

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREA DE PROTEÇÃO: CAMINHOS PARA O FUTURO DA PESQUISA

SOLID WASTE MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS: PATHS TO THE
FUTURE OF RESEARCH

Recebido em: 02.07.2025
Aprovado em: 15.08.2025

Elivelto da Silva Lima

Mestre em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: elivelton@alu.ufc.br

Thamara Marcos dos Santos

Mestra em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: thamarapinheiro8@gmail.com

Paulo Henrique Gomes de Oliveira Sousa

*Doutor em Oceanografia pela Universidade de São Paulo (USP) e professor
na Universidade Federal do Ceará (UFC).*

E-mail: paulosousa@ufc.br

RESUMO

Existe uma crescente preocupação com a preservação ambiental, o que tem conduzido a um aumento significativo na busca por estratégias eficientes e sustentáveis de gestão de resíduos sólidos. O objetivo desta pesquisa é investigar como se caracteriza a produção científica sobre gestão de resíduos sólidos em Áreas de Proteção (APs). Foi realizado um estudo bibliométrico com base em artigos científicos indexados nas bases de dados Web of Science e Scopus. Os resultados destacam o interesse em pesquisas sobre a temática; além disso, “solid waste”, “environmental monitoring”, “sustainability”, “waste management” e “groundwater” mostram-se como *hot topics* para pesquisas futuras. Além disso, foi possível observar os termos com menos destaque e que podem ser tópicos emergentes na área de gestão de resíduos sólidos: “logistics”, “legislation”, “unit pricing”, “landfill”, “stakeholder engagement” e “environmental risk”. Diante dos resultados, é importante ressaltar a necessidade de continuar avançando nas pesquisas, no desenvolvimento de tecnologias e na implementação de políticas eficazes para lidar com os desafios da gestão de resíduos sólidos. Somente por meio de uma abordagem abrangente, envolvendo diferentes atores e adotando medidas sustentáveis, pode-se promover um futuro mais sustentável. O estudo permite mapear a produção científica existente sobre o tema, identificando lacunas de conhecimento e áreas de maior enfoque.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduos sólidos. Áreas de proteção. Análise bibliométrica.

ABSTRACT

There is a growing concern with environmental preservation, which has led to a significant increase in the search for efficient and sustainable solid waste management strategies. The objective of this research is to investigate how scientific production on solid waste management in protected areas is characterized. A bibliometric study was carried out based on scientific articles indexed in the Web of Science and Scopus databases. The results highlight the interest in research on the topic; also, “solid waste”, “environmental monitoring”, “sustainability”, “waste management”, and “groundwater” are hot topics for future research. Furthermore, it was possible to observe terms that were less prominent and could be emerging topics in the area of solid waste management: “logistics”, “legislation”, “unit pricing”, “landfill”, “stakeholder engagement”, and “environmental risk”. Given the results, it is important to highlight the

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

need to continue advancing research, developing technologies, and implementing effective policies to deal with the challenges of solid waste management. Only through a comprehensive approach, involving different actors and adopting sustainable measures, can a more sustainable future be promoted. The study allows mapping the existing scientific production on the topic, identifying knowledge gaps and areas of greater focus.

KEYWORDS

Solid waste. Protection areas. Bibliometric analysis.

INTRODUÇÃO

O avanço da globalização tem revelado crises ambientais e sociais cada vez mais intensas, ao passo que a própria lógica econômica dominante começa a demonstrar sinais de esgotamento (Martine & Alves, 2015; Wu et al., 2020). Entre os efeitos mais notórios desse processo estão o acelerado crescimento urbano e o aumento do consumo nas áreas urbanas, que frequentemente resultam em impactos negativos sobre regiões de conservação ambiental. Entre esses efeitos, destacam-se a contaminação de corpos hídricos e a inadequada destinação de resíduos sólidos, muitas vezes associadas à ausência de consciência ambiental por parte da população (Gouveia, 2012).

Nesse cenário, o crescimento econômico e demográfico tem intensificado a geração de resíduos sólidos, tornando evidente a necessidade de um esforço coletivo para o enfrentamento desse desafio (Bayer et al., 2022). Embora haja um conjunto de medidas organizacionais, legais e sanitárias voltadas à gestão de resíduos sólidos urbanos, muitos países em desenvolvimento ainda se encontram em fase inicial de estruturação dessas políticas (Ivanona & Lisina, 2023).

A crescente conscientização ambiental tem impulsionado a busca por estratégias mais sustentáveis e eficazes de gestão de resíduos sólidos (Gouveia, 2012; Luíza et al., 2023). Diante desse contexto, torna-se imprescindível que os processos de gerenciamento

de resíduos, integrados às dinâmicas da globalização, contribuam efetivamente para a preservação ambiental e a continuidade da vida humana (Xu et al., 2022).

Como resposta institucional a essa problemática, foi implementado o Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituído pela *Lei nº 12.305/2010* (2010). O programa estabelece diretrizes para a gestão adequada dos resíduos sólidos como estratégia para mitigar os efeitos adversos da globalização. Nesse mesmo marco normativo, as Áreas de Proteção (APs) são destacadas como territórios estratégicos, assumindo papel fundamental na preservação ambiental (Antunes, 2014).

As APs são espaços legalmente definidos com o objetivo de conservar ecossistemas, biodiversidade e recursos naturais e culturais. Esses territórios são essenciais para a manutenção da saúde dos ecossistemas e para a promoção da sustentabilidade, garantindo a integridade dos recursos naturais para as gerações futuras (Brunckhorst, 2000; Gaston et al., 2008; McNeely et al., 1994; Watson et al., 2014). Nesse sentido, a gestão de resíduos sólidos em APs constitui um tema central para o desenvolvimento sustentável.

Diante desse desafio, os estudos bibliométricos se apresentam como instrumentos valiosos para a sistematização do conhecimento científico, permitindo o mapeamento de conceitos, abordagens e tendências em determinado campo de pesquisa (Chueke & Amatucci, 2015). Diante disso, a presente investigação propõe-se a responder à seguinte questão: **Como se caracteriza a produção científica sobre a gestão de resíduos sólidos em Áreas de Proteção (APs)?**

O objetivo geral do estudo consiste em investigar as características da produção científica relacionada à gestão de resíduos sólidos em APs. Para alcançar esse objetivo, foram delineadas as seguintes metas específicas: (i) analisar a evolução temporal da produção científica sobre o tema; (ii) examinar a distribuição geográfica das publicações; (iii) identificar palavras-chave recorrentes e tendências emergentes; (iv) mapear os artigos mais influentes no campo; e (v) explorar os *hot topics* relacionados à temática.

Este estudo contribui para a sistematização do conhecimento científico sobre a gestão de resíduos sólidos em áreas ambientalmente protegidas, um campo cuja relevância cresce à medida que a consciência ambiental se consolida como uma dimensão

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

sociocultural capaz de reconfigurar regimes estabelecidos e abrir espaço para inovações sustentáveis (Smith et al., 2010).

A justificativa deste trabalho reside na urgência de mapear e compreender a produção científica existente sobre a gestão de resíduos sólidos em APs, colaborando para a formulação de estratégias mais eficientes, sustentáveis e sensíveis ao contexto ambiental. Tal gestão, além de responder a uma demanda ambiental premente, promove o desenvolvimento de competências técnicas e sociais, além de fomentar novos modelos de negócios e serviços que reposicionam os resíduos como recurso, e não mais como problema (Corvellec & Hultman, 2012).

Metodologicamente, trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, fundamentado na análise bibliométrica. Esse tipo de estudo é particularmente útil para orientar pesquisadores quanto às abordagens mais pertinentes e às lacunas existentes no campo de investigação (Soares et al., 2018).

A estrutura deste artigo compreende cinco seções: a introdução (1), que contextualiza e apresenta a relevância do tema; a fundamentação teórica (2); os procedimentos metodológicos (3); a apresentação e análise dos resultados (4); e, por fim, as considerações finais (5), seguidas das referências utilizadas.

FUNDAMENTAÇÃO

Gestão de resíduos sólidos

Um dos principais desafios enfrentados pela sociedade contemporânea refere-se à crescente geração de resíduos sólidos e à busca por formas seguras e sustentáveis de descarte no meio ambiente. A preocupação global com os resíduos sólidos, especialmente aqueles oriundos do consumo doméstico, tem se intensificado diante do aumento na produção, da má gestão e da escassez de locais apropriados para sua destinação final (Bayer et al., 2022; Jacobi & Besen, 2011; Quispe et al., 2023).

A inadequada gestão e o descarte impróprio desses resíduos geram significativos impactos socioambientais, como a degradação do solo, o comprometimento dos corpos

hídricos, o aumento da frequência de enchentes, a poluição atmosférica e a disseminação de vetores de doenças nas áreas urbanas. Além disso, observa-se a atuação de catadores em condições insalubres, tanto nas vias públicas quanto nos locais de destinação final (Besen et al., 2010; Wu et al., 2020). Esse cenário é agravado pelo crescimento populacional, pelo aumento da longevidade, pela expansão urbana e pelo avanço tecnológico, fatores que, em conjunto, intensificam a geração de resíduos (Jacobi & Besen, 2011; Xu et al., 2022).

As autoridades locais e municipais vêm sendo pressionadas a desenvolver e implementar sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos que contemplem desde a coleta e o transporte até a separação, o tratamento e a disposição final adequada (Chand Malav et al., 2020). Nesse contexto, destaca-se a instituição do Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, como um marco regulatório relevante para o enfrentamento dos desafios relacionados à gestão de resíduos no Brasil. O PNRS estabelece princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos voltados à gestão integrada e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, incluindo mecanismos de responsabilidade compartilhada entre o poder público, os geradores e a sociedade (*Lei nº 12.305, 2010*).

A partir da regulamentação da referida lei, foi determinado que, no prazo de dois anos, as esferas federal, estadual e municipal elaborassem planos de gestão que previssessem o encerramento dos lixões, a definição de metas progressivas para redução, reutilização e reciclagem, e a diminuição do volume de resíduos enviados para disposição no solo (Jacobi & Besen, 2011). Nesse sentido, Soler e Silva Filho (2019) destacam que, além dos princípios normativos, o PNRS incorpora objetivos essenciais, tais como: a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; a minimização da geração de resíduos; o incentivo à reutilização, reciclagem e tratamento adequado; e a busca por soluções ambientalmente apropriadas para a disposição final de rejeitos. Ademais, a política estimula padrões sustentáveis de produção e consumo, alinhados ao desenvolvimento socioambiental.

Nesse cenário, a literatura tem se voltado à quantificação da geração de resíduos sólidos e à análise dos fatores que a influenciam, como forma de subsidiar sistemas de gestão mais eficazes e sustentáveis (Bayer et al., 2022; Soler & Silva, 2019). A gestão

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

adequada desses resíduos traz benefícios diretos à sociedade, como a economia de recursos, a destinação diferenciada conforme a tipologia dos resíduos e a preservação de áreas ambientalmente sensíveis quando esses resíduos são corretamente encaminhados. Além disso, o avanço das pesquisas sobre reaproveitamento e tratamento dos resíduos urbanos pode viabilizar o uso racional de recursos e a mitigação da poluição (Zhang, 2023).

Cabe destacar que a gestão de resíduos sólidos exerce papel estratégico na preservação das áreas de proteção ambiental, considerando que tais territórios frequentemente abrigam ecossistemas frágeis e biodiversidade singular, sendo fundamentais para a conservação dos recursos naturais. A presença desordenada de resíduos nessas regiões compromete a qualidade do solo, da água e do ar, afetando diretamente a fauna e a flora locais. Portanto, alcançar o desenvolvimento sustentável requer que a proteção ambiental seja integrada ao próprio processo de desenvolvimento, e não tratada como um aspecto dissociado (Redford & Sanjayan, 2003).

Áreas de Proteção (APs)

Historicamente, o desenvolvimento econômico tem sido pautado pela intensiva exploração de recursos naturais, com pouca ou nenhuma consideração pelos impactos ambientais resultantes dessa prática. Com o avanço do conhecimento científico e a crescente conscientização sobre a urgência da preservação ambiental, emerge a ciência ambiental como campo de estudo essencial para compreender, monitorar e mitigar os efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas. Nesse contexto, a avaliação da eficácia das áreas protegidas torna-se uma medida estratégica, uma vez que os espaços atualmente destinados à conservação podem revelar-se insuficientes ou inadequados diante das transformações ambientais em curso (Lemes et al., 2014).

As APs compreendem territórios legalmente designados à conservação e à preservação ambiental, visando à proteção de ecossistemas, manutenção da biodiversidade e salvaguarda de recursos naturais e culturais. Esses espaços cumprem um papel crucial na sustentação dos serviços ecossistêmicos e na promoção da sustentabilidade ambiental (Brunckhorst, 2000; Gaston et al., 2008; McNeely et al., 1994; Watson et al., 2014). As APs

englobam distintas categorias, incluindo unidades de conservação, reservas naturais, parques nacionais e áreas de proteção ambiental, conforme estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc) no Brasil (*Lei nº 9.985, 2000*).

Redford e Sanjayan (2003) salientam que o sucesso das áreas protegidas está intrinsecamente ligado à inclusão de dimensões sociais, culturais e econômicas em sua formulação e gestão, sendo indispensável o engajamento ativo das comunidades locais. Todavia, essas áreas vêm sendo severamente afetadas pelas mudanças globais no clima, as quais alteram dinâmicas ecológicas fundamentais. Diversos estudos têm apontado para o aumento significativo das temperaturas médias e a modificação nos regimes pluviométricos como efeitos diretos do aquecimento global (Bindoff et al., 2013; Marzeion et al., 2014).

Nesse cenário, as mudanças climáticas representam um desafio premente à gestão eficaz das APs, exigindo a formulação de estratégias adaptativas que fortaleçam a resiliência dos ecossistemas. A implementação de medidas de mitigação e adaptação torna-se indispensável, destacando-se, entre elas: o manejo eficiente dos recursos hídricos, o reflorestamento de áreas degradadas, a promoção da diversidade vegetal e a educação ambiental voltada à valorização da conservação. Tais ações são fundamentais para garantir a integridade ecológica dessas áreas e assegurar a sustentabilidade ambiental em longo prazo (Araújo et al., 2011; Dudley, 2008; Santiago & Miyashita, 2017).

METODOLOGIA

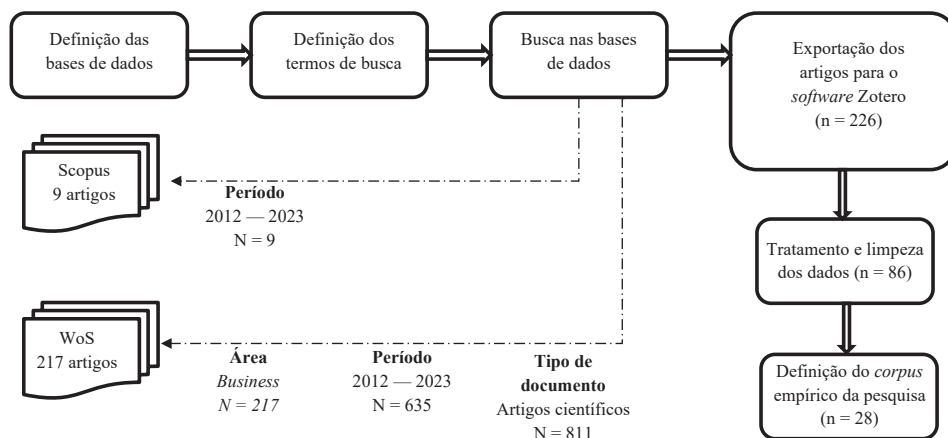
A presente pesquisa adota uma abordagem de natureza **descritiva e exploratória**, com o intuito de analisar as características de um fenômeno específico, fornecendo uma compreensão mais profunda sobre a temática investigada (Gil, 2019). No que se refere aos procedimentos metodológicos, recorreu-se à **pesquisa documental**, fundamentada em fontes secundárias previamente publicadas, com o objetivo de embasar a discussão teórica e contextual do problema em questão (Martins & Theóphilo, 2017). Complementarmente, utiliza-se a **análise bibliométrica** como estratégia metodológica, a qual permite mensurar a produção científica

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

relacionada ao tema, identificando padrões de publicação, autores influentes, periódicos relevantes e tendências emergentes (Araújo, 2006).

A abordagem metodológica é **quantitativa**, caracterizada pelo emprego de técnicas estatísticas que possibilitam a quantificação, organização e interpretação dos dados obtidos (Richardson, 2017). A coleta de dados foi realizada em 7 de junho de 2023, nas bases **Web of Science** e **Scopus**, amplamente reconhecidas pela cobertura abrangente, metadados enriquecidos e interconectividade por meio de citações completas, oferecendo suporte consistente para a análise bibliométrica (Birkle et al., 2020). A Figura 1, a seguir, apresenta de forma esquemática os procedimentos adotados para a coleta de dados nesta pesquisa.

FIGURA 1 – Procedimentos de coleta de dados e análise bibliométrica



Os termos de busca utilizados para a coleta de dados foram “solid waste” OR “solid trash” AND “protection areas” (em inglês), o que resultou inicialmente em 874 artigos, no dia 6 de junho de 2023. Em seguida, aplicou-se um filtro temporal, limitando a pesquisa ao período de 2012 a junho de 2023, devido ao recorte temporal estabelecido a partir da *18th Conference of the Parties (COP-18)*, realizada entre 26 de novembro e 8 de dezembro de 2012, em Doha, Catar (WWF, 2023). A COP-18 foi um evento crucial nas discussões globais sobre mudanças climáticas e sustentabilidade, no qual foram

formalizadas diversas decisões e acordos pertinentes à gestão de resíduos sólidos e à proteção ambiental (*Conference of the Parties*, 2012). Assim, o ano de 2012 constitui um ponto de partida relevante para rastrear a produção científica subsequente sobre o tema.

Na aplicação dos filtros, foram selecionados exclusivamente artigos como tipo de documento. Após essa filtragem, obteve-se uma amostra de 28 artigos, que foram analisados nesta pesquisa. A análise bibliométrica foi conduzida com o auxílio dos *softwares* Microsoft Excel e VOSviewer 1.6.19, o último sendo um dos quais possibilita a criação, visualização e exploração de mapas baseados em dados de redes, conforme metodologia proposta por Van Eck e Waltman (2010).

Para a identificação dos *hot topics*, a análise dos dados e os resultados do cálculo dos índices H-B e M foram realizados de forma descritiva, conforme os critérios estabelecidos por Hirsch (2005). A interpretação do índice M seguiu os parâmetros de Banks (2006), definidos da seguinte maneira: menor que 0,5 indica um tema possivelmente pouco interessante para a academia; entre 0,5 e 2,0 é caracterizado como um “hot topic”; e maior que 2,0 sugere que o tema pode estar saturado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mapeamento e caracterização do campo

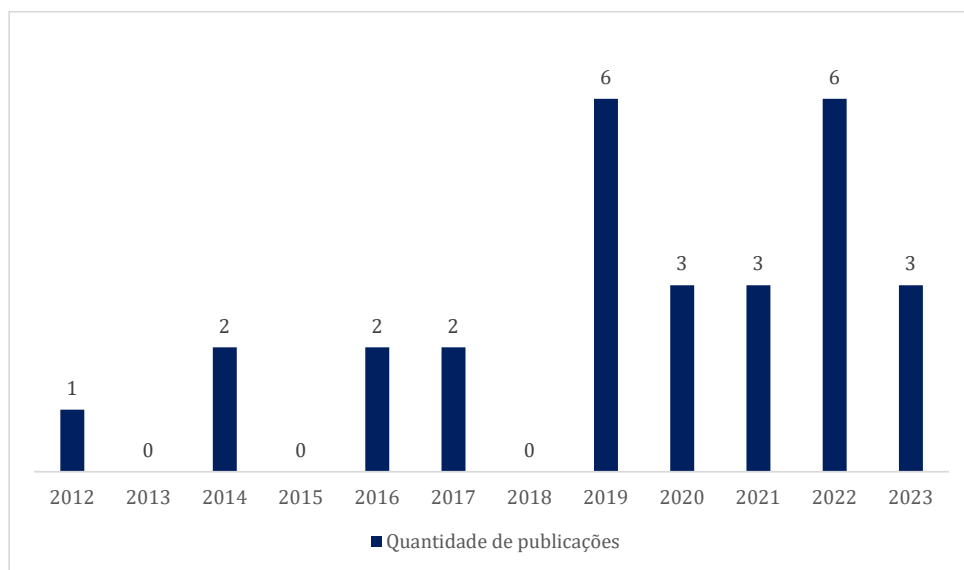
A partir dos procedimentos descritos, foram analisados 28 artigos científicos sobre o tema da gestão de resíduos sólidos em APs. A Figura 2 apresenta a evolução das publicações sobre gestão de resíduos sólidos no período de 2012 a junho de 2023. Nota-se que os anos de 2019 e 2022 destacaram-se com o maior número de publicações, somando seis publicações cada.

Importante frisar que, nos últimos cinco anos, foram realizadas 21 publicações, contrastando com o período de 2012 a 2018, que registrou um número consideravelmente menor. Esses dados corroboram a previsão de Jacobi e Besen (2011), que apontaram um aumento nas investigações sobre resíduos sólidos, impulsionado pelo crescimento da

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

produção e do consumo, pela inadequada gestão dos resíduos e pela escassez de locais apropriados para o descarte e a destinação final desses materiais.

FIGURA 2 – Publicações por ano

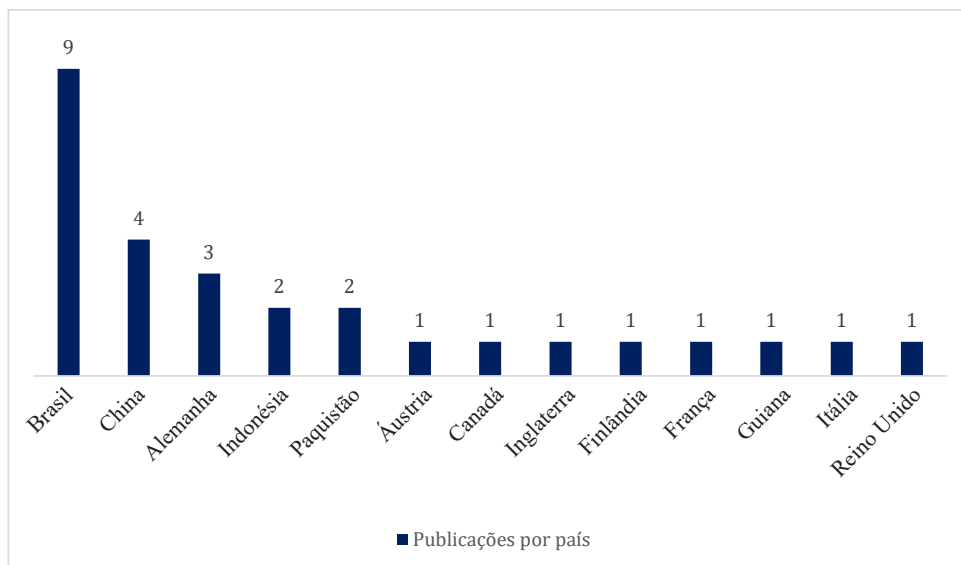


A seguir, realizou-se uma análise das publicações por país, e observou-se que, entre os cinco primeiros colocados, o Brasil ocupa o primeiro lugar, com nove publicações, seguido pela China, com quatro, Alemanha, com três, e Indonésia e Paquistão, com duas publicações cada. É relevante destacar que os problemas relacionados à gestão de resíduos sólidos e ao meio ambiente em geral decorrem do uso do ambiente como recurso para a subsistência humana (Barbieri, 2012).

Além disso, é importante ressaltar que, devido à extensão territorial do Brasil, há uma justificativa para que as pesquisas focadas em seu território sejam mais frequentes, visto que a avaliação da eficácia das áreas protegidas no país é de suma importância, pois existem espaços que necessitam de conservação (Lemes et al., 2014). Dessa forma, é imprescindível que países que realizam uma exploração mais intensa de seus recursos

ambientais tenham uma produção científica robusta, a fim de garantir uma exploração sustentável e responsável de seu território. Essas informações são ilustradas na Figura 3.

FIGURA 3 – Publicações por país



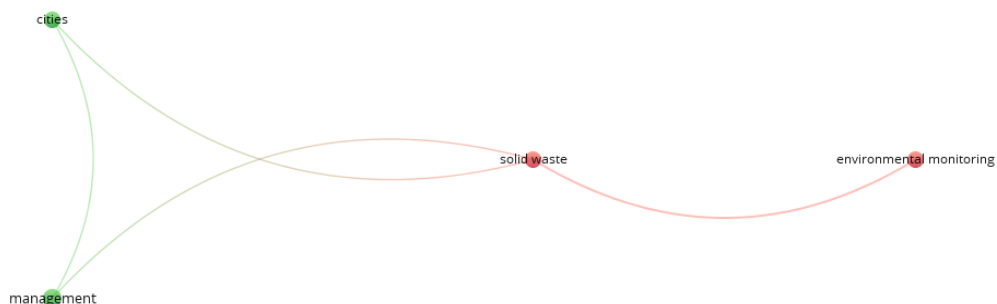
A rede de coocorrência de palavras-chave gerada pelo VOSviewer revela as palavras-chave mais frequentemente utilizadas na amostra, bem como as relações entre elas. Essa análise permite identificar os temas geralmente discutidos pelos artigos. Foi observado que as palavras-chave mais relevantes nesta pesquisa foram: “cities”, “management”, “solid waste” e “environmental monitoring”, todas elas interconectadas.

Esses resultados evidenciam que a responsabilidade pela gestão de resíduos sólidos é compartilhada entre diferentes países, refletindo-se na produção de pesquisa sobre o tema. Dessa maneira, a gestão de resíduos sólidos passa a ser tratada de forma colaborativa entre pesquisadores, instituições de ensino, setores público e privado, além da população em geral (*Lei nº 12.305, 2010*). As palavras-chave identificadas, portanto,

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

refletem os temas centrais discutidos na sociedade ao tratar do uso dos recursos das APs para a subsistência humana, conforme ilustrado na Figura 4.

FIGURA 4 – Coocorrência de palavras-chave



Ao continuar a análise das palavras-chave, observa-se que a nuvem de palavras, uma ferramenta útil para identificar os tópicos ou as áreas de pesquisa mais relevantes e recorrentes nos artigos analisados, destaca “solid waste” como a palavra com maior evidência, sendo considerada a protagonista dessa temática de pesquisa. Além disso, as palavras “sustainability”, “waste management” e “recycling” também emergem como de grande relevância, conforme ilustrado na Figura 5.

Esses resultados estão em consonância com diversos estudos que buscam identificar a quantidade de resíduos sólidos gerados em diferentes áreas, bem como as variáveis que influenciam sua geração (Bayer et al., 2022; Quispe et al., 2023; Soler & Silva, 2019; Wu et al., 2020).

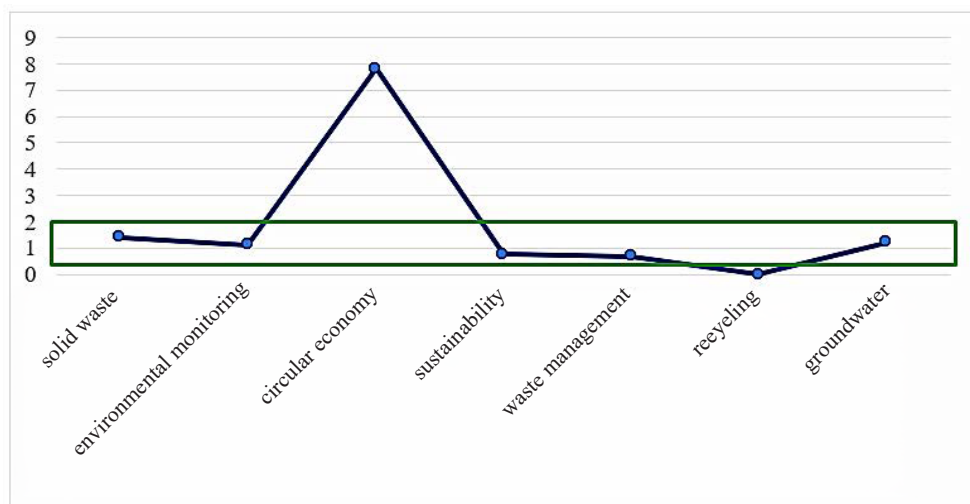
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREA DE PROTEÇÃO: CAMINHOS PARA O FUTURO DA PESQUISA

FIGURA 5 – Nuvem de palavras-chave



Embora a interpretação principal da nuvem de palavras seja a identificação dos termos mais proeminentes, que são exibidos em tamanho maior, é igualmente importante observar as palavras-chave menos frequentes. Essas podem indicar tópicos menos explorados ou emergentes na área de gestão de resíduos sólidos. Nesse contexto, algumas palavras que aparecem com menor destaque, mas que podem representar áreas emergentes, incluem: “logistics”, “legislation”, “unit pricing”, “landfill”, “stakeholder engagement” e “environmental risk”.

FIGURA 6 – Hot topics



ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

A partir da análise da Figura 6, observa-se que o tópico “recycling” é considerado de baixo interesse para a academia. Em contrapartida, os tópicos promissores para futuras pesquisas sobre a gestão de resíduos em APs incluem: “solid waste”, “environmental monitoring”, “sustainability”, “waste management” e “groundwater”. Além disso, o tópico “circular economy” é identificado como um tema possivelmente saturado.

Por fim, a Tabela 1 apresenta os cinco artigos mais citados no período analisado, fornecendo *insights* sobre as principais características dos estudos e os métodos empregados. A seguir, serão discutidos os principais resultados desses artigos.

TABELA 1 – Síntese dos trabalhos mais citados

Autor e ano	Título	Total de citações	Objetivo	Aspectos metodológicos	Resultados
Bueno e Valente (2019)	The effects of pricing waste generation: A synthetic control approach	70	Avaliar os efeitos causais de um <i>Unit Pricing System</i> (UPS) no descarte de resíduos sólidos urbanos em Trento, na Itália.	Abordagem quantitativa, usando um conjunto de dados de painel exclusivo de geração mensal de resíduos em municípios italianos, empregando o método de controle sintético.	A política foi eficaz, com uma redução significativa do fluxo de resíduos precificados, resíduos indiferenciados, em 37,5%. Esse efeito parece ser em grande parte impulsionado por mudanças comportamentais no sentido de evitar resíduos (-8,6%) e possivelmente por um menor aumento na reciclagem (+6,1%).

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREA DE PROTEÇÃO: CAMINHOS PARA O FUTURO DA PESQUISA

Autor e ano	Título	Total de citações	Objetivo	Aspectos metodológicos	Resultados
Souza et al. (2012)	The role of recycling cooperatives in the reverse channel for post-consumer recyclables	28	Identificar a contribuição socioambiental das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos pós-uso.	Pesquisa exploratória e qualitativa, desenvolvida por meio de estudos de casos múltiplos realizados em quatro centrais de triagem do programa de coleta seletiva no município de São Paulo.	As cooperativas desempenham um papel significativo na canalização reversa dos resíduos sólidos urbanos e na mitigação do impacto ambiental causado pelos resíduos, incluindo: aumento da vida útil dos aterros sanitários e a consequente diminuição da poluição causada pelo descarte inadequado de resíduos, redução de gasto de energia e diminuição da extração de material virgem.
Levidow e Upham (2017)	Linking the multi-level perspective with social representations theory: Gasifiers as a niche innovation reinforcing the energy-from-waste (EfW) regime	22	Articulação da <i>multi-level perspective</i> (MLP) com a teoria das representações sociais, para mostrar como uma nova tecnologia está ligada a uma tecnologia familiar para diferentes agendas.	Estudo de caso.	O estudo de caso oferece uma perspectiva interna sobre a promulgação endógena, ou seja, os papéis conflitantes da agência sociopolítica na formação de caminhos de transição.

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

Autor e ano	Título	Total de citações	Objetivo	Aspectos metodológicos	Resultados
Chan et al. (2019)	Parameter sensitivity to concentrations and transport distance of odorous compounds from solid waste facilities	20	Investigar a influência de parâmetros-chave na dispersão de compostos de odor com base em um modelo numérico de dispersão atmosférica.	Abordagem quantitativa.	Os parâmetros mais sensíveis apresentam importância respectiva para as distâncias de transporte quando diferentes limiares olfativos de compostos são aplicados para determinar a área de proteção da poluição odorífera.
Mazzucco et al. (2020)	The management of health hazards related to municipal solid waste on fire in Europe: An environmental justice issue?	10	Implementar medidas de prevenção e controle do risco de exposição por meio da delimitação de uma área de proteção sob vigilância rigorosa.	Relato de caso.	Documentou a necessidade de estruturar uma colaboração permanente entre os diferentes atores institucionais envolvidos nas atividades de proteção ambiental e da saúde pública, a fim de desenvolver protocolos específicos para gerenciar eventos relacionados à ocorrência de emergências ou desastres ambientais relacionados a resíduos.

O primeiro artigo mais citado, escrito por Matheus Bueno e Maricá Valente (2019), publicado no *Journal of Environmental Economics and Management*, é um estudo quantitativo que utiliza um conjunto exclusivo de dados em painel para analisar a geração mensal de resíduos em municípios italianos. O método adotado foi o controle sintético, que permite considerar possíveis efeitos variáveis ao longo do tempo que não podem ser observados diretamente.

Os resultados indicam que o sistema de precificação unitária (*Unit Pricing System* — UPS), utilizado para mensurar a disposição de resíduos sólidos urbanos, é fortemente

influenciado por mudanças comportamentais relacionadas à prevenção de resíduos e, possivelmente, por um aumento menor na reciclagem. Portanto, o estudo ressalta a importância de considerar os efeitos variáveis no tempo não observáveis para obter uma medição precisa dos impactos do método de controle sintético. Além disso, enfatiza que o estudo ambiental desempenha um papel crucial na preservação e conservação dos ecossistemas, garantindo a proteção de recursos naturais essenciais (Brunckhorst, 2000; McNeely et al., 1994).

O segundo artigo, de Souza et al. (2012), publicado na revista *Administração de Empresas*, examina a contribuição socioambiental das cooperativas de reciclagem na gestão de resíduos sólidos pós-uso. O estudo foi conduzido por meio de entrevistas e estudos de caso em quatro Centrais de Triagem em São Paulo. Os resultados revelaram que as cooperativas vendem materiais recicláveis para intermediários e empresas, como a Suzano, gerando uma renda mensal para os cooperados. Além disso, destacou-se a importância das cooperativas de reciclagem como uma alternativa de emprego para trabalhadores não qualificados, com predominância de mulheres nas organizações estudadas.

No terceiro artigo, de Levidow e Upham (2017), publicado na revista *Technological Forecasting and Social Change*, o objetivo foi articular a perspectiva multinível (*multi-level perspective* — MLP) com a teoria das representações sociais para analisar como uma nova tecnologia se relaciona a uma já existente, mas com diferentes agendas. O estudo de caso utilizado oferece uma perspectiva interna sobre os papéis sociopolíticos na formação de caminhos de transição. A conclusão alcançada é que a abordagem MLP auxilia na identificação dos papéis desempenhados pelos agentes sociopolíticos na promoção de mudanças nas regras e nos caminhos de transição. As estratégias dos agentes, em torno dos quadros cognitivos, podem ser analisadas como representações sociais, reunindo diferentes tipos de regras e de mercado.

O quarto artigo mais citado, de Chang et al. (2019), publicado na *Science of the Total Environment*, teve como objetivo investigar a influência de parâmetros-chave na dispersão de compostos de odor utilizando um modelo numérico de dispersão atmosférica. Os resultados mostraram que a intensidade da fonte de tratamento de resíduos sólidos é um parâmetro sensível em toda a área de dispersão considerada. O coeficiente de difusão

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

horizontal mostrou sensibilidade apenas dentro de um raio típico de 500 metros da fonte. A taxa de degradação e a deposição úmida não apresentaram sensibilidade significativa, nem na distribuição de concentração nem nas distâncias de transporte. Os parâmetros mais sensíveis têm importância significativa nas distâncias de transporte ao aplicar diferentes limiares olfatórios para determinar a AP contra a poluição por odor. Este estudo fornece informações relevantes para a aplicação de modelos de dispersão e a coleta de dados dos parâmetros mais sensíveis na avaliação e gestão da poluição por odor.

O quinto artigo, de Mazzucco et al. (2020), publicado no *International Journal of Environmental Research and Public Health*, teve como objetivo implementar medidas de prevenção e controle do risco de exposição por meio da criação de uma AP com vigilância rigorosa. O estudo constatou um aumento nas concentrações de dioxinas e substâncias semelhantes em amostras de ar, solo, subsolo, e em produtos agrícolas, leite e água. Embora não tenha havido um aumento significativo nas internações de emergência relacionadas a doenças respiratórias agudas, os resultados ressaltam a importância de uma colaboração contínua entre as instituições envolvidas na proteção ambiental e na saúde pública para lidar com emergências e desastres ambientais relacionados a resíduos.

Principais temáticas

A partir dos resultados desta pesquisa, é possível afirmar que a temática da gestão de resíduos sólidos é amplamente explorada em diversos contextos, o que dificulta a confirmação de alguns resultados, pois muitos são aplicáveis a cenários distintos. No entanto, é importante destacar alguns benefícios da gestão de resíduos sólidos em APs. Entre esses benefícios estão a coleta de materiais recicláveis pelas cooperativas, as melhorias na renda dos trabalhadores envolvidos na coleta de resíduos e as contribuições para a saúde pública e o sistema de saneamento. Estudos como o de Besen et al. (2010) reforçam que a má gestão e o descarte inadequado de resíduos sólidos têm impactos socioambientais significativos, como a degradação do solo, a poluição dos corpos d'água, o aumento das enchentes, a poluição do ar e a propagação de doenças nas áreas urbanas, além das

condições insalubres enfrentadas pelos catadores de resíduos nas ruas e nos locais de descarte final. Adicionalmente, é relevante considerar o fornecimento de materiais recicláveis de baixo custo para a indústria.

A literatura científica também destaca os impactos negativos da poluição e da degradação ambiental no desenvolvimento sustentável da sociedade, como a detecção de níveis não conformes de metais pesados e substâncias tóxicas em amostras de explorações agrícolas, leite e água (Besen et al., 2010; Wu et al., 2020). Essas transformações podem afetar negativamente os indivíduos que dependem e consomem os recursos dessas áreas, ressaltando a importância de promover uma abordagem mais sustentável, que busque conciliar aspectos econômicos, sociais e ambientais. Os impactos ambientais e sonoros dos resíduos sólidos nas APs e nas áreas utilizadas pela sociedade em geral têm levado a uma mudança de paradigma na gestão desses resíduos, com a adoção de abordagens mais sustentáveis, como a economia circular. Essa abordagem visa reduzir o desperdício, otimizar o uso dos recursos e fechar o ciclo de vida dos materiais, transformando resíduos em recursos valiosos.

A ênfase na redução de resíduos e na reciclagem tem impulsionado a pesquisa sobre novas tecnologias de reciclagem, métodos de reutilização de materiais e estratégias para minimizar a produção de resíduos (Quispe et al., 2023). Nesse contexto, um fator relevante a ser considerado é o papel crucial da tecnologia na gestão de resíduos sólidos, conforme destacado por Levidow e Upham (2017) e Chang et al. (2019). Os avanços tecnológicos têm impactado positivamente a medição e o gerenciamento de resíduos sólidos, possibilitando a implementação de sistemas mais eficientes de coleta, triagem, reciclagem e tratamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão teve como objetivo investigar a produção científica sobre gestão de resíduos sólidos em APs no período de 2012 a junho de 2023. Os resultados indicam uma evolução significativa na produção científica sobre o tema, com os anos de 2019 e 2022 apresentando o maior número de publicações, com seis artigos cada. Até junho de

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

2023, três artigos já haviam sido publicados, evidenciando o crescente interesse atual sobre a temática. Quando se analisa a produção científica por país, o Brasil ocupa a primeira posição, com nove publicações, seguido por China (quatro), Alemanha (três), e Indonésia e Paquistão, ambos com duas publicações.

A análise de coocorrência de palavras-chave revelou que as palavras mais relevantes foram: “cities”, “management”, “solid waste” e “environmental monitoring”, todas interconectadas entre si. Esses termos também foram identificados na nuvem de palavras, destacando “recycling” como um tópico de relevância crescente. Além disso, palavras-chave com menor destaque, como “logistics”, “legislation”, “unit pricing”, “landfill”, “stakeholder engagement” e “environmental risk” sugerem tópicos emergentes na área de gestão de resíduos sólidos. A pesquisa também identificou “solid waste”, “environmental monitoring”, “sustainability”, “waste management” e “groundwater” como *hot topics* promissores para pesquisas futuras.

A análise dos artigos mais citados indicou pontos positivos, como a coleta de materiais recicláveis pelas cooperativas, que contribui para a melhoria da renda dos trabalhadores e tem um impacto positivo na saúde pública e no sistema de saneamento. Além disso, os estudos evidenciam a importância da redução dos impactos socioambientais negativos, como a poluição do solo, da água e do ar, e a propagação de doenças. A economia circular surge como uma alternativa interessante para conciliar o crescimento populacional com a capacidade de suporte das APs e garantir sua resiliência e preservação.

Com base nessas constatações, destaca-se a importância de continuar o avanço das pesquisas, o desenvolvimento de tecnologias e a implementação de políticas eficazes para lidar com os desafios da gestão de resíduos sólidos. Embora esta pesquisa não tenha esgotado as possibilidades de caracterizar a produção científica sobre o tema, ela proporciona uma reflexão valiosa, com potencial para acarretar mudanças positivas no futuro.

A literatura sobre gestão de resíduos sólidos em APs está em desenvolvimento, com crescente interesse e relevância. No entanto, o estudo apresenta algumas limitações, por exemplo, a restrição de materiais relevantes, como teses, trabalhos de congressos, livros e artigos não indexados nas bases de dados utilizadas. Também houve a exclusão

de artigos com acesso fechado. Tais limitações visam preservar os recursos materiais e imateriais, garantindo que as gerações futuras possam usufruir desses recursos, promovendo a sustentabilidade.

Em termos teóricos, esta pesquisa contribui para mapear e analisar a produção científica existente sobre a gestão de resíduos sólidos, identificando lacunas de conhecimento e áreas com maior enfoque. Isso permite o avanço do conhecimento acadêmico, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de novas teorias e abordagens sobre o tema. Do ponto de vista prático, o estudo contribui para o entendimento da promoção da sustentabilidade ambiental, a preservação dos ecossistemas e a melhoria da qualidade de vida das comunidades que habitam as APs. Além disso, fornece dados e evidências científicas que auxiliam na conscientização da sociedade sobre a importância da preservação ambiental e do manejo adequado dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

- Antunes, P. de B. (2014). *Comentários ao novo código florestal* (2a ed.). Atlas.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evoluções históricas e questões atuais. *Revista em Questão*, 12(1), 11–31.
- Araújo, M. B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., & Thuiller, W. (2011). Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, 14(5), 484–492. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01610.x>
- Banks, M. G. (2006). An extension of the Hirsch index: Indexing scientific topics and compounds. *Scientometrics*, 69(1), 161–168. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0046-9>
- Barbieri, J. C. (2012). *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos* (3a ed.). Saraiva.
- Bayer, N. M., Uranga, P. R. R., & Fochezatto, A. (2022). A curva ambiental de Kuznets na produção de resíduos sólidos domiciliares nos municípios brasileiros, 2011-2015. *Economia e Sociedade*, 31, 129–142. <https://doi.org/10.1590/1982-3536/2022.v31n1a11>

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

- Besen, G. R., Jacobi, P. R., Dias, S. M., & Prata, V. P. (2010). Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In P. Saldiva, S. M. Dias, & V. P. Prata (Orgs.), *Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles* (pp. 209–228). ExLibris.
- Bindoff, N. L., Stott, P. A., AchutaRao, K. M., Allen, M. R., Gillett, N., Gutzler, D., Hansingo, K., et al. (2013). Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Climate change 2013: The physical science basis* (pp. 867–952). Cambridge University Press.
- Birkle, C., Pendlebury, D. A., Schnell, J., & Adams, J. (2020). Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 363–376. https://doi.org/10.1162/qss_a_00001
- Brunckhorst, D. (2000). *Australian natural heritage: Past, present and future*. Australian Public Affairs Information Service.
- Bueno, M., & Valente, M. (2019). The effects of pricing waste generation: A synthetic control approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 96, 274–285. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.03.006>
- Carvalho, P. P., & Pereira, R. S. (2013). Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In R. S. Pereira (Org.), *Gestão para o desenvolvimento sustentável: desafios e proposições para a sustentabilidade socioambiental* (pp. 1–14). Globus.
- Chand Malav, L., Yadav, K. K., Gupta, N., Kumar, S., Sharma, G. K., Krishnan, S., Rezania, S., et al. (2020). A review on municipal solid waste as a renewable source for waste-to-energy project in India: Current practices, challenges, and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123227>
- Chang, H., Huang, K., Pan, H., & Zhu, Q. (2019). Parameter sensitivity to concentrations and transport distance of odorous compounds from solid waste facilities. *Science of the Total Environment*, 651, 2158–2165. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.277>
- Chueke, G. V., & Amatuucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais (Internext)*, 10(2), 1–5. <https://doi.org/10.18568/1983-7137.10201>
- Conference of the Parties. (2012). *Report of the Conference of the Parties on its eighteenth session, held in Doha from 26 November to 8 December 2012*. Distr.: General.

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREA DE PROTEÇÃO: CAMINHOS PARA O FUTURO DA PESQUISA

- Corvellec, H., & Hultman, J. (2012). From “less landfilling” to “wasting less”. *Journal of Organizational Change Management*, 25(2), 297–314. <https://doi.org/10.1108/09534811211218579>
- Dudley, N. (2008). *Guidelines for applying protected area management categories*. IUCN.
- Gaston, K. J., Jackson, S. F., Cantú-Salazar, L., & Cruz-Piñón, G. (2008). The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39(1), 93–113. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173349>
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (7a ed.). Atlas.
- Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: Impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1503–1510. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600004>
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569–16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Ivanova, S., & Lisina, N. (2023). Municipal and industrial urban waste: Legal aspects of safe management. *Laws*, 12(3), 48. <https://doi.org/10.3390/laws12030048>
- Jacobi, P. R., & Besen, G. R. (2011). Solid waste management in São Paulo: The challenges of sustainability. *Estudos Avançados*, 25(71), 135–158. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>
- Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm
- Lemes, P., Melo, A. S., & Loyola, R. D. (2014). Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, 23(2), 357–368. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0652-9>
- Levidow, L., & Upham, P. (2017). Linking the multi-level perspective with social representations theory: Gasifiers as a niche innovation reinforcing the energy-from-waste (EfW) regime. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.014>

ELIVELTO DA SILVA LIMA, THAMARA MARCOS DOS SANTOS, PAULO HENRIQUE GOMES DE OLIVEIRA SOUSA

- Luíza, M., Silva, A., Costa, J., & Nogueira, L. (2023). Degradação ambiental por resíduos sólidos em área de preservação permanente. *Foco*, 16(8), e2937. <https://doi.org/10.5935/foco.v16i8.2937>
- Martine, G., & Alves, E. (2015). Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: Tripé ou trilema da sustentabilidade? *Revista Brasileira de Estudos de População*, 32(3), 433–460. <https://doi.org/10.1590/0102-3098/2015.32.3>
- Martins, G. de A., & Theóphilo, C. R. (2017). *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas* (3a ed.). Atlas.
- Marzeion, B., Jarosch, A. H., & Gregory, J. M. (2014). Feedbacks and mechanisms affecting the global sensitivity of glaciers to climate change. *The Cryosphere*, 8(1), 59–71. <https://doi.org/10.5194/tc-8-59-2014>
- Mazzucco, W., Roncarolo, F., Rezza, G., & Panatto, D. (2020). The management of health hazards related to municipal solid waste on fire in Europe: An environmental justice issue? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6617. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186617>
- McNeely, J. A., Harrison, J., Dingwall, P., & World Conservation Union. (1994). *Protecting nature*. World Conservation Union.
- Quispe, K., Rojas, R., Álvarez, J., & Cárdenas, M. (2023). Solid waste management in Peru's cities: A clustering approach for an Andean district. *Applied Sciences*, 13(3), 1646. <https://doi.org/10.3390/app13031646>
- Redford, K. H., & Sanjayan, M. (2003). *Parks in peril: People, politics and protected areas*. Island Press.
- Richardson, R. J. (2017). *Pesquisa social: métodos e técnicas* (4a ed.). Atlas.
- Rocha, D. L. (2012). Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas — Bahia. *Revista Caminhos de Geografia*, 13(44), 140–155.
- Santiago, J. F., Jr., & Miyashita, E. (2017). Anais do 11º Encontro do Grupo Brasileiro de Reciclagem em Prótese e Implante. *Archives of Health Investigation*, 6, 14 maio.
- Smith, A., Voss, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4), 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREA DE PROTEÇÃO: CAMINHOS PARA O FUTURO DA PESQUISA

- Soares, S. V., Picolli, I. R. A., & Casagrande, J. L. (2018). Pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica, artigo de revisão e ensaio teórico em administração e contabilidade. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 19(2), 308–339. <https://doi.org/10.13058/raep.2018.v19n2.777>
- Soler, F., & Silva, C. R. V., Filho. (2019). *Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei*. Editora Trevisan.
- Souza, M. T. S., Paula, M. B., & Souza-Pinto, H. (2012). O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. *Revista de Administração de Empresas*, 52(2), 246–262. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902012000200009>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B., & Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525), 67–73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>
- Wu, F., Li, J., Xu, Z., & Chen, J. (2020). New insights into regional differences of the predictions of municipal solid waste generation rates using artificial neural networks. *Waste Management*, 107, 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.018>
- WWF Brasil. (2023). *WWF Brasil*. <https://www.wwf.org.br/>
- Xu, Z., Zhao, Y., Lu, M., & Xu, F. (2022). Study and Application on Membrane-based Wastewater Zero Liquid Discharge Technology in a Power Plant. *Zhongguo Dianji Gongcheng Xuebao*, 39. <https://doi.org/10.13334/j.0258-8013.pcsee.190505>
- Zhang, E. (2023). Research on urban solid waste treatment methods. *E3S Web of Conferences*, 424, 03010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342403010>