

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2025.62.16103>

Submetido em: 17/6/2024

Aceito em: 10/9/2024

Publicado em: 2/1/2025

Mariane Beatriz Wittmann¹; David Lorenzi Júnior²
Igor Bernardi Souza³; Lucas Veiga Avila⁴

RESUMO

A pesquisa possui o propósito de realizar um estudo bibliométrico sobre a produção científica, em âmbito internacional, na área de gestão de resíduos. Para tanto foram pesquisados, na base de dados Web of Science, os arquivos publicados no período de 2012 a 2021 sobre este tema. Foram analisados parâmetros bibliométricos como evolução do número de publicações, autores, países que mais publicaram sobre o tema, categorias utilizadas pelos autores, idioma, tipo de documento e a publicação que teve mais destaque em número de ações entre as pesquisadas. Também foi utilizado o software VOSviewer para analisar as redes de autores e palavras-chave. A partir do tópico “waste management*”, a pesquisa retomou 18.820 publicações, observando-se tendência de crescimento do número de publicações ao longo do tempo. Com relação aos países que mais publicaram sobre o tema de gerenciamento de resíduos, há grande destaque para China (2.215) e Índia (1.899). A pesquisa possui relevância em disponibilizar uma visão detalhada do conhecimento científico sobre gestão de resíduos.

Palavras-chave: análise bibliométrica; gestão de resíduos; web of science.

ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION ON WASTE MANAGEMENT

ABSTRACT

The research aims to conduct a bibliometric study on scientific production, at an international level, around waste management. To this end, the Web of Science database was searched for files published between 2012 and 2021 on this topic. Bibliometric parameters such as the evolution of the number of publications, authors, countries that published the most on the topic, categories used by the authors, language, type of document, and the publication that stood out in a number of publications among those searched were analyzed. The VOSviewer software was also used to analyze the networks of authors and keywords. Based on the topic “waste management*”, the research retrieved 18,820 publications, observing a growing number of publications over time. Regarding the countries that published the most on the topic of waste management, China (2,215) and India (1,899) stand out. The research is relevant in providing a detailed view of the scientific knowledge on waste management.

Keywords: bibliometric analysis; waste management; web of science.

¹ Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-7641-7609>

² Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-0358-6823>

³ Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5403-3279>

⁴ Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-1502-258X>

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, alicerçado em novos hábitos de compra e consumo, contribui para o aumento da geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cuja destinação final ambientalmente adequada tem sido objeto de muitos debates e políticas públicas nas últimas três décadas (Khan; Kumar; Samadder, 2016, Sena *et al.*, 2023, Serafini *et al.*, 2022). Estima-se que, em 2022, foram gerados cerca de 77 milhões de toneladas de RSU no Brasil (Abrema, 2024).

Quanto às definições sobre o assunto, salienta-se que gestão integrada de resíduos sólidos e gerenciamento dos resíduos sólidos são conceitos diferentes, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos –PNRS – (Brasil, 2010). Gestão integrada de resíduos sólidos é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Já gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente apropriada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (Brasil, 2010). Para melhor entendimento, será adotada no presente estudo a expressão gestão de resíduos, sendo entendido como todas as ações de manejo de RSU, englobando a gestão integrada e o gerenciamento.

Nesse sentido, ressalta-se que a gestão adequada de resíduos é relevante no que se refere à promoção de práticas sustentáveis (De La Poza *et al.*, 2021, Farias *et al.*, 2023, Chang; Lien, 2020). Considerando a tendência de crescimento de problemas urbanos, os resíduos vêm ganhando relevância como um grave problema ambiental contemporâneo (Taves *et al.*, 2018). O aumento da população e a utilização de práticas predatórias das riquezas naturais têm acelerado problemas no ambiente ecológico e, também, no contexto social (Marchi, 2015).

Compreendendo esse cenário, o estudo da gestão de resíduos é um tema em constante evolução, associado ao desenvolvimento sustentável, capaz de promover mudanças no comportamento da sociedade e organizações preocupadas em equilibrar as dimensões sociais, ambientais e econômicas (Matiuk; Liobikiene, 2021; Zambam; Santos, 2020). Ampliando a consciência ambiental, destaca-se a ressignificação de valores, questionamento de posturas e mudanças de comportamento, além de integrar a harmonia entre os indivíduos e meio ambiente, priorizando a gestão ambiental no contexto do indivíduo na sociedade, despertando o interesse no comportamento social (Almeida, 2018, Perović; Kosor, 2020; Sonetti; Barioglio; Campobenedetto, 2020).

Associado ao contexto da gestão de resíduos, destaca-se a importância do estudo da bibliometria, pois possui o papel de analisar a produção do conhecimento científico, permitindo uma visão detalhada sobre a temática (Gonçalves; Mikosz, 2023). Com isso, por meio deste estudo é possível efetuar um recorte na produção científica gerada pela Pós-Graduação em âmbito internacional, com nível de tendência das pesquisas.

Analisando esse cenário, o propósito maior do estudo foi analisar a produção científica do tema gestão de resíduos sólidos, em âmbito internacional, por meio da base de dados WoS (*Web of Science*). Para o alcance desse propósito foram elencados os seguintes objetivos específicos:

identificar os principais tópicos relacionados à gestão de resíduos sólidos; elencar as produções por país, idioma, autor, áreas temáticas de pesquisa, bem como assinalar o número da evolução das citações e publicações entre 2012 e 2021.

A pesquisa possui relevância haja vista a escassez de estudos da produção científica voltados à gestão de resíduos sólidos em âmbito internacional, compreendendo a sua evolução (Queiroz *et al.*, 2024). Além disso, fornece uma visão detalhada do conhecimento científico sobre gestão de resíduos.

Quanto à estrutura deste artigo, dar-se-á por meio de quatro seções além da introdução. Num primeiro momento, será apresentado o referencial teórico sobre gestão de resíduos, contemplando sua evolução em âmbito geral e, logo depois, enfatizando a área da educação. Em seguida, relata-se a metodologia utilizada na pesquisa, seguindo-se a análise e discussão dos resultados e das considerações finais, quando será retomado o objetivo da pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta uma discussão teórico-empírica para o entendimento da temática em estudo, na qual são abordados os seguintes subtópicos: contexto mundial de gestão de resíduos, contexto brasileiro com políticas públicas estabelecidas mediante lei e definições sobre análise bibliométrica.

Contexto mundial da gestão de resíduos

Com a crescente exploração dos recursos naturais, principalmente os finitos, o tema da gestão de resíduos tem ganhado força e contribuído para mudanças significativas na sociedade e nas organizações (Souza, 2022). Associado a isso, ressalta-se a compreensão da evolução dos estudos relacionados ao contexto histórico da sociedade, juntamente com a gestão das organizações e políticas de melhoria de planos postos em prática para fomentar esse tema (Rodić; Wilson, 2017; Sena *et al.*, 2023, Taves *et al.*, 2018).

Estima-se que a geração de resíduos sólidos municipais cresça de 2,1 bilhões de toneladas em 2023 para 3,8 bilhões de toneladas em 2050. Somente o custo direto global do gerenciamento de resíduos foi estimado em US\$ 252 bilhões, mas se forem considerados os custos ocultos de poluição, saúde precária e mudanças climáticas decorrentes de práticas inadequadas de descarte de resíduos, o custo sobe para US\$ 361 bilhões. A previsão é que, caso não sejam tomadas medidas para modificar esse contexto da gestão de resíduos, até 2050 esse custo anual global poderá quase dobrar, atingindo a impressionante cifra de US\$ 640,3 bilhões (Iswa, 2024).

Países da União Europeia produzem anualmente 2,1 milhões de toneladas de resíduos (PE, 2024). Para reduzir o impacto gerado pelos resíduos, a União Europeia está adotando objetivos relacionados à reciclagem, decomposição em aterros e resíduos de embalagens. Entre as medidas sustentáveis adotadas salienta-se as seguintes: Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*), estratégia de biodiversidade para 2030, Acordo de Paris e metas climáticas e iniciativas de energias renováveis.

O Pacto Ecológico Europeu foi lançado em 2019 e tem o objetivo de tornar a Europa o primeiro continente neutro em carbono até 2050, incluindo medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, promover a eficiência energética, apoiar a economia circular e

proteger a biodiversidade. A estratégia da biodiversidade para 2030 inclui planos de ampliar áreas protegidas, restauração de ecossistemas naturais e preservação da biodiversidade. O Acordo de Paris compromete-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 55% até 2030 em relação aos níveis de 1990. Além disso,

a União Europeia está promovendo a adoção de energias renováveis, como solar e eólica, com metas para aumentar a proporção desse tipo de energia (Iswa, 2024).

Associadas às políticas governamentais, empresas ao redor do mundo estão começando a adotar práticas mais verdes, conhecidas como a revolução verde nos negócios (Bispo; Freire, 2020). De grandes corporações a *startups* inovadoras, o setor privado está explorando maneiras de operar de forma responsável. Isso inclui a adoção de tecnologias limpas, o uso de materiais sustentáveis e a criação de processos que reduzam o desperdício (Laville, 2009). As empresas não apenas contribuem para a proteção ambiental, mas também encontram oportunidades de mercado e vantagens competitivas ao alinhar suas operações com os princípios da sustentabilidade (Cunha; Pires; Paula, 2023). Nesse paradigma, pretende-se promover a transição para um modelo sustentável, em que o desenvolvimento não comprometa os recursos e a qualidade de vida das próximas gerações.

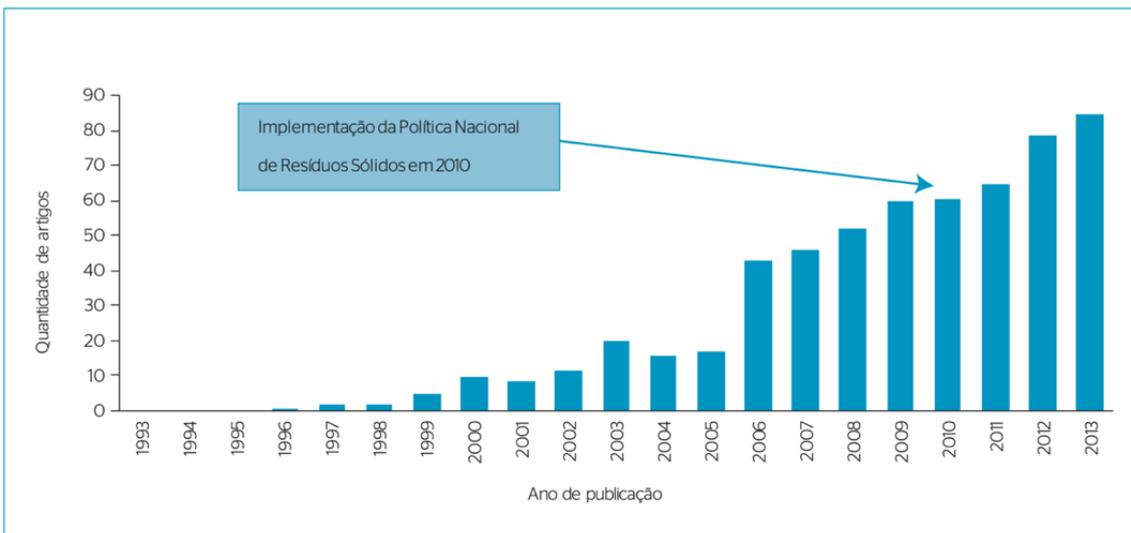
Contexto brasileiro de leis e políticas de gestão de resíduos

Segundo o Ipea (2020), o Brasil é um dos países que mais produz resíduos sólidos, cuja destinação final deveria receber tratamento com soluções economicamente sustentáveis, de acordo com a legislação e as tecnologias disponíveis, mas acabam, em grande parte, sendo despejados em lixões e aterros sem especificações. Em 2021 mais de 80 milhões de toneladas de resíduos foram geradas, comprometendo parte das receitas das prefeituras com seu manejo (Abrema, 2024). Com esse dado, constata-se a importância de planos, políticas, normas que apoiam as organizações no manejo, descarte, logística, ou seja, toda a relação adequada da gestão de RSU.

Ressalta-se um cenário de geração de resíduos que atingiu 65,1 milhões de toneladas em 2019, dos quais cerca de 60 milhões foram coletadas por empresas municipais públicas e privadas (Penteado; Castro, 2021). Sendo assim, embora os instrumentos da PNRS potencializem a prevenção, redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, ainda há necessidade de superar desafios ambientais com serviços urbanos adequados para a sociedade. É, em razão da necessidade de superar esses desafios, que se torna necessário uma gestão integrada, podendo ocorrer por meio de consórcios públicos, políticas, normas e fomento das empresas públicas e privadas buscando a sustentabilidade eficaz nos investimentos de gerenciamento de resíduos (Maiello; Britto; Valle, 2018).

Com a importância do tema, ocorreu uma evolução das políticas brasileiras voltadas para esse tema, observando-se um fomento de práticas de sustentabilidade, devido às mudanças significativas na sociedade e nas organizações (Zago; Barros, 2019). A promulgação de leis, decretos e políticas públicas incentivaram o incremento de publicações no Brasil com relação do tema de gestão de resíduos (Farias *et al.*, 2023). Esse dado está associado à Figura 1, a qual corresponde à evolução da produção científica brasileira sobre resíduos sólidos entre os anos de 1993 e 2013.

Figura 1 – Evolução da produção científica brasileira sobre resíduos sólidos entre os anos de 1993 e 2013



Fonte: Deus; Battistelle; Silva (2015, p. 695).

Passados alguns anos da promulgação dessa lei, contudo, o Brasil apresenta algumas dificuldades para a adoção da PNRS. Isso ocorre devido à falta de aplicação nas práticas existentes atualmente de gestão de resíduos, principalmente no âmbito dos municípios brasileiros (Heber; Silva, 2014). Planos, políticas, programas determinados mediante lei, estabelecem objetivos e princípios que só podem se tornar efetivos quando envolvem a comunidade de atores que podem torná-las aplicáveis (Hodgson, 2006).

Para complementar a PNRS, em 2023 foram instituídos o decreto nº 11.413, que trata do Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa – CCRLR – o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral – CERE – e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa. O Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa é documento emitido pela entidade gestora que comprova a restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente dos produtos ou das embalagens sujeitas à logística reversa. Já o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral é emitido por entidade gestora que certifica a empresa como titular de projeto estruturante de recuperação de materiais recicláveis e comprova a restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente dos produtos ou das embalagens sujeitas à logística reversa e à reciclagem (Brasil, 2023a). O documento emitido por uma entidade gestora permite à empresa atingir antecipadamente o cumprimento de sua meta de logística reversa. Essas mudanças são importantes para o aprimoramento da logística reversa, assim como da valorização do trabalho dos agentes de reciclagem.

Este Decreto apresenta o que é esperado pelo governo para comprovação do atendimento na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Dessa forma, foram instituídos novos mecanismos que procuram soluções integradas para operacionalizar a logística reversa. Entre os mecanismos destacam-se: os pontos de entrega de recicláveis, as unidades de triagem manual ou mecanizada, as unidades de reciclagem, a comercialização de produtos ou de embalagens descartadas (Brasil, 2023a).

Também foi instituído em 2023 o Decreto nº 11.414, o qual visa a apoiar os catadores de recicláveis e reutilizáveis. Estabelece diretrizes para a revisão e atualização do cadastro de

peças jurídicas no Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação (Sisp). Esse Decreto é uma medida importante para aprimorar a governança e a eficiência da gestão de tecnologia da informação no setor público, refletindo um esforço do governo para modernizar e fortalecer a gestão pública, garantindo que as informações estejam sempre atualizadas e que os recursos sejam utilizados de maneira eficaz (Brasil, 2023b).

Essas mudanças são importantes para o aprimoramento da logística reversa, assim como para a valorização do trabalho dos agentes de reciclagem (Farias, 2023). Além da previsão de diminuição na geração de resíduos, por meio do incentivo à prática de consumo sustentável e à destinação adequada dos resíduos, a PNRS fortalece a inclusão de catadores organizados em associações e cooperativas na prestação de serviço de coleta seletiva para os municípios e promove o desenvolvimento ambientalmente sustentável e socialmente justo, aliados à questão da economia de recursos ligados à reciclagem (Marchi; Santana, 2022; Souza; Pereira; Calbino, 2021).

Análise bibliométrica

A expressão bibliometria aborda a união das palavras livro e mensuração, sendo conhecida no campo da produção científica como cienciometria ou cientometria, apropriação procedente do termo por analisar o produto responsável pela reificação da própria ciência (Gonçalves; Mikosz, 2023). Sendo assim, a bibliometria pode ser compreendida como a contagem de documentos, entre os quais: artigos científicos, patentes e livros, baseando-se em uma busca de palavras, expressões e referências bibliográficas. Essa definição, porém, é básica, pois também envolve medir, organizar, calcular, avaliar e contrastar estudo que utiliza técnica estatística e matemática para quantificar a comunicação escrita, a partir de informações documentais.

Segundo Vanti (2002), a bibliometria pode ser conceituada como uma metodologia de agrupamento para estruturação de conhecimento produzido em uma área científica, mas que resulta em informações quantificáveis, podendo ocorrer abordagem estatística na análise do resultado alcançado. O autor comenta que nesse tipo de pesquisa pode ser identificada uma tendência de como um determinado assunto está sendo analisado, sendo assim, pode ser tratado de maneira quantificável o comportamento de um estudo científico, possibilitando uma visão de alcance do tema estudado.

Nesse sentido, a utilização de técnicas quantitativas de análise contribui para fomentar a busca do conhecimento e o entendimento da ciência. Com a análise bibliométrica é possível verificar o andamento e evolução de um determinado tema ao longo de um período e de que forma o fluxo de informação pode ser utilizado com eficiência, fortalecendo a busca de informações (Rezende; Carvalho, 2023).

METODOLOGIA

Para atingir o propósito da pesquisa o presente estudo consistiu em analisar a produção científica sobre gestão de resíduos (*waste management*), em âmbito internacional, o que foi possível por meio da plataforma Web of Science. Para isso realizou-se uma revisão de literatura estruturada com o uso da análise bibliométrica. Também foi utilizado o software *VOSviewer* 1.6.16 com o intuito de construir e visualizar as redes bibliométricas de autoria e palavras-chave.

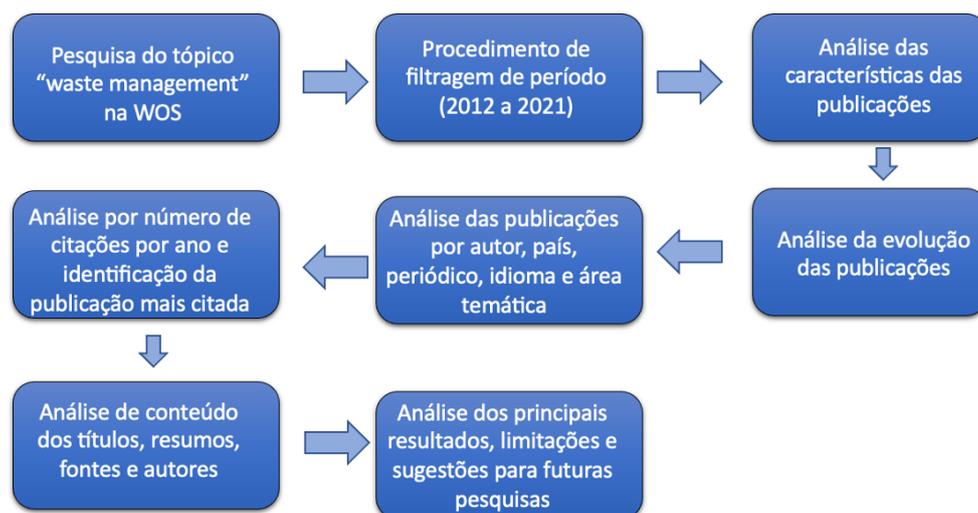
ve. O objetivo da bibliometria encontra-se na análise quantitativa das publicações científicas, possibilitando a percepção sobre o estágio em que um tópico de pesquisa se encontra dentro de determinada área (Silva, 2004). Posto isso, o uso da pesquisa bibliométrica é um recurso vital para transmissão da produção científica e a sua finalidade é alcançada por meio da aplicação de uma técnica capaz de medir a influência dos pesquisadores ou periódicos, permitindo traçar o perfil e suas tendências, além de destacar áreas temáticas. Na concepção de Gil (2010), a pesquisa bibliográfica tem por intuito analisar diferentes visões sobre determinado problema, fato este que pode ser engrandecido com novas contribuições teóricas.

Para a realização da análise bibliométrica utilizou a expressão “*waste management**”. Ressalta-se que foi colocado entre aspas para pesquisar o termo por completo, e não as palavras em separado. O asterisco colocado ao final da palavra *management* serviu como caractere curinga, para abranger tanto a forma singular quanto a forma plural do termo. Utilizou-se o campo de busca denominado “tópico”, pois compreende os registros nos campos título, resumo, palavras-chave do autor e palavras-chave criadas (*Keywords plus*). Vale ressaltar que a busca pelo material bibliométrico ocorreu no mês de setembro de 2022.

Com relação ao período de publicação, foram considerados os estudos publicados entre os anos de 2012 e 2021. Também, devido ao desenvolvimento temporal, o estudo caracterizou-se como longitudinal (Hair, 2005).

Com isso, obteve-se dados referentes à evolução das publicações, os principais autores, os países com maior número de publicações, os periódicos mais usados, os idiomas mais empregados, as principais áreas temáticas abordadas pelo tema, a evolução do número de citações, o principal título citado na WoS sobre Gestão de Resíduos (*waste management**) e a análise de conteúdo dos títulos, resumos, fontes e autores que apareceram nas publicações. Na Figura 2 ilustram-se os procedimentos adotados no estudo.

Figura 2 – Procedimentos do estudo



Fonte: Elaborada pelos autores, (2022).

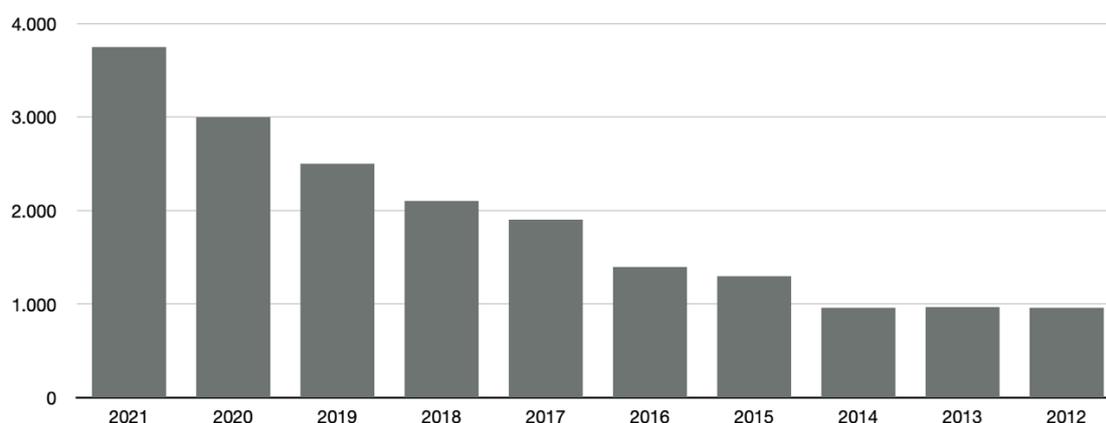
No próximo tópico do texto encontrar-se-ão a análise dos dados e os principais resultados do estudo, demonstrados de forma quantitativa por meio de gráficos, obtida em conformidade com os procedimentos esboçados na Figura 2.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme especificado no tópico da metodologia, a análise dos dados foi realizada com base nas buscas realizadas na base *Web of Science*, no período de 2012 a 2021, a partir do tópico “*waste management**”, em que foram retornadas 18.820 publicações.

Por meio da busca na análise bibliométrica foi possível analisar a evolução do número de publicações sobre gestão de resíduos no período, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Evolução das publicações sobre gestão de resíduos na WoS



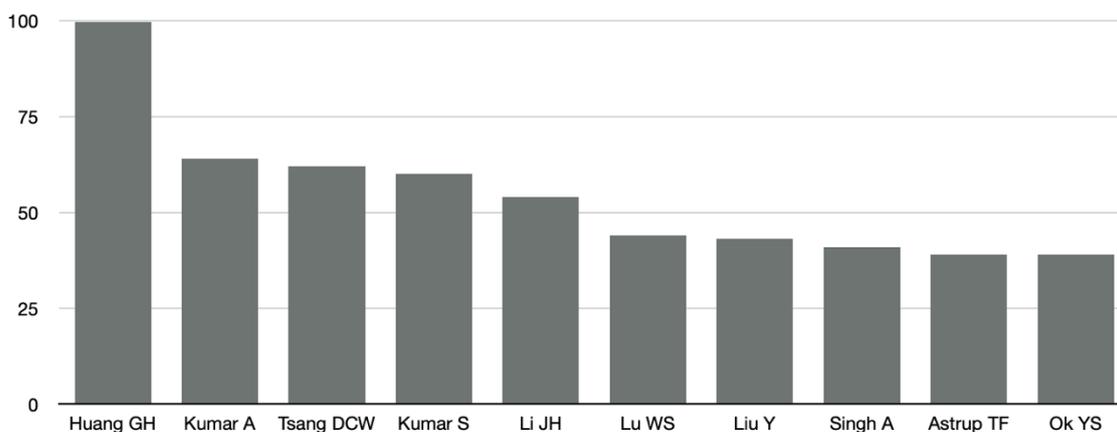
Fonte: Dados da pesquisa (Web of Science, 2022).

Constatou-se que o número de publicações se manteve com uma média crescente a partir de 2012 e nos anos de 2012 a 2014 ocorreram pequenas alterações nas publicações, sendo em 2012 um total de 964 e em 2014 um total de 959 publicações. Percebe-se também que, de 2016 a 2021, o número de publicações aumentou consideravelmente, se comparado com outros anos, observando-se que o pico maior de produção deu-se no ano de 2021, com 3.748 publicações. Isso evidencia o quanto a gestão de resíduos vem sendo estudada nos últimos anos, mostrando uma tendência de aumento das publicações nos próximos períodos.

Outra questão que acarretou também um aumento de publicações nos anos de 2020 e 2021 na área de gestão de resíduos é devido à pandemia da Covid-19. Esse fato gerou a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs), com destaque para o número de máscaras usadas diariamente em âmbito mundial, com estimativa superior a 7 milhões (Hantoko *et al.*, 2021, Ventura *et al.*, 2021).

Quanto à análise dos principais autores que publicaram sobre o assunto, nota-se certa “pulverização”. Esse fato pode ser confirmado ao considerar que os dez autores que mais publicaram dentro desse período somam apenas 545 publicações, entre um total de 18.820. O autor que possui o maior número de publicações foi Huang GH, com um total de 100, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Quantidade de publicações por autor na WoS



Fonte: Dados da pesquisa (Web of Science, 2022).

Com relação aos países que mais publicaram sobre o tema de gestão de resíduos, de acordo com a Figura 5, há destaque para China (2.215) e Índia (1.899). O Brasil ficou em sexto lugar (906), ao lado da Itália e Inglaterra. Destaca-se o grande volume de publicações na China, especialmente em Hong Kong (território da China), que tem amplo interesse em investigar os planos, práticas, desafios e estratégias de gestão de resíduos, conforme encontrado nos estudos de Chen *et al.* (2018). Além disso, a atuação científica da China nas pesquisas está relacionada com a grande quantidade de resíduos gerados devido ao crescimento da população, em especial a urbana, após a década de 80 (Carvalho *et al.*, 2021). Há evidências de estudos realizados por Wang *et al.* (2018), os quais relatam que a quantidade de resíduos gerados na China está entre 2 a 3 bilhões t/ano.

Em segundo lugar, a Índia apresenta um contexto similar ao dos chineses. O país também passou por um processo de crescimento populacional, associado à geração de resíduos, demonstrando um crescimento de publicações sobre o tema. “Na Índia, por exemplo, os resíduos sólidos urbanos constituem um tema de grande importância, pois as cidades sofreram uma explosão demográfica e os resíduos ainda são depositados em terrenos, de forma descontrolada” (Deus; Battistelle; Silva, 2015, p. 693).

Os EUA, terceiro país com maior número de publicações científicas, apresentou crescimento nos estudos devido ao aumento das legislações internacionais, a busca por um comportamento sustentável e o gerenciamento do descarte de resíduos, colaborando para o entendimento de mudanças de hábitos e práticas de consumo sustentáveis (Silva *et al.*, 2023). Diante da mudança de paradigma, a demanda por soluções sustentáveis tem impulsionado novas pesquisas no mercado de resíduos nos EUA (Braga; Ribeiro, 2023).

A Inglaterra, quarto país com destaque em publicações, introduziu novas legislações relacionadas ao meio ambiente e sustentabilidade, associadas ao Reino Unido (Brasil, 2022). Nesse cenário, adotou objetivos de matéria de reciclagem, decomposição e resíduos de embalagens. Com isso, espera promover a transição para um modelo mais sustentável. Associando o país com as legislações e objetivos, ressalta-se que o Reino Unido é um país que abriga pesquisadores, sendo responsável por 15% das publicações científicas mais citadas no mundo (Brasil, 2021). “O governo britânico [...] reconhece que o êxito do Reino Unido na área

da ciência pode ser atribuído ao grande volume de parcerias de pesquisa regularmente firmadas por instituições britânicas” (Brasil, 2021, p. 9).

A Itália, como muitos países da Europa e de outros continentes, teve de lidar com os resultados do progresso econômico e as consequências de suas atividades na vida da sociedade (Militello *et al.*, 2020). A dificuldade de encontrar o equilíbrio entre as diversas necessidades influenciou as respostas regulatórias que o sistema jurídico italiano preparou sobre o meio ambiente, repercutindo em uma atenção maior dos pesquisado com relação a esse tema (Sciarelli, 2021).

O Brasil, em sexto lugar em número de publicações, tem buscado regulamentações sobre o gerenciamento adequado de resíduos (Deus; Battistelle; Silva, 2015, Cezar *et al.*, 2015). Além disso, a evolução da produção brasileira sobre essa temática nos últimos anos evidencia a preocupação dos pesquisadores em estudar estratégias para tomadas de decisão adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destino do resíduo (Queiroz *et al.*, 2024). Além disso, a PNRS é importante para a sociedade, possibilitando aprendizado e a busca pelo desenvolvimento sustentável (Farias *et al.*, 2023).

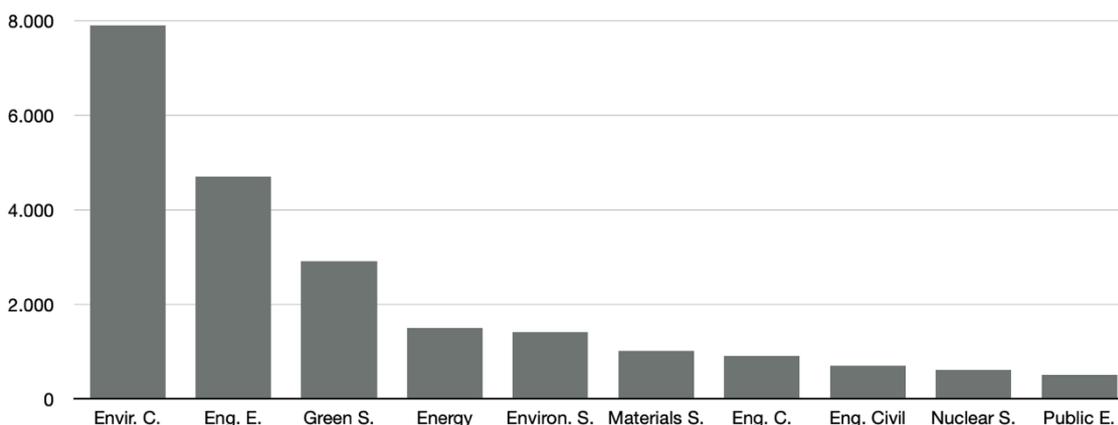
Figura 5 – Países com maior publicação sobre gestão de resíduos na WoS



Fonte: Dados da pesquisa (Web of Science, 2022).

Nesse contexto, a produção científica sobre gestão dos resíduos aborda diversos temas, relacionando inúmeros campos da ciência, como: economia, sociedade, política, engenharia e meio ambiente, em que se busca preencher as lacunas do conhecimento e representar as tendências dos estudos mais atuais (Taves *et al.*, 2018). Sendo assim, com relação às principais categorias utilizadas pelos autores, nota-se a diversidade de linhas de pesquisa em que são publicados os estudos, com a área de Ciências Sociais sendo a mais utilizada, seguida da engenharia ambiental e tecnologia de ciência sustentável verde. Esses dados evidenciam-se na Figura 6.

Figura 6 – Principais categorias de estudo sobre gerenciamento de resíduos na WoS



Fonte: Dados da pesquisa (Web of Science, 2022).

Com relação ao idioma, o inglês sobrepõe-se aos demais, sendo usado por aproximadamente 97% das publicações sobre o tema de gerenciamento de resíduos, na WoS. De certa forma, já era de se esperar tal ocorrência, haja vista que as publicações atingem maior visibilidade quando escritas ou traduzidas para o inglês. O segundo idioma mais citado é o português, com percentual de 0,88%, seguido do espanhol, com 0,7%. Com relação ao tipo de documento, a publicação de artigos se sobrepõe aos temas, sendo utilizado aproximadamente por 73% dos autores em suas pesquisas, seguido por artigos de conferência (165) e artigo de revisão (9%).

A partir disso, fez-se uma análise das três publicações que tiveram maior destaque em número de citações entre as pesquisadas, o primeiro artigo com um total de 134.593 citações, o segundo com 13.189 e o terceiro 4.472. O primeiro estudo, *“Production, use, and fate of all plastics ever made”*, apresentou uma análise global de todos os plásticos produzidos, estimando que até 2015, aproximadamente 6,3 bilhões de toneladas de resíduos plásticos foram gerados, cerca de 9% dos quais foram reciclados, 12% foram incinerados e 79% foram acumulados em aterros sanitários ou no ambiente natural. Se as tendências atuais de produção e gerenciamento de resíduos continuarem, cerca de 12.000 toneladas de resíduos plásticos estarão em aterros ou no ambiente natural até 2050 (Geyer; Jambeck; Law, 2017).

O segundo artigo, *“Plastic waste inputs from land into the ocean”* teve o objetivo de investigar dados mundiais sobre resíduos sólidos, densidade populacional e *status* econômico. Foi possível estimar a massa de resíduos plásticos terrestres que entram no oceano. Por meio desse estudo foi possível calcular uma média de 275 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos gerados em 192 países costeiros em 2010, com 4,8 a 12,7 milhões de toneladas entrando no oceano (Jambeck *et al.*, 2015).

Por fim, o terceiro artigo, *“Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review”*, forneceu uma revisão sobre a aplicação da adsorção na remoção de corantes de soluções aquosas. Para tanto, apresentou informações sobre corantes, sua classificação, toxicidade e os métodos de tratamento de adsorção de corantes (Yagub *et al.*, 2014).

A partir da análise dos principais artigos estudados, ou seja, que possuem o maior número de citações, foi possível identificar uma perspectiva de sugestões para trabalhos futuros, indicando para onde as pesquisas de gerenciamento de resíduos estão indo. Segundo

a pesquisa de Geyer, Jambeck e Law (2017), uma forma direta de medir a geração de resíduos plásticos é combinar dados de geração de resíduos sólidos com informações de caracterização de resíduos. Para muitos países, no entanto, esses dados não estão disponíveis com o detalhamento e a qualidade necessários para essa análise. Além disso, as pesquisas sobre impactos ambientais em espaços marinhos e de água doce aceleraram nos últimos anos, mas pouco se sabe sobre os impactos de resíduos plásticos nos ecossistemas terrestres, indicando sugestão para trabalhos futuros.

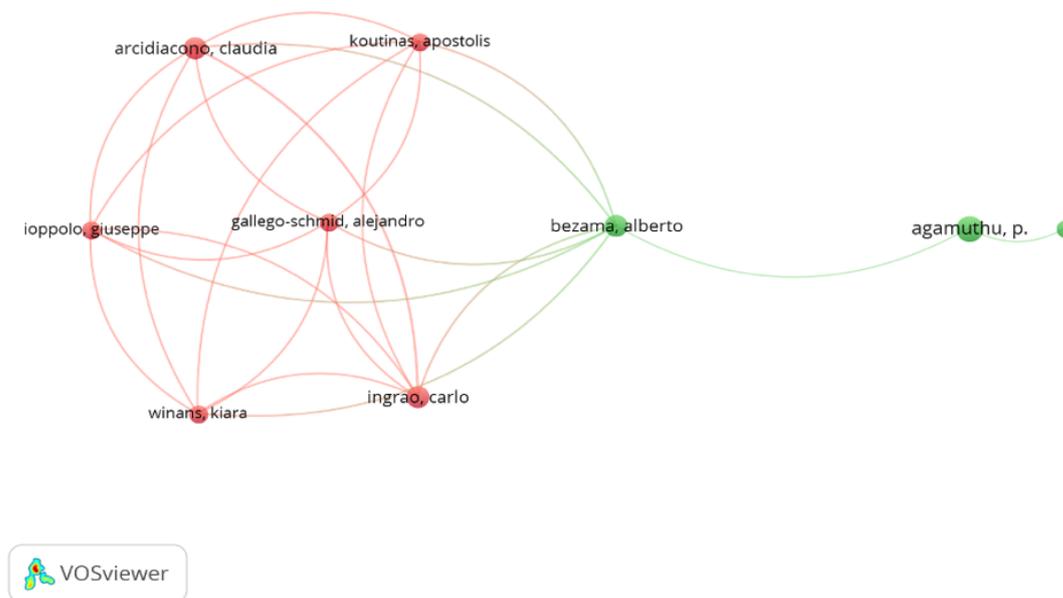
A pesquisa de Jambeck *et al.* (2015) indica que o rápido crescimento de plásticos sintéticos no fluxo de resíduos requer uma mudança de paradigma. Para soluções de longo prazo, provavelmente incluirão redução de resíduos e estratégias no gerenciamento, como sistemas de recuperação expandidos e responsabilidade estendida do produtor. Melhorar a infraestrutura de gerenciamento de resíduos em países em desenvolvimento é fundamental e exigirá recursos e tempo substanciais. Enquanto essa infraestrutura está sendo desenvolvida, os países industrializados podem tomar medidas imediatas, reduzindo o desperdício e restringindo a produção de plásticos descartáveis.

Mediante a análise dos artigos, nota-se a necessidade da redução de impactos com relação à eficiência ecológica, verificando a preocupação dos pesquisadores com as questões ambientais. Ressalta-se, nesse sentido, a efetividade envolvendo a tendência atual na produção e gerenciamento de resíduos, com análise envolvendo as futuras gerações (Geyer; Jambeck; Law, 2017, Jambeck *et al.*, 2015, Yagub *et al.*, 2014).

Associando a análise dos artigos, ressalta-se que para o desenvolvimento dessa pesquisa foi utilizado o *software VOSviewer 1.6.16* com o intuito de construir e visualizar as redes bibliométricas de autoria e palavras-chave, na chamada cocitação. Quanto maior for o círculo, maior será a quantidade de artigos do mesmo indicador na amostra encontrada.

A comunicação entre os trabalhos científicos e a rede de autores revelam a transmissão abrangida nas publicações, com relação à similaridade dos temas pesquisados e os métodos abrangidos nos estudos (Borner; Chen; Boyack, 2003). Sendo assim, a análise da cocitação possibilita compreender a relação entre os autores, fundamentando a construção do pensamento científico com a formação de uma rede conectada e coesa. Para tanto, a amostra foi determinada com valor mínimo de duas citações por autor, nos quais foram identificados nove autores que atendiam aos requisitos da pesquisa, conforme Figura 7.

Figura 7 – Redes de cocitação (2022)



Fonte: Dados da pesquisa (VOSviewer, 2022).

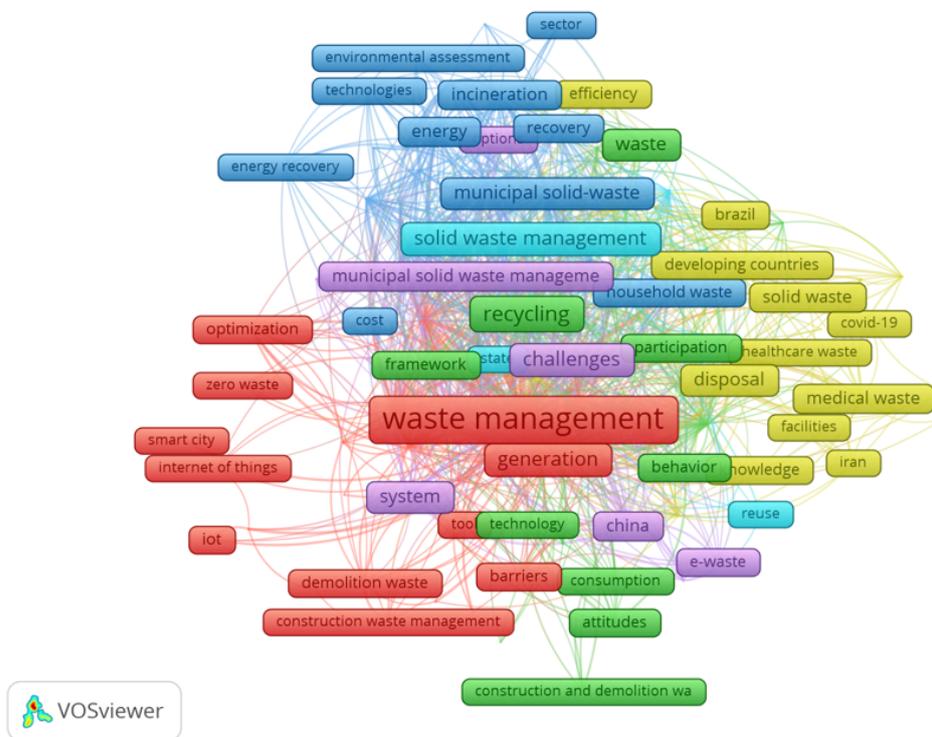
Delimitados pelos critérios preestabelecidos de, no mínimo duas citações por autor, formaram dois *clusters*. Alberto Bezama é o pesquisador destacado no cluster de cor verde, ramificando-se para o conjunto com sete conexões. Na sequência, tem-se Claudia Arcidiacono (seis conexões), Kiara Winans (seis conexões), Carlo Ingraio (seis conexões), o britânico Alejandro Gallego-Schmidt (seis conexões), Giuseppe Ioppolo (seis conexões), Apostolis Koutinas (cinco conexões) e Pariatamby Agamuthu (uma conexão). Nessa rede “[...] quanto mais próximos estão localizados, mais forte é sua ligação em termos de coautoria” (Medeiros Filho; Russo, 2018, p. 57). Assim, pode-se inferir que há forte interação e relacionamentos de coautoria entre os autores em destaque.

Na Figura 8 é possível visualizar uma análise das palavras-chave que aparecem com maior frequência, identificando um total de 112 palavras mencionadas ao longo dos estudos. O *software VOSviewer* agrupa esses termos em *clusters*, conforme as cores. Cada *cluster* está destacado na Figura 8 com uma cor diferente, com o total de 6 *clusters*. O primeiro *cluster* (vermelho) contém as seguintes palavras em destaque: gestão de resíduos, seguido de geração, otimização, desperdício zero. Os próximos *clusters* relacionam-se à gestão de resíduos sólidos, energia, tecnologias, desafio, consumo e atitudes.

Destaca-se a ocorrência dos países China e Brasil entre as palavras-chave. Isso ocorre devido à presença científica dos países em estudos relacionados a resíduos. Em especial a China, devido ao crescimento populacional, após a década de 80 (Carvalho *et al.*, 2021; Iasco-Pereira, Libânio, 2023).

A atuação científica da China nas pesquisas está relacionada com a grande quantidade de resíduos gerados devido ao crescimento da população, em especial a urbana, após a década de 80 (Carvalho *et al.*, 2021).

Figura 8 – Palavras-chave (2022)



Fonte: Dados da pesquisa (VOSviewer, 2022)

CONCLUSÃO

O aumento populacional associado ao crescimento dos padrões de consumo favorece o surgimento de impactos ambientais com a geração de resíduos. Nota-se que há um desequilíbrio entre a oferta de serviços básicos para a população e o aumento populacional nas cidades. Para isso as empresas, a fim de se tornarem mais competitivas, devem organizar seus processos, no sentido de melhorar a gestão produtiva com fins associados à sustentabilidade. Sendo assim, é importante o investimento em uma melhor infraestrutura, com modernas tecnologias de informação e comunicação, certificações de qualidade e segurança, procedimentos rápidos e eficientes.

Nessa perspectiva, as pesquisas científicas tendem a abordar a temática de gerenciamento de resíduos com mais frequência, devido ao seu papel estratégico dentro das organizações. Nesse sentido, este artigo teve como propósito maior analisar a produção científica do tema gestão de resíduos, em âmbito internacional, por meio da base de dados *Web of Science*, no período de 2012 a 2021.

Este estudo permitiu constatar que o número de publicações sobre a temática vem aumentando nos últimos quatro anos, observando-se que o pico maior de produção deu-se no ano de 2021 com 3.748 publicações. Esses dados evidenciam o crescimento da preocupação dos pesquisadores em estudar o gerenciamento de resíduos.

Evidenciou-se certo fracionamento entre os autores que publicaram no período, pois os 10 que mais produziram sobre o tema somaram apenas 545 publicações. Além disso, os dois países que lideraram o *ranking* de publicações foram China e Índia. O Brasil ficou em sexto

lugar (906), ao lado da Itália e Espanha. O idioma predominante, como já esperado, foi o inglês, com 97%. Com relação às áreas de pesquisa, nota-se a diversidade em que são publicados os estudos, com a área de Ciências Sociais sendo a mais utilizada, seguida da engenharia ambiental e tecnologia de ciência sustentável verde.

Com relação às limitações da pesquisa, esta ficou restringida à base de dados *Web of Science*, destacando-se que poderiam ter sido utilizadas outras bases relevantes, como a *Scopus* ou a *Spell* e inclusive eventos nacionais ou internacionais relevantes para a localização das publicações.

Ressalta-se a importância do estudo, pois pôde-se verificar o estágio das publicações sobre gerenciamento de resíduos, por meio de um conjunto de metadados extraídos da *WoS*. Além disso, o estudo colaborou para a produção teórica sobre a temática gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. *Diagnóstico do setor de resíduos sólidos urbanos e o desafio do encerramento dos lixões*. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/08/29/diagnostico-do-setor-de-residuos-solidos-urbanos-e-o-desafio-do-encerramento-dos-lixoes/>
- ALMEIDA, J. A. Gestão de resíduos sólidos em instituição de ensino: experiências internacionais, nacionais e no município de Belo Jardim/PE. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 467-485, jan./mar. 2018.
- BISPO, L. F. B. D.; FREIRE, J. E. Tecnologia ambiental e suas aplicações. *Interface Tecnológica*, v. 17, n. 2, 2020.
- BORNER, K.; CHEN, C.; BOYACK, K. W. Visualizing knowledge domains. *Annual Review of Information Science and Technology*, v. 1, p. 179-255, 2003.
- BRAGA, A. F.; RIBEIRO, H. Como São Francisco se tornou paradigma na gestão de resíduos sólidos urbanos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 19, n. 58, p. 18-40, out./dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16061>
- BRASIL. Decreto nº 11.413. *Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2023a.
- BRASIL. Decreto nº 11.414. *Institui o Programa Diogo de Sant'Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular e o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2023b.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. *Relatório agronegócio Reino Unido*. Brasília, DF: Mapa, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/adidos-agricolas/reino-unido/copy6_of_RELATRIOAGRONEGCIORREINOUNIDOV.cgaag14.07.2022.pdf Acesso em: 2 set. 2024.
- BRASIL. Ministério das relações exteriores. *Mapeamentos de ambientes promotores de inovação no exterior: Londres e região*. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/invest-export-brasil/exportar/conheca-os-mercados/pesquisas-de-mercado/estudo-de-mercado.pdf/ReinoUnidoLondresRegiao2021.pdf>. Acesso em: 2 set. 2022.
- CARVALHO, M. M. B. et al. Gestão de resíduos da construção civil: análise bibliométrica entre 2010 e 2020. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, 2021.
- CEZAR, L. C. et al. Panorama acadêmico sobre resíduos sólidos: análise da produção científica a partir do marco legal do setor. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 14-33, maio/ago. 2015.
- CHANG, Y. C.; LIEN, H. L. Mapping course sustainability by embedding the SDGs inventory into the university curriculum: a case study from national university of Kaohsiung in Taiwan. *Sustainability*, v. 12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12104274>

- CHEN, J. *et al.* Managerial areas of construction and demolition waste: a scientometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 11, 2018.
- CUNHA, T. F. S.; PIRES, M. L.; PAULA, L. D. R. Produção mais limpa: uma ferramenta sustentável. *Revista Paramétrica*, v. 15, n. 1, 2023.
- DE LA POZA, E. *et al.* Universities' reporting on SDGs: using the impact rankings to model and measure their contribution to sustainability. *Sustainability*, v. 13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042038>.D
- DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 4, out./dez. 685-698, 2015.
- FARIAS, L. T. B. *et al.* Associações recicladoras e sustentabilidade: estudo de multicase de um município da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Observatório de la Economía Latino-Americana*, v. 21, n. 10, p. 18.413-18.437, 2023.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, n. 7, 2017.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GODOY, M. B. R. B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. *Caderno de Geografia*, v. 23, n. 39, 2013.
- GONÇALVES, A. T. P.; MIKOSZ, K. S. C. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: análise bibliométrica da produção científica. *Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, v. 13, n. 2, 2023.
- HAIR, J. F. *et al.* *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HANTOKO, D. L. X. *et al.* Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, v. 286, 2021.
- HEBER, F.; SILVA, E. M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014.
- HODGSON, G. M. What are institutions? *Journal of Economic Issues*, v. XL, n. 1, p. 1-24, 2006.
- IASCO-PEREIRA, H. C.; LIBÂNIO, G. Investimentos externos diretos da China no Brasil: a presença de empresas chinesas na economia brasileira nos séculos XX e XXI. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 27, 2023.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 12 set. 2022.
- ISWA. International Solid Waste Association. *Beyond an Age of Waste: Global Waste Management Outlook*, 2024. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_management_outlook_2024.pdf?sequence=3. Acesso em: 3 set. 2024.
- JABBOUR, A. B. L. S. *et al.* Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v.16, n. 1, p. 7-9, 2014.
- JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v. 347, 2015.
- KHAN, D.; KUMAR, A.; SAMADDER, S. R. Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. *Waste Management*, v. 49, p. 15-25, 2016.
- LAVILLE, Élisabeth. *A empresa verde*. São Paulo: Editora Ote, 2009.
- MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de Administração Pública*, v. 52, n. 1, p. 24-51, jan./fev. 2018.
- MALHOTRA, N. *Pesquisa de marketing*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MARCHI, C. M. D. F. Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. *Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, n. 1, p. 91-105, 2015.
- MARCHI, C. M. D. F.; SANTANA, J. S. Catadores de materiais recicláveis: análise do perfil socioeconômico na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. *Interações*, Campo Grande, MS, v. 23, n. 2, p. 413-422, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3058Oliveira>
- MATIUK, Y.; LIOBIKIENE, G. The impact of informational, social, convenience and financial tools on waste sorting behavior: Assumptions and reflections of the real situation. *Journal of Environmental Management*, v. 297, 2021.
- MEDEIROS FILHO, A. R.; RUSSO, S. L. Marcas como um indicador: revisão sistemática e análise bibliométrica da literatura. *Biblios*, Peru, n. 71, p. 50-67, 2018.

- MILITELLO, V. *et al.* Resíduos sólidos e crime de poluição: avanços e retrocessos na legislação e na jurisprudência italianas. *Revista Jurídica da Presidência Brasília*, v. 22, n. 127, 2020.
- PE. Parlamento Europeu. *Gestão sustentável de resíduos: o que a UE está a fazer*. 2024. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/12/story/20180328S-TO00751/20180328STO00751_pt.pdf. Acesso em: 3 set. 2024.
- PENTEADO, C. S. G.; CASTRO, M. A. S. Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario? *Resources, Conservation and Recycling*, v. 164, 2021.
- PEROVIĆ, L. M.; KOSOR, M. M. The efficiency of universities in achieving sustainable development goals. *Amfiteatru Economic Journal*, v. 22, p. 516-532, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2020/54/516>. Sa
- QUEIROZ, L. P. O. *et al.* A gestão de resíduos sólidos (GRS) no Brasil a partir do ano de promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): uma análise bibliométrica. *Revista Observatório de la Economía Latino-Americana*, v. 22, n. 5, 2024.
- REZENDE, A.; CARVALHO, W. M. Análise bibliométrica da produção científica de uma revista de instituição educacional militar brasileira. *Revista Informação na Sociedade Contemporânea*, v. 27, 2023.
- RODIĆ, L.; WILSON, D. Resolving Governance Issues to Achieve Priority Sustainable Development Goals Related to Solid Waste Management in Developing Countries. *Sustainability*, v. 9, n. 3, p. 404, 2017.
- SCIARELLI, R. Ecologias subalternas no sul da Itália. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021.
- SENA, L. G. *et al.* Gestão de resíduos domiciliares: uma análise sistêmica sob a ótica da sustentabilidade financeira de municípios e rendimentos de catadores de materiais recicláveis no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 15, 2023.
- SERAFINI, P. G. *et al.* Sustainable Development Goals in Higher Education Institutions: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 370, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133473>
- SILVA, A. M. *et al.* Comportamento sustentável de brasileiros residentes no exterior: investigação sobre descarte de resíduos. *Revista Foco*, v. 16, n. 1, 2023.
- SILVA, M. R. *Análise bibliométrica da produção científica docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Especial/UFSCar: 1998-2003*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. *SNIS – Série Histórica*. 2022.
- SONETTI, G.; BARIOGLIO, C.; CAMPOBENEDETTO, D. Education for sustainability in practice: a review of current strategies within Italian universities. *Sustainability*, v. 12, p. 5.246, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12135246>. Sousa
- SOUZA, P. H. A gestão de resíduos de serviços de saúde após implantação do SINIR e MTR. *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 6, 2022. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1544/1611>
- SOUZA, R. R.; PEREIRA, R. D.; CALBINO, D. Limites e desafios das organizações de catadores: uma análise da ASMARE. *Interações*, v. 22, n. 2, p. 583-596, 2021.
- TAVES, R. F. *et al.* Estudo bibliométrico da produção científica brasileira sobre gestão de resíduos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Researches*, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 276-294, out./dez. 2018.
- VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002.
- VENTURA, K. S. *et al.* Análise dos impactos da Covid-19 à coleta de resíduos sólidos domiciliares, recicláveis e de serviços de saúde no município de Araraquara (SP), Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 26, n. 4, p. 775-784, 2021.
- WANG, J. *et al.* Combining life cycle assessment and Building Information Modelling to account for carbon emission of building demolition waste: A case study. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, 2018.
- YAGUB, M. T. *et al.* Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 209, p. 172-184, 2014.
- ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, n. 2, 219-228, mar./abr. 2019.
- ZAMBAM, N. J.; SANTOS, A. P. C. A. Gerenciamento dos resíduos sólidos no meio ambiente urbano: estratégia para o desenvolvimento sustentável com expansão das liberdades. *Revista Direito em Debate*, Ijuí: Editora Unijuí, v. 53, jul./dez. 2020.
- ZON, J. L. N. *et al.* Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators. *Waste Management*, v. 118, 2020.

Autor Correspondente

Mariane Beatriz Wittmann

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Cidade Universitária – Bairro Camobi – Santa Maria/RS, Brasil. CEP: 97.105-900

marianewittmann@gmail.com

Este é um artigo de acesso aberto distribuído
sob os termos da licença Creative Commons.

