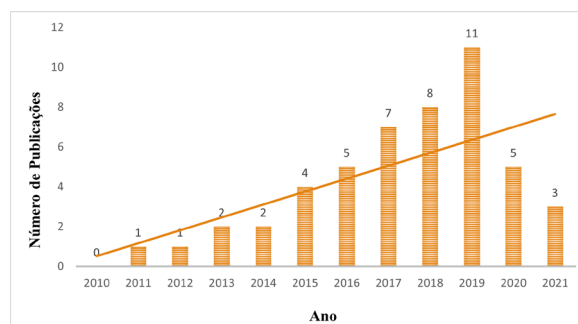


Figura 2 – Tendência das publicações no período temporal de 2010 a 2021.

A partir de 2015, houve um aumento substancial na quantidade de artigos produzidos, atingindo o pico em 2019, com 11 artigos, e posterior queda nos anos de 2020 e 2021. Uma hipótese para esse decréscimo do número de publicações é a pandemia da covid-19, que impactou o desenvolvimento das pesquisas acadêmicas mundialmente. De forma geral, os dados revelam que o número de

publicações sobre o tema ainda é bastante limitado, especialmente diante da notoriedade que a problemática dos resíduos sólidos tem recebido e da necessidade de técnicas de controle e de seu monitoramento.

3.2 Categoria dos periódicos

A análise dos periódicos nos quais as produções científicas estão indexadas é influente no processo de identificação e escolha de onde se deseja publicar, em que é levado em consideração a prevalência e a importância dada pela revista a determinado tema. Nesse caminho, algumas métricas são adotadas como critério de qualidade científica, como o *Journal Impact Factor* (JFI). O JFI é um indicador que fornece informações sobre a taxa de publicação e a taxa de citação de um periódico científico, calculadas a partir da divisão do número de citações do ano atual para artigos publicados num intervalo de dois anos anteriores à análise pela quantidade de escritos científicos publicados no periódico nesse mesmo período (Erivan *et al.*, 2020; Torres-Salinas, 2022).

Os artigos selecionados para este estudo foram publicados em 28 periódicos. Desse corpus, foram selecionadas as revistas com pelo menos três publicações sobre o tema, com sete atendendo a esse critério. O periódico *Waste Management & Research*

apresentou o maior número de artigos científicos publicados sobre o tema, perfazendo um total de oito trabalhos (16%). Essas pesquisas abordam a avaliação dos indicadores (Tot *et al.*, 2017) e também sua aplicação por meio de estudos de casos em países da África (Kabera; Wilson; Nishimwe, 2019; Oduro-Appiah *et al.*, 2017), da América do Sul (Ferronato *et al.*, 2018; Juca *et al.*, 2020), da Ásia Central (Sim *et al.*, 2013) e da Europa (Milutinovic *et al.*, 2016; Stanisavljevic *et al.*, 2015).

Seguindo a *Waste Management & Research*, as revistas *Engenharia Sanitária e Ambiental* e *Waste Management* apresentaram os maiores quantitativos de publicações – quatro cada. Esse resultado indica que os periódicos em questão podem ser uma escolha adequada para a publicação de pesquisas sobre indicadores de gestão de resíduos sólidos.

Em relação ao JFI, destacaram-se os periódicos *Journal of Cleaner Production* (11.072), *Waste Management* (8.816) e *Ecological Indicators* (6.263), com os maiores índices. De acordo com Li *et al.*, (2021), essa métrica não tem relação direta com as revistas de maior número de publicações, como pode ser observado com os periódicos *Journal of Cleaner Production* e *Waste Management*, que possuem alto JFI, mas apresentaram número de publicações inferior à *Waste Management & Research*.

Tabela 1 – Periódicos mais produtivos na área.

Periódico	Número de Publicações	Journal Impact Factor (JFI)
<i>Waste Management & Research</i>	8	4.432
<i>Engenharia Sanitária e Ambiental</i>	4	0.551
<i>Waste Management</i>	4	8.816
<i>Ecological Indicators</i>	3	6.263
<i>Journal of Cleaner Production</i>	3	11.072
<i>Journal of Material Cycles and Waste Management</i>	3	3.579
<i>Sustainability</i>	3	-

3.3 Distribuição geográfica das publicações

Identificar a contribuição de cada país para o tema é essencial, pois por meio desta é possível identificar as regiões que possuem maior interesse no assunto, assim como as nações que incentivam a elaboração de estudos para o desenvolvimento científico e tecnológico de certos campos científicos (Polat *et al.*, 2022).

Essas informações foram analisadas segundo a nacionalidade dos autores. Estatisticamente, 26 países contribuíram com pesquisas sobre o tema, conforme apontado na Figura 3. É possível observar o interesse mundial da comunidade científica no tema, sendo o Brasil (22%) o mais proeminente nesse campo de estudo, seguido da Índia (6%), Itália (6%), México (6%) e Rússia (6%).

O primeiro lugar na análise é ocupado pelo Brasil, o que não é surpreendente, já que a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promulgada em 2010, estabelece que os indicadores façam parte do conteúdo mínimo dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

Um grande número das pesquisas brasileiras se concentra na aplicação de indicadores de sustentabilidade para avaliar sistemas de GRSU municipais. Exemplo disso é o trabalho de Pereira, Curi e Curi (2018), no qual os autores desenvolveram um modelo para avaliar a GRSU – intitulado modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos sustentável (MGRSUS) – que foi estruturado com 46 indicadores distribuídos em quatro dimensões de sustentabilidade: ambiental, social, técnico-operacional e econômico-financeira. O modelo foi aplicado em municípios que compõem a região metropolitana de Campina Grande, identificando que os municípios de pequeno porte apresentam gestão ineficiente, principalmente no quesito disposição final.

Em outra pesquisa, Jucá, Barbosa e Sobral (2020) avaliaram quatro dimensões da sustentabilidade (ambiental, social, econômica e legal/institucional) da GRSU na região de Recife (PE), com base em 13 indicadores, revelando a necessidade de uma maior educação ambiental e ações conjuntas que envolvessem a população, o poder público e iniciativas privadas.

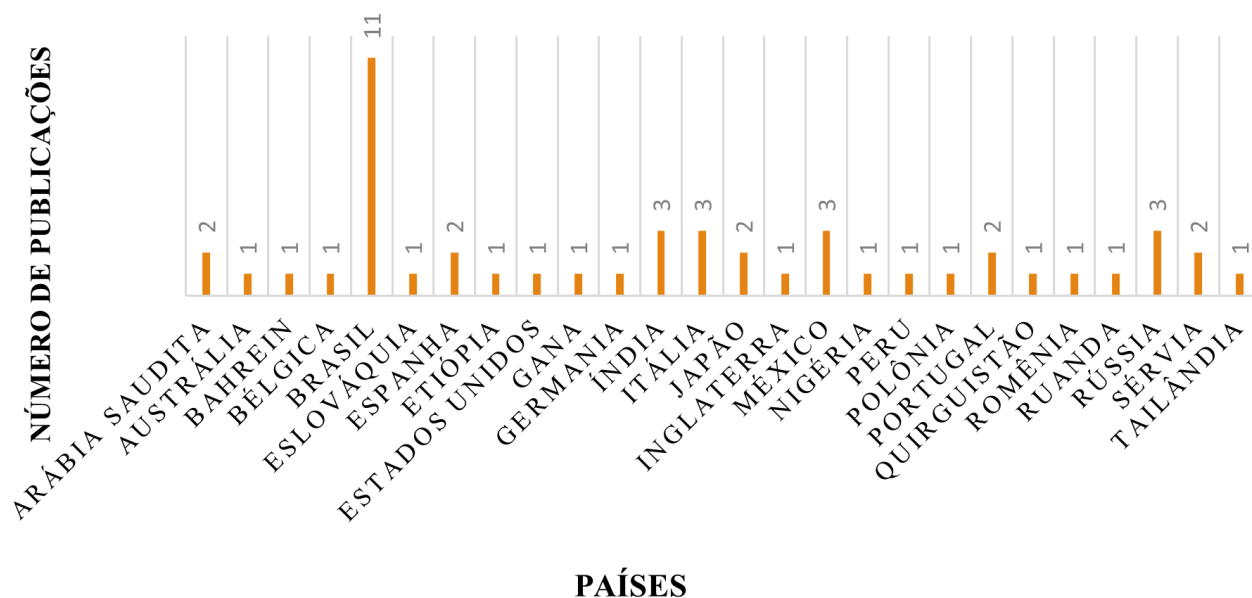


Figura 3 – Distribuição da contribuição científica por país.

3.4 Análise de citações

A análise das citações permite identificar as publicações mais prolíferas e influentes no campo de estudo. Dessa forma, o ranking dos cinco artigos mais citados encontra-se na Tabela 2. Os escritos de autoria de Wilson *et al.* (2015), Zaman (2014) e Passarini *et al.* (2011) foram os mais citados e, conseqüentemente, os com maior destaque, apresentando abordagens relevantes e tornando-se um indicativo de que essas pesquisas têm sido influentes.

Em relação ao conteúdo dos escritos mais citados, Wilson *et al.* (2015) sugeriram a utilização de indicadores de referência qualitativos e quantitativos para avaliar a gestão integrada de resíduos sustentáveis. Em sua pesquisa, os indicadores foram divididos em duas componentes: física e de governança. A componente física contemplava os indicadores quantitativos sobre

a coleta, a reciclagem e o descarte dos resíduos, enquanto a de governança abrangia indicadores qualitativos voltados para a inclusão do usuário e do provedor, sustentabilidade financeira e instituições sólidas e políticas proativas.

No estudo desenvolvido por Zaman (2014), o autor propôs um conjunto de 56 indicadores para avaliar sistemas de gestão de resíduos zero, os quais foram categorizados em sete dimensões: geoadministrativa, sociocultural, gestão, econômica, ambiental, organizacional e política. A gestão de resíduos zero diferencia-se do sistema de gestão tradicional, pois reconhece o desperdício como um recurso que pode ser reaproveitado e transformado na sua fase intermediária. Dessa forma, a proposta de Zaman fornece um conjunto abrangente de indicadores-chave que relaciona diversos eixos temáticos para medir o progresso e prever cenários de desenvolvimento eficazes.

Tabela 2 – Ranking dos artigos científicos com maior destaque em termos de citação.

Autores	Título	Número de citações
Wilson <i>et al.</i> (2015)	'Wasteaware' benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities	320
Zaman (2014)	Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems	198
Rodrigues <i>et al.</i> (2018)	Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management	152
Passarini <i>et al.</i> (2011)	Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions	139
Greene e Tonjes (2014)	Quantitative assessments of municipal waste management systems: Using different indicators to compare and rank programs in New York State	135

Por sua vez, Passarini *et al.* (2011) avaliaram os indicadores de geração de resíduos e coleta seletiva para sistemas de gestão de resíduos em áreas com diferentes condições territoriais, como densidade populacional e altitude. A correlação dessas variáveis demonstrou que municípios com menores densidades populacionais podem apresentar resultados facilmente alcançáveis e satisfatórios no que tange ao sistema de gestão de resíduos. Além disso, os resultados apontaram um diagnóstico do cenário atual, por meio de inferên-

cias gerais, mostrando a importância da analogia do sistema de gestão com as características locais para a seleção das melhores alternativas.

A avaliação de sistemas de gestão de resíduos caracterizou-se como uma abordagem semelhante entre os artigos de maior relevância, sendo um aspecto de diferenciação a quantidade e o tipo de categoria dos indicadores. Essas metodologias têm apresentado aplicabilidade e resultados satisfatórios na avaliação da GRSU em diferentes cidades de

todo o mundo (Byamba *et al.*, 2017; Ferronato *et al.*, 2018; Kabera; Wilson; Nishimwe, 2019; Oduro-Appiah *et al.*, 2017; Rana; Ganguly; Gupta, 2015).

3.5 Análise de co-palavras

No âmbito das copalavras, foi analisada a coocorrência das palavras-chave, com a finalidade de identificar os termos recorrentes mais utilizados pelos pesquisadores e a estrutura de conhecimento do campo científico (Burki; Burki; Najam, 2021; Hu *et al.*, 2023). Foi definido um critério mínimo de dez ocorrências para cada termo para a classificação dos mais relevantes. Assim, das 1641 palavras-chave, 30 satisfizeram essa condição.

O termo “*waste management*” apresentou maior relevância, seguido das palavras-chave “*municipal solid waste*”, “*sustainability*” e “*indicators*”, o que indica que os estudos estão concentrados na área de investigação abordada (Figura 4). Esses termos revelam informações sobre a utilização dos indi-

cadores para a análise dos sistemas de gestão de resíduos municipais, que estão intimamente conectados com as etapas de gerenciamento, bem como com aspectos sustentáveis, financeiros e governamentais.

É possível identificar na rede de coocorrência (Figura 4) a formação de três *clusters*, compostos por grupos de palavras-chave que se correlacionam através das redes. O *cluster* verde é o mais representativo, agrupando estudos relacionados às etapas do sistema de gerenciamento dos resíduos e aspectos técnicos de sua gestão, como coleta, reciclagem, disposição final, governança e sustentabilidade financeira. Nesse grupo, o estudo elaborado por ElSaid e Aghezzaf (2018) ganha destaque, pois propõe um conjunto de indicadores que traduz as etapas do sistema de gerenciamento (coleta, triagem, reciclagem, compostagem, recuperação de energia e disposição final) em informações.

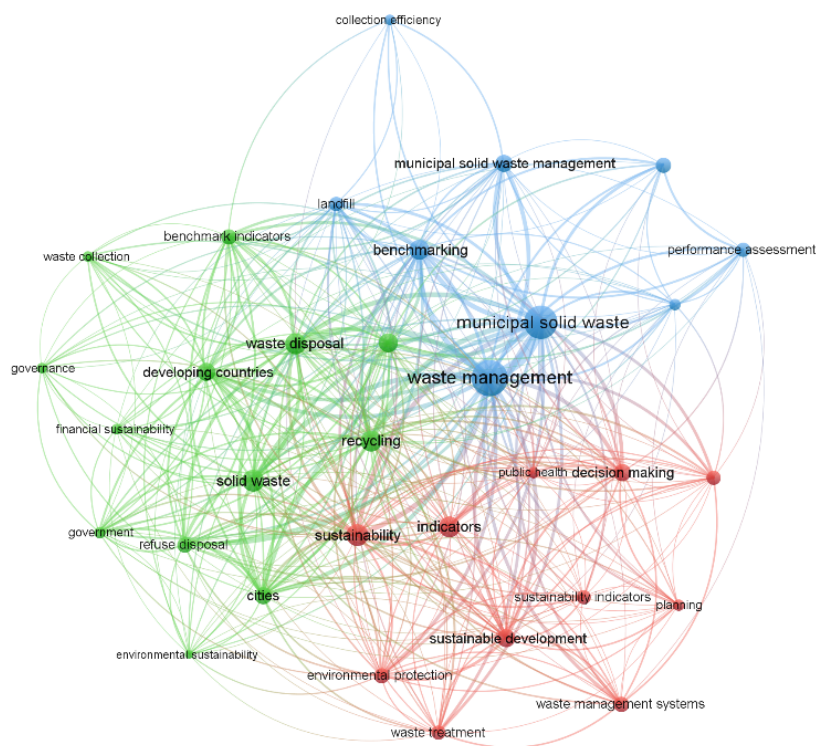


Figura 4 – Rede de coocorrência das palavras-chave.

O *cluster* vermelho inclui os indicadores e revela a relevância dessas ferramentas na avaliação da GRSU e na orientação dos gestores no processo decisório, no planejamento de atividades e no aprimoramento do gerenciamento de resíduos. Izquierdo-Horna, Damazo e Yanayaco (2020) evidenciam a importância dos indicadores como ferramentas de apoio na otimização do processo de gestão, possibilitando a compreensão de pontos cruciais que permitem implantar planos de gerenciamento de resíduos de acordo com as necessidades locais.

Por sua vez, o *cluster* azul indica campos de pesquisa relacionados à gestão de resíduos sólidos, especialmente sobre a importância das avaliações de desempenho dos sistemas municipais de resíduos. Dentre os artigos, destaca-se o estudo realizado por Galicia, Paéz e Padilla (2019), que utilizou indicadores de referência para avaliar políticas e programas de GRSU na Cidade do México. As componentes avaliadas foram as físicas e as de governança, sendo possível constatar que o aspecto de governança apresentou maiores desafios, principalmente em relação ao marco legal regulatório, que atribui aos estados e municípios a responsabilidade da gestão dos resíduos, sem que

haja meios de controle e de apoio para verificar as regulamentações.

3.6 Análise sistemática

Os artigos aptos a integrar esta pesquisa foram sistematicamente revisados. Com isso, foi observado que esses estudos versam sobre proposição de indicadores (8 artigos), avaliação da estrutura dos indicadores (1 artigo) e aplicação dos indicadores sobre territórios (41 artigos). O elevado número de estudos de caso justifica-se pelo foco da pesquisa, que busca investigar os indicadores utilizados na análise de sistemas de gestão de resíduos sólidos a nível municipal.

Foram encontrados 949 indicadores e 64 componentes que categorizam essas ferramentas (Tabela 3). Alguns estudos agruparam os indicadores de acordo com os pilares da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (Rodrigues *et al.*, 2018; Silva; Prietto; Korf, 2019); outros os agruparam de acordo com as etapas de gerenciamento de resíduos (coleta, tratamento e disposição final) (Elsaid; Aghezzaf, 2018); e alguns conforme parâmetros técnicos, operacionais, físicos e de governança (Wilson *et al.*, 2015; Olay-Romero *et al.*, 2020).

Tabela 3 – Resumo dos artigos científicos encontrados com respectivo número de indicadores e componentes avaliadas.

Autor (es)	Número de Indicadores	Componentes avaliadas
Santiago e Dias (2012)	42	política, tecnológica, econômica/financeira, ambiental/ecológica, conhecimento e inclusão social
Mendes <i>et al.</i> (2013)	24	recursos humanos, ambientais, financeiros, de infraestrutura e operacionais
Sim <i>et al.</i> (2013)	7	componentes físicos e estratégias de governança
Zaman (2014)	56	geoadministrativa, sociocultural, gestão, econômico, ambiental, organizacional e político
Parekh <i>et al.</i> (2015)	44	cobertura; transporte; disposição; reclamação do consumidor; custo unitário; resultado; segregação, recuperação e reciclagem; fatores ambientais
Veiga <i>et al.</i> (2016)	12	saúde
Moreira <i>et al.</i> (2017)	29	pressão, estado, impacto e resposta
Tot <i>et al.</i> (2017)	14	institucional-administrativa, econômica, tecnológica e social
Elsaid e Aghezzaf (2018)	27	geral; coleta e classificação; reciclagem; compostagem; recuperação de energia; aterro

continua...

Tabela 3 – Continuação...

Autor (es)	Número de Indicadores	Componentes avaliadas
Rodrigues <i>et al.</i> (2018)	32	econômica, social e ambiental
AlHumid <i>et al.</i> (2019)	61	serviço público e participação, pessoal, ativos físicos, operacional, ambiental, sustentabilidade, financeiro
Fratta, Toneli e Antonio (2019)	10	ambiental/ecológica; econômica; social; política/institucional; cultural; tecnológica
Ferreira <i>et al.</i> (2020)	10	operacional e políticas de reciclagem
Olay-Romero <i>et al.</i> (2020)	10	técnica
Cervantes, Sahagun e Cortázar (2021)	63	institucional; eficácia do governo; transparência e responsabilidade; criação de rede; participação; e controle da corrupção

Além disso, foi constatado que a quantidade de indicadores utilizados para avaliar a gestão de resíduos sólidos é variável, já que alguns estudos empregaram um número reduzido, como Sim *et al.* (2013) e Fratta, Toneli e Antonio. (2019), que adotaram sete e 10, respectivamente. Em contrapartida, Santiago e Dias (2012) e AlHumid *et al.* (2019) utilizaram um número abrangente de indicadores, 42 e 61 respectivamente. Dessa forma, infere-se que não há uma quantidade ideal de indicadores para avaliar esses sistemas, esse valor estando condicionado à diversos fatores como parâmetros avaliados, dimensões consideradas

e disponibilidade de dados confiáveis. Contudo, uma quantidade reduzida de indicadores pode não representar eficientemente todos os aspectos do sistema, e um grande número pode limitar a aplicação em função da necessidade de informações acessíveis e confiáveis (Greene; Tonjes, 2014; Santiago; Dias, 2012; Wilson *et al.*, 2015).

Os principais indicadores utilizados para avaliar a gestão de resíduos sólidos, conforme identificados nesta revisão, foram agrupados em diferentes dimensões: ambiental, econômica, social, operacional e técnica, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores-chave utilizados para avaliação da gestão de resíduos sólidos.

DIMENSÃO	INDICADOR	REFERÊNCIA
AMBIENTAL	Geração de resíduos sólidos per capita (t/hab./ano)	Pereira, Curi e Curi (2018); Santiago e Dias (2012); Silva, Prietto e Korf (2019); ElSaid (2018)
	Taxa de reciclagem (%)	Byamba <i>et al.</i> (2017); Galicia (2019); Rana; Ganguly; Gupta (2015)
	Cobertura de coleta dos resíduos sólidos urbanos (%)	Ferronato <i>et al.</i> (2018); Galicia, Paéz e Padilla (2019); Olay-Romero <i>et al.</i> (2019); Silva, Prietto e Korf (2019); Galicia, Páez e Padilla (2019)
ECONÔMICA	Despesas com gestão de resíduos (\$/ano)	Lahou (2019); Ferreira <i>et al.</i> (2020)
	Custo da disposição em aterro sanitário (R\$/hab./ano)	Silva, Prietto e Korf (2019); Lahou (2019); Mendes <i>et al.</i> (2013); AlHumid <i>et al.</i> (2019)
	Gasto com gerenciamento de resíduos per capita (R\$/hab./ano)	Mendes <i>et al.</i> (2013); Silva, Prietto e Korf (2019)

continua...

Tabela 4 – Continuação...

DIMENSÃO	INDICADOR	REFERÊNCIA
SOCIAL	Existência de organização formal de catadores	Jucá, Barbosa e Sobral (2020); Santiago e Dias (2012); Pereira e Fernandino (2019)
	Satisfação do usuário	Ibáñez-Forés <i>et al.</i> (2019); Rodrigues <i>et al.</i> (2018)
	Capacitação contínua dos agentes que atuam na limpeza pública	Pereira e Fernandino (2019); AlHumid <i>et al.</i> (2019); Fratta, Toneli e Antonio (2019)

Os indicadores encontrados são focados na análise de diferentes etapas da gestão de resíduos, abrangendo a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final deles. Esses indicadores levam em consideração, especialmente, os aspectos relacionados ao meio ambiente, à economia e à sociedade. A gestão de resíduos é uma questão que perpassa os domínios da sustentabilidade, tornando-se fundamental considerar suas vertentes sociais, ambientais e econômicas (Silva; Prietto; Korf, 2019; Taelman *et al.*, 2020).

Os indicadores da componente ambiental envolvem métricas capazes de avaliar os impactos dos resíduos sólidos no meio ambiente (Pereira; Curi; Curi, 2018). Essas métricas incluem a existência de coleta seletiva, o descarte de resíduos em locais adequados e a geração de resíduos *per capita* (Barros; Silveira, 2019; Jucá; Barbosa; Sobral, 2020). O indicador “geração de resíduos sólidos *per capita*” é universalmente uma das métricas mais adotadas em estudos dessa natureza (Elsaid; Aghezzaf, 2018; Pereira; Curi; Curi, 2018; Santiago; Dias, 2012; Silva; Prietto; Korf, 2019). Esse indicador mede a quantidade de resíduos produzidos por habitante em uma determinada região por dia ou ano, e apresenta a influência de fatores como crescimento populacional, progresso econômico e mudanças no estilo de vida e nos padrões de consumo (Adamović *et al.*, 2017).

Para Galicia, Paéz e Padilla (2019), o desenvolvimento econômico e populacional, resulta em um incremento na geração de resíduos, gerando

desafios para a gestão eficiente, principalmente em termos de coleta e tratamento. Para contornar essas dificuldades, os autores evidenciam a importância de expandir a cobertura da coleta de resíduos e reduzir o despejo ilegal.

A cobertura da coleta de resíduos é outra medida importante na gestão de resíduos sólidos, pois avalia a extensão de uma área geográfica atendida pelo serviço de coleta. Silva, Prietto e Korf (2019) utilizaram o referido indicador em três cidades do Rio Grande do Sul, no Brasil, e observaram que todas elas apresentaram taxa de cobertura de 100%, superando a média nacional de 90,80% para o ano de 2015. Galicia, Paéz e Padilla (2019) relataram que a taxa de cobertura na Cidade do México atingiu 82% em 2017, atribuindo esse valor à ausência de controle dos prestadores de serviços privados e das informações, o que dificulta a determinação precisa da quantidade de resíduos gerados.

Por sua vez, os indicadores econômicos fornecem informações sobre a situação econômico-financeira da gestão de resíduos (Zeng *et al.*, 2017), estando diretamente relacionados aos custos e as receitas. São exemplos disso os seguintes indicadores: receita arrecadada com os serviços de gestão, despesas com resíduos sólidos urbanos e autofinanciamento da gestão de resíduos sólidos urbanos (Silva; Prietto; Korf, 2019). A despesa com a gestão de resíduos (\$/ano), por exemplo, é um indicador que mensura os custos financeiros investidos na implementação e operação da

gestão, desde a coleta até a disposição final. Essas despesas possuem interferência de aspectos como complexidade do sistema, infraestrutura, abrangência das rotas tecnológicas e mão de obra. Em um estudo realizado por Mendes *et al.* (2013), foram avaliados os custos da gestão de resíduos em uma região turística que apresenta grandes variações sazonais. De acordo com os autores, os gastos com transporte e disposição final constituíram as principais despesas.

A dimensão social avalia as circunstâncias sociais dos indivíduos envolvidos na gestão de resíduos, sejam eles prestadores de serviços sejam usuários. Essas condições podem ser avaliadas por meio de indicadores como grau de satisfação no atendimento ao usuário, qualificação e treinamento dos profissionais envolvidos (Rodrigues *et al.*, 2018), além de educação e sensibilidade ambiental da população (Parekh *et al.*, 2015; Santiago; Dias, 2012).

O nível de educação ambiental de uma população reflete seu grau de conscientização, sensibilização e desenvolvimento de padrões sustentáveis (Pereira; Fernandino, 2019). Na gestão de resíduos, esse indicador reverbera em outros parâmetros, como redução da geração de resíduos, adesão populacional aos programas de coleta seletiva e eficiência na segregação dos resíduos. Ferronato *et al.* (2018) utilizaram esse indicador para avaliar as práticas adotadas em La Paz, na Bolívia, e constataram que lá existe uma carência de educação ambiental, além de baixas taxas de separação na fonte. De acordo com os autores, isso ocorre devido à pouca conscientização da população e à relutância em adotar tais práticas. No entanto, quando as pessoas recebem orientações sobre a reciclagem e são inclusas nas atividades dos programas de gestão, tendem a apresentar maior probabilidade de adesão às atividades.

Outro aspecto importante a ser considerado é a escala espacial em que essas pesquisas foram realizadas, ficando evidente que a produção cien-

tífica tem focado em escalas municipais, o que também é o escopo deste estudo. Exemplo disso é o trabalho de Misganaw e Tefera (2021), que desenvolveram e utilizaram indicadores da estrutura *Driver, Pressure, State, Impact, Response e Outcome* (DPSIRO) para avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos de Bahir Dar (Etiópia), chegando à conclusão de que a região deve implantar estratégias de gerenciamento 3R para potencializar os benefícios econômicos ao mesmo tempo que minimiza os riscos ambientais e sociais.

No estudo desenvolvido por Barros e Silveira (2019), foi proposto um conjunto de 16 indicadores de sustentabilidade, juntamente com uma análise da aplicabilidade desses indicadores em três municípios da região metropolitana de Belo Horizonte (MG), no Brasil. Os resultados do estudo revelaram uma tendência predominantemente favorável à sustentabilidade nos municípios de Belo Horizonte (69%), Betim (63%) e Contagem (56%), superando as tendências desfavoráveis ou muito desfavoráveis. No entanto, foi observado que a gestão precisa expandir as iniciativas de gerenciamento de resíduos, incluindo sua recuperação, reciclagem e compostagem, além da promoção da inclusão de catadores de materiais recicláveis na prestação dos serviços formais de destinação dos resíduos sólidos.

Oduro-Appiah *et al.* (2017) selecionaram a cidade de Accra, na Gana, para avaliar o desempenho da gestão municipal de resíduos sob a ótica dos aspectos físicos e de governança. Foi constatado que a cidade apresentou um desempenho inferior em vários indicadores quando comparada a cidades de renda média-baixa e baixa. A taxa de cobertura da coleta, por exemplo, é de apenas 75%, valor abaixo das cidades de países de renda média-baixa, que têm uma média de 88%. Outro ponto observado é que a contribuição de prestadores de serviços formais para cobertura de coleta regrediu, enquanto a coleta informal cresceu consideravelmente.

Os autores pontuaram que esse cenário tem grande relação com o envolvimento das empresas privadas, que operam sem muita regulamentação, na gestão dos resíduos. A proposta para melhorar o desempenho do sistema reside em reconhecer, integrar e regulamentar o setor informal, bem como acompanhar essas informações por meio de plataforma que compile todos os processos de planejamento e implementação da gestão.

Em outro estudo, Cervantes, Sahagun e Cortázar (2021) propuseram um método, baseado em indicadores para avaliar a governança local de sistemas de gestão dos resíduos. Além disso, a metodologia foi testada em dois municípios mexicanos, Zapopan e San Pedro Tlaquepaque. Zapopan se sobressaiu, com um desempenho superior em quase todas as fases da gestão, exceto na área da coleta. Esses resultados podem estar diretamente relacionados ao fato de que a gestão é integralmente operada pelo setor público. Por outro lado, San Pedro Tlaquepaque apresentou resultados favoráveis em apenas dois indicadores, ambos derivados da gestão privada do serviço: benefícios relacionados ao salário e taxa média. Segundo os autores, San Pedro Tlaquepaque poderia reverter essa diferença ao aumentar o monitoramento e controle das empresas concessionárias.

Outras pesquisas foram desenvolvidas para avaliar os sistemas de gestão de resíduos sólidos municipais, como os estudos propostos por Greene e Tonjes (2014), em dez municípios do estado de Nova York, EUA; Byamba e Ishikawa (2017), na cidade de Ulaanbaatar, Mongólia; Fratta, Toneli e Antonio (2019), em três municípios brasileiros; e Stanisavljevic *et al.* (2015), em cinco municípios da Sérvia.

4 CONCLUSÃO

Esta revisão bibliométrica abordou as nuances evolutivas e a dinâmica da comunidade científica

sobre a utilização de indicadores para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos. As estatísticas demonstraram uma preocupação a nível global com a temática abordada, refletida pela quantidade de países que contribuíram cientificamente com o campo da pesquisa. O Brasil foi o país com maior produtividade, seguido da Índia, Itália, México e Rússia.

Waste Management & Research foi o periódico com maior número de publicações, sendo uma das revistas de referência na publicação de escritos sobre resíduos sólidos. De acordo com a análise das palavras-chave, os termos gestão de resíduos, resíduos sólidos municipais, sustentabilidade e indicadores foram os mais recorrentes, indicando que os estudos mantiveram o foco na temática da utilização de indicadores para análise de sistemas de GRSU municipais.

A partir dessas análises, foi possível observar que a utilização de indicadores tem atraído a atenção de pesquisadores mundialmente, visto que essas ferramentas têm fornecido uma visão ampla do cenário do sistema de gestão, conduzindo os gestores no processo de tomada de decisão e alinhamento de ações. Em suma, os estudos atuais estão focados em avaliar o sistema como um todo, sem considerar os pormenores que podem influenciar no sucesso do gerenciamento, como a análise setorializada.

Dessa forma, sugere-se que estudos futuros se concentrem no desenvolvimento e aplicação de indicadores que considerem as particularidades locais, por meio da análise setorializada por bairros ou setores de coleta. Assim, este estudo pretende subsidiar a produção de novas pesquisas que versem sobre as lacunas ora identificadas, de modo a contribuir com a compreensão sobre indicadores de sustentabilidade na perspectiva da gestão de resíduos sólidos municipais entre a comunidade acadêmica e os gestores públicos.

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Sá ACN, Nóbrega CC; **Metodologia:** Sá ACN, Nóbrega CC; **Investigação:** Sá ACN, Nóbrega CC, Alves NBP, Souza GF, Silva DLV, Silva RMG, Freitas GP; **Redação:** Sá ACN, SILVA DLV; **Redação – Revisão & Edição:** Sá ACN, Nóbrega CC, Souza GF; **Supervisão:** Nóbrega CC.

6 REFERÊNCIAS

ADAMOVIĆ, V. M. *et al.* Prediction of municipal solid waste generation using artificial neural network approach enhanced by structural break analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 24, p. 299-311, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7767-x>

AHMED, S.; ARIF, F.; HOSSAIN, M. Prediction of solid waste generation and finding the sustainable pathways in the city of Dhaka. **Management of Environmental**, Leeds, v. 31, n. 6, p. 1587-1601, 2020. <https://doi.org/10.1108/MEQ-10-2019-0214>

ALHUMID, H. A. *et al.* Performance indicators for municipal solid waste management systems in Saudi Arabia: selection and ranking using fuzzy AHP and PROMETHEE II. **Arabian Journal of Geosciences**, Londres, v. 12, n. 491, p. 3-23 2019. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4645-0>

ASSIS, T. I.; GONÇALVES, R. F. Valorization of food waste by anaerobic digestion: a bibliometric and systematic review focusing on optimization. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 320, p. 1-15, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115763>

ASTLEITHNER, F. *et al.* Institutions and indicators – The discourse about indicators in the context of sustainability. **Journal of Housing and the Built Environment**, Dordrecht, v. 19, p. 7-24, 2004. <https://doi.org/10.1023/B:JOHO.0000017704.49593.00>

BARROS, R. T. de V.; SILVEIRA, A. V. F. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 411-423, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177499>

BERTANZA, G.; ZILIANI, E.; MENONI, L. Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. **Waste Management**, Amsterdã, v. 74, p. 86-97, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.009>

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 17 jan. 2024.

BURKI, M. A. K.; BURKI, U.; NAJAM, U. Environmental degradation and poverty: a bibliometric review. **Regional**

Sustainability, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 324-336, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.01.001>

BYAMBA, B.; ISHIKAWA, M. Municipal solid waste management in Ulaanbaatar, Mongolia: systems analysis. **Sustainability**, Basileia, v. 9, n. 6, p. 1-21, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9060896>

CERVANTES, D. E. T. *et al.* Using indicators as a tool to evaluate municipal solid waste management: a critical review. **Waste Management**, Nova York, v. 80, p. 51-63, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>

CERVANTES, D. E. T.; SAHAGÚN, B. A. V.; CORTÁZAR, A. L. G. Towards flexible evaluation schemes in areas with lacking information: a case of waste governance in Mexico. **International Review of Administrative Sciences**, v. 88, n. 4, p. 1228-1249, 2021. <https://doi.org/10.1177/00208523211017970>

ELSAID, S.; AGHEZZAF, E. A progress indicator-based assessment guide for integrated municipal solid-waste management systems. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Tóquio, v. 20, p. 850-863, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0647-8>

ERIVAN, R. *et al.* Bibliometric analysis of case report citations and their effect on the impact factor: how does publishing case reports impact journals? **Orthopaedics & Traumatology, surgery & research**, Issy-les-Moulineaux, v. 106, n. 8, p. 1463-1467, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.05.016>

FERREIRA, D. C. *et al.* Economic inefficiency levels of urban solid waste management services in Portugal. **Sustainability**, Basileia, v. 12, n. 10, p. 1-29, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12104170>

FERRONATO, N. *et al.* The municipal solid waste management of La Paz (Bolivia): challenges and opportunities for a sustainable development. **Waste Management & Research**, Londres, v. 36, n. 3, p. 288-299, 2018. <https://doi.org/10.1177/0734242X18755893>

FRATTA, K. D. da S. A.; TONELI, J. T. de C. L.; ANTONIO, G. C. Diagnosis of the management of solid urban waste of the municipalities of ABC Paulista of Brasil through the application of sustainability indicators. **Waste Management**, Nova York, v. 5, p. 11-17, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.001>

GALICIA, F. G.; PAÉZ, A. L. C.; PADILLA, R. T. A study and factor identification of municipal solid waste management in Mexico City. **Sustainability**, Basileia, v. 11, n. 22, p. 1-41, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11226305>

GREENE, K. L.; TONJES, D. J. Quantitative assessments of municipal waste management systems: using different indicators to compare and rank programs in New York State. **Waste Management**, Nova York, v. 34, n. 4, p. 825-836, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.12.020>

- GÜLMEZ, M.; OĞUZ, S.; YALÇINTAŞ, D. Bibliometric analysis of publications in the field of social innovation using visual mapping method. *Suleyman Demirel University Vision Journal*. v. 11, p. 90-101, 2020. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.727490>
- HU, X. *et al.* Mapping the research on desulfurization wastewater: insights from a bibliometric review (1991-2021). *Chemosphere*, Oxford, v. 314, p. 1-16, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137678>
- IBÁÑEZ-FORÉS, V. *et al.* Assessing the social performance of municipal solid waste management systems in developing countries: proposal of indicators and a case study. *Ecological Indicators*, Nova York, v. 98, p. 164-178, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.031>
- IZQUIERDO-HORNA, L.; DAMAZO, M.; YANAYACO, D. Proposal for social indicators to improve municipal solid waste management: a Peruvian case study. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Southampton, v. 247, p. 57-67, 2020. <https://doi.org/10.2495/WM200061>
- JUCÁ, J. F. T.; BARBOSA, K. R. M.; SOBRAL, M. C. Sustainability indicators for municipal solid waste management: a case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. *Waste Management & Research*, Londres, v. 38, n. 12, p. 1450-1454, 2020. <https://doi.org/10.1177/0734242X20941088>
- KABERA, T.; WILSON, D. C.; NISHIMWE, H. Benchmarking performance of solid waste management and recycling systems in East Africa: comparing Kigali Rwanda with other major cities. *Waste Management & Research*, Londres, v. 37, n. suppl.1, p.58-72, 2019. <https://doi.org/10.1177/0734242X18819752>
- KAZA, S. *et al.* (Org.). **What a waste 2.0**: a global snapshot of solid waste management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018.
- KHAN, S. *et al.* Technologies for municipal solid waste management: current status, challenges, and future perspectives. *Chemosphere*, Oxford, v. 288, pt. 1, p. 1-12, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132403>
- LI, X. *et al.* Systematic and bibliographic review of sustainability indicators for contaminated site remediation: comparison between China and western nations. *Environmental Research*, Nova York, v. 200, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111490>
- MENDES, P. *et al.* Evaluating municipal solid waste management performance in regions with strong seasonal variability. *Ecological Indicators*, Nova York, v. 30, p. 170-177, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.02.017>
- MILUTINOVIC, B. *et al.* Sustainability assessment and comparison of waste management systems: the cities of Sofia and Niš case studies. *Waste Management & Research*, Londres, v. 34, n. 9, p.896-904, 2016. <https://doi.org/10.1177/0734242X16654755>
- MISGANAW, A.; TEFFERA, B. Development of DPSIRO framework indicators for municipal solid waste management: a case of Bahir Dar city, Ethiopia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Tóquio, v. 23, p. 2101-2111, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01266-9>
- MOREIRA, R. da S. *et al.* Sustentabilidade Socioambiental no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso com aplicação do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. *Espacios*, Caracas, v. 38, n. 58, p. 5, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n58/17385805.html>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- ODURO-APPIAH, K. *et al.* Assessment of the municipal solid waste management system in Accra, Ghana: a 'Wasteaware' benchmark indicator approach. *Waste Management & Research*, Londres, v. 35, n. 11, p. 1149-1158, 2017. <https://doi.org/10.1177/0734242X17727066>
- OLAY-ROMERO, E. *et al.* Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: a case in Mexico. *Waste Management*, Nova York, v. 107, p. 201-210, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.039>
- PAREKH, H. *et al.* Identification and assigning weight of indicator influencing performance of municipal solid waste management using AHP. *KSCE Journal of Civil Engineering*, Seul, v. 19, p. 1-10, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12205-014-2356-3>
- PASSARINI, F. *et al.* Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions. *Waste Management*, Nova York, v. 31, n. 4, p. 785-792, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.021>
- PEREIRA, S. S.; CURTI, R. C.; CURTI, W. F. Use of indicators in urban solid waste management: a methodological proposal of construction and analysis for cities and regions: application of the model. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 485-498, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018163505>
- PEREIRA, T. de S.; FERNANDINO, G. Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, Barking, v. 179, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104839>
- POLAT, Z. A. *et al.* Global scientific production on LADM-based research: a bibliometric analysis from 2012 to 2020. *Land Use Policy*, Londres, v. 112, p. 1-9, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105847>
- RANA, R.; GANGULY, R.; GUPTA, A. K. An assessment of solid waste management system in Chandigarh City, India. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Nova York, v. 20, n. 6, p. 1547-1572, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276275442_An_Assessment_of_Solid_Waste_Management_System_in_Chandigarh_City_India. Acesso em: 16 jan. 2024.

- RODRIGUES, A. P. *et al.* Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 186, p. 748-757, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.067>
- SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matrix of sustainability indicators for the urban solid waste management. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000200010>
- SILVA FILHO, R. da C.; VANZ, S. A. de S. Análise da produção científica da enfermagem e seus leitores no Mendeley. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 215-237, 2020. <https://doi.org/10.26512/rici.v14.n1.2021.31979>
- SILVA, L. da; PRIETTO, P. D. M.; KORF, E. P. Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 237, p. 1-10, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117802>
- SIM, N. M. *et al.* Waste management and recycling in the former Soviet Union: the city of Bishkek, Kyrgyz Republic (Kyrgyzstan). **Waste Management & Research**, Londres, v. 31, n. suppl.10, p. 106-125, 2013. <https://doi.org/10.1177/0734242X13499813>
- SOLTANI, A. *et al.* Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. **Waste Management**, Amsterdã, v. 35, p. 318-328, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.010>
- STANISAVLJEVIC, N. *et al.* Application of MFA as a decision support tool for waste management in small municipalities – case study of Serbia. **Waste Management & Research**, Londres, v. 33, n. 6, p. 550-560, 2015. <https://doi.org/10.1177/0734242X15587735>
- SUÁREZ-GARGALLO, C.; ZARAGOZA-SÁEZ, P. A comprehensive bibliometric study of the balanced scorecard. **Evaluation and Program Planning**, Oxford, v. 97, p. 1-14, 2023. <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.evalprogplan.2023.102256>
- SUN, Y.; GRIMES, S. The emerging dynamic structure of national innovation studies: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 106, p. 17-40, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1778-0>
- TAELMAN, S. *et al.* An operational framework for sustainability assessment including local to global impacts: focus on waste management systems. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 162, p. 1-11, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104964>
- TORRES-SALINAS, D.; VALDERRAMA-BACA, P.; ARROYO-MACHADO, W. Is there a need for a new journal metric? Correlations between JCR Impact Factor metrics and the Journal Citation Indicator–JCI. **Journal of Informetrics**, Amsterdam, v. 16, n. 3, p. 1-11, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2022.101315>
- TOT, B. *et al.* Group assessment of key indicators of sustainable waste management in developing countries. **Waste Management & Research**, Londres, v. 35, n. 9, p. 913-922, 2017. <https://doi.org/10.1177/0734242X17709911>
- TSAI, F. M. *et al.* Municipal solid waste management in a circular economy: a data-driven bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 275, p. 1-17, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124132>
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- VEIGA, T. B. *et al.* Building sustainability indicators in the health dimension for solid waste management. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 24, p. 1-8, 2016. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.0635.2732>
- VONGDALA, N. *et al.* Heavy metal accumulation in water, soil, and plants of municipal solid waste landfill in Vientiane, Laos. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basileia, v. 16, n. 1, p. 22, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010022>
- WILSON, D. C. *et al.* ‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. **Waste Management**, Nova York, v. 35, p. 329-342, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- YAO, H.; ZHANG, C. A bibliometric study of China’s resource recycling industry policies: 1978-2016. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 134, p. 80-90, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.008>
- ZAMAN, A. U. Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. **Ecological Indicators**, Nova York, v. 36, p. 682-693, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024>
- ZENG, B. *et al.* The case of Brazil’s municipal solid waste management: residents’ perceptions. **The International Journal of Environmental Sustainability**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 1-14, 2017. <https://doi.org/10.18848/2325-1077/CGP/v13i03/1-14>