

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A RELAÇÃO ENTRE LOGÍSTICA REVERSA E RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION ON THE RELATIONSHIP BETWEEN REVERSE LOGISTICS AND ELECTRO-ELECTRONIC WASTE

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE LOGÍSTICA INVERSA Y RESIDUOS ELECTROELECTRÓNICOS

Wesley Vieira da Silva¹
César Augusto Colussi²
Robson de Faria Silva³
Luciana dos Santos Costa Vieira da Silva⁴
Nuvea Kuhn⁵
Fabiola Kaczam⁶
Luciana Peixoto Santa Rita⁷

RESUMO

O objetivo da pesquisa é investigar a produção científica internacional sobre a relação entre a logística reversa e resíduos eletroeletrônicos no período entre 2005 e 2022. A coleta dos estudos primários foi realizada na base de periódicos *Web of Science*, sendo tratados com critérios rígidos e preestabelecidos a partir do protocolo de Tranfield, Denyer e Smart (2003). O método de análise dos dados refere-se a técnica de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que contou com o suporte dos pacotes bibliométricos *VOSviewer* e o *Bibliometrix*. A análise dos resultados explorou a produtividade dos autores e periódicos, assim como, a rede de relacionamento entre as palavras-chaves do *corpus* textual, identificando-se quatro clusters: (i) Gerenciamento; (ii) Logística Reversa; (iii) Projeto e, (iv) Barreiras. Enquanto contribuição, a pesquisa pode aumentar a conscientização em termos de políticas públicas por parte dos gestores públicos e sociedade civil, acerca dos desafios e impactos do lixo eletroeletrônico.

Palavras-Chave: Logística reversa. Resíduos eletrônicos. Leis da bibliometria.

¹Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq 1D. Maceió. Alagoas. Brasil. E-mail: wesley.silva@feac.ufal.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5354-8676>

²Graduando em Administração. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió. Alagoas. Brasil. E-mail: cezar.colussi@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4420-9436>

³Doutor em Administração. Professor da Universidade do Contestado (UNC), Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: faria762@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9404-3439>

⁴Doutora em Administração. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió. Alagoas. Brasil. E-mail: luciana.vieira@feac.ufal.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-7150>

⁵Doutoranda em Administração. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: nuveak@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7018-6088>

⁶Doutoranda em Administração. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, 97105-900, Brasil. E-mail: kaczamf@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0460-9927>

⁷Pós-doutorado em Economia. Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Maceió. Alagoas. Brasil. E-mail: luciana.rita@feac.ufal.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-9014>

ABSTRACT

The objective of the research is to investigate international scientific production on the relationship between reverse logistics and electronic waste in the period between 2005 and 2022. The collection of primary studies was carried out based on Web of Science journals, being treated with strict and pre-established criteria to base on the protocol by Tranfield, Denyer and Smart (2003). The data analysis method refers to the Systematic Literature Review (RSL) technique, which was supported by the bibliometric packages VOSviewer and Bibliometrix. The analysis of the results explored the productivity of authors and journals, as well as the relationship network between the keywords in the textual corpus, identifying four clusters: (i) Management; (ii) Reverse Logistics; (iii) Project and (iv) Barriers. As a contribution, the research can increase awareness in terms of public policies on the part of public managers and civil society about the challenges and impacts of electronic waste.

Keywords: Reverse logistic. Electronic waste. Bibliometric Laws.

RESUMEN

El objetivo de la investigación es investigar la producción científica internacional sobre la relación entre logística inversa y residuos electrónicos en el período comprendido entre 2005 y 2022. La recolección de estudios primarios se realizó con base en revistas Web of Science, siendo tratadas con estricto y pre- criterios establecidos a partir del protocolo de Tranfield, Denyer y Smart (2003). El método de análisis de datos hace referencia a la técnica de Revisión Sistemática de Literatura (RSL), la cual fue soportada por los paquetes bibliométricos VOSviewer y Bibliometrix. El análisis de los resultados exploró la productividad de autores y revistas, así como la red de relaciones entre las palabras clave en el corpus textual, identificando cuatro clusters: (i) Gestión; (ii) Logística Inversa; (iii) Proyecto y, (iv) Barreras. Como aporte, la investigación puede aumentar la conciencia en términos de políticas públicas por parte de los gestores públicos y de la sociedad civil sobre los desafíos e impactos de los residuos electrónicos.

Palabras clave: Logística inversa. Residuos electrónicos. Leyes de la bibliometría.

Como citar este artigo: SILVA, Wesley Vieira da *et al.* Análise da produção científica sobre a relação entre logística reversa e resíduos eletroeletrônicos. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 13, p. 589-607, 13 dez. 2023. Doi: <https://doi.org/10.24302/drd.v13.4917>.

Artigo recebido em: 20/07/2023

Artigo aprovado em: 02/11/2023

Artigo publicado em: 13/12/2023

1 INTRODUÇÃO

A logística reversa possui um papel fundamental ao colaborar com uma série de atividades necessárias que visam recuperar um produto usado ou não com base no tempo em que um determinado cliente queira eliminá-lo, reutilizá-lo ou mesmo revendê-lo (Daniel, Guide e Van Wassenhove, 2002; Gonçalves-Dias e Teodósio, 2006; Gonçalves e Silva Marins, 2006).

Ainda evidenciamos na literatura por meio de autores como Lambert, Stock e Vantine (1999) e Shibao, Moori e Santos (2010), que definem logística reversa a partir da utilização dos termos como “instantaneidade e descartabilidade” ao descrever sobre as mudanças relacionadas ao aumento do consumo e da expansão industrial, onde os bens de consumo passaram a ser produzidos de maneira mais rápida, grande escala e com entrega rápida, em contrapartida, esses produtos passaram a ser menos duráveis. Essas mudanças impactam negativamente a natureza, já que o descarte nem sempre é devidamente correto.

Em função dos recursos do planeta terra serem formados por bens limitados e exauríveis, isso acaba levando a uma preocupação muito grande com as questões de natureza ambiental que, de forma cada vez mais estreita impactam na sociedade em escala mundial (Ribeiro *et al.*, 2014).

De maneira complementar, a busca por um desenvolvimento sustentável torna-se cada vez mais relevante atualmente, visto que os principais geradores de resíduos eletrônicos urbanos ainda carecem de um profundo comprometimento por parte das autoridades governamentais, tal como tratado em Cunha e Caixeta Filho (2002) e Ciplet (2006).

Notadamente que a análise do gerenciamento reverso dos resíduos eletrônicos traz como ganho em termos científicos uma visão mais sistêmica e ao mesmo tempo integrada acerca dos materiais eletrônicos a serem descartados. Essa atitude propicia uma maior compreensão sobre o distribuidor, o gerador dos resíduos eletrônicos e o descarte final caso seja inserido em uma mesma cadeia onde todos sejam responsáveis.

Para Mello, Mayer e Souza Costa (2016) e Pessanha e Morales (2020) a solução para o problema da reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos tais como as tvs, celulares, geladeiras, dentre outros, acaba sendo rentável, dado que ao economizar matérias-primas tem-se como consequência o barateamento dos custos de produção de outros bens, o que torna os produtos mais acessíveis para as populações com alguma vulnerabilidade social além de ajudar a mitigar metais pesados, gases poluentes da atmosfera que podem poluir o solo, lençóis freáticos e cursos d'água.

Nesse sentido, a logística reversa pode ser empregada com diversos produtos tais como baterias de celulares, pilhas, pneus, embalagens plásticas de agrotóxicos, dado o crescimento exacerbado do seu consumo e descarte no mundo e da presença de substâncias perigosas ou mesmo metais preciosos em sua composição que exige elevada tecnologia em termos de reciclagem.

A principal contribuição desse trabalho reside no fato de que os resultados dessa revisão sistemática podem aumentar a conscientização em termos de políticas públicas por parte dos gestores públicos e sociedade civil, acerca dos desafios e impactos do lixo eletroeletrônico, dado a importância da logística reversa na sua gestão adequada. Isso pode promover o

engajamento da sociedade civil, estimular consequentemente a participação em programas de reciclagem e a demanda por produtos eletroeletrônicos mais sustentáveis.

Ressalta-se que os padrões de consumo atrelado a uma quantidade excessiva de resíduos dessa natureza, nas visões de Xu *et al.*, (2017) fizeram com que surgissem preocupações relacionadas com a proteção ambiental e com a conservação dos recursos, além do desenvolvimento de operações logísticas e de tecnologia de conservação de fabricação, de forma que levaram diversos países a criarem meios para a sua coleta e reciclagem.

Para Silva *et al.*, (2018), o destino dos resíduos provenientes dos eletroeletrônicos também depende de ações de natureza educativas que perpassam os limites da sala de aula, fazendo com que haja uma ampliação das possibilidades de desenvolvimento de um trabalho pedagógico amparado num modelo reflexivo voltado a problemática socioambiental.

Cabe salientar que os resíduos eletroeletrônicos que se tornou uma problemática no mundo todo e que fora impulsionado pelo consumo e descarte desenfreado para Kitajima *et al.*, (2019), faz com que a sociedade possa implementar ações que venham a colaborar com a preservação do meio ambiente.

O papel da logística reversa de eletroeletrônicos acarreta a geração de empregos, além de poupar recursos naturais que alavancam, de alguma forma, a economia verde. Como consequência, tem-se as alterações nos padrões de produção e consumo que favorecem a redução das desigualdades sociais, à medida em que haja uma maior valoração das ações sustentáveis em cenários de crise (WEEE, 2022).

Avaliou-se a produção científica internacional acerca da temática explorada nos últimos 15 anos, ao buscar estabelecer o seguinte questionamento central de pesquisa: qual a relação entre a logística reversa e os resíduos eletrônicos?

Os autores Koshta, Patra e Singh (2021) mostram, que o aumento da geração do lixo eletrônico é uma preocupação crescente em todo o mundo e que, devido à presença de metais preciosos, poderia servir como uma fonte de matérias-primas secundárias, focando no reaproveitamento dos recursos.

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é investigar a relação entre a logística reversa e o lixo eletrônico produzido com base na técnica de Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

Os resultados desse estudo sugerem que o controle comportamental percebido, a consciência das consequências e as intenções de reciclar o lixo eletrônico são elementos preditores da disposição a pagar do usuário final.

Esse trabalho encontra-se estruturado em quatro seções que podem ser sumarizados da seguinte forma: a primeira refere-se os procedimentos metodológicos; a terceira diz respeito a apresentação e análise do *corpus* e a quarta trata das conclusões e limitações da pesquisa.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa seção tem por objetivo retratar os procedimentos metodológicos utilizados nessa revisão sistemática de literatura ao trazer de maneira pormenorizada as etapas adotadas, como base no protocolo desenvolvido por Tranfield, Denyer e Smart (2003), garantindo assim a reprodutibilidade do trabalho por parte de outros pesquisadores.

2.1 FONTE DE COLETA DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS

Para a realização da coleta dos artigos que farão parte da Revisão Sistemática de Literatura utiliza-se a base de periódicos *Web of Science*, com o acesso gratuito por parte da comunidade acadêmica.

Para ter acesso ao Portal de Periódicos CAPES é necessário a realização de um cadastro na rede de instituições de ensino conveniada (CAFe). O acesso ao portal de periódicos por meio da instituição de ensino é feito a partir do link <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>

A escolha pela base de periódicos *Web of Science* se deve ao fato dela ser multidisciplinar, além de indexar as mais diferentes áreas do conhecimento. A sua coleção principal conta com mais de 21.100 periódicos acadêmicos revisados por pares publicados em todo o mundo, o que atesta a sua elevada qualidade, além de incluir periódicos de acesso aberto à comunidade acadêmica em mais de 250 disciplinas de ciências, ciências sociais e artes e humanidades, anais de eventos, livros e capítulos de livros.

Ressalta-se que a referida base ainda possui o principal indicador de citações do mundo usado em pesquisas científicas e acadêmicas denominado de *Journal Citation Report (JCR)*, isto é, o fator de impacto dos periódicos. Além disso, existem uma vasta quantidade de pacotes bibliométricos que atendem aos requisitos operacionais dessa base (LACERDA, ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

Ademais, o uso da base de periódicos *Web of Science* na sua coleção principal, se justifica em função de permitir o filtro contendo uma maior quantidade de variáveis (rótulos de campo), onde pode-se exportar os resultados com metadados (artigos) bibliográficos mais completos, incluindo-se as referências usadas nos artigos.

2.2 CRITÉRIOS DEFINIDOS PARA A SELEÇÃO DOS ARTIGOS DO CORPUS

Nesse trabalho adotou-se antecipadamente os seguintes critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos artigos do *corpus* textual:

- Critérios de Inclusão:

- [a] Considerar somente artigos científicos;
- [b] Considerar apenas artigos publicados em periódicos;
- [c] Considerar somente artigos da língua inglesa;

- [d] Considerar os artigos em todo o período temporal;
- [e] Considerar artigos que pertençam aos três primeiros quartis de citação do Scimago Journal & Country Rank (2022).

- Critérios de Exclusão:

- [a] Excluir artigos que não possuam resumos;
- [b] Excluir artigos que não possuam o DOI;
- [c] Excluir artigos situados no quarto Quartil Q4 ou sem classificação;
- [d] Excluir os artigos com acesso antecipado à publicação;
- [e] Excluir artigos não aderentes à temática explorada.

2.3 DEFINIÇÃO DAS PALAVRAS-CHAVE E FORMULAÇÃO DA STRING DE BUSCA

As palavras-chave utilizadas na RSL desse trabalho surgiu a partir do problema de pesquisa desse estudo. Nessa problemática procura-se entender o relacionamento existente entre dois eixos centrais expressos a partir dos termos “logística reversa” e “resíduos eletrônicos”.

Nesse sentido, tem-se o resultado da relação entre os termos relacionados e os seus sinônimos, valendo-se do conector AND, descrito na língua inglesa:

ALL= (“reverse logistics” OR “reverse flow” OR “sustainable logistics” OR “reverse channel system” OR “reverse distribution channels” OR “environmental logistics”) AND (“e-waste” OR “electronic waste” OR “waste smart”))

Cabe destacar que, em todos os casos, os termos usados na formulação da *string* de busca foram traduzidos para a língua inglesa e os seus resultados podem ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – *String* de Busca e Número de Artigos em 03 de janeiro de 2023

Buscas	Base	String de Busca	Número de Artigos
1ª Busca	WoS	ALL=(((“reverse logistics” OR “reverse flow” OR “sustainable logistics” OR “reverse channel system” OR “reverse distribution channels” OR “environmental logistics”) AND (“e-waste” OR “electronic waste” OR “waste smart”)))	189
2ª Busca	WoS	ALL=(((“reverse logistics” OR “reverse flow” OR “sustainable logistics” OR “reverse channel system” OR “reverse distribution channels” OR “environmental logistics”) AND (“e-waste” OR “electronic waste” OR “waste smart”))) and Artigo (Tipos de documento)	125
3ª Busca	WoS	ALL=(((“reverse logistics” OR “reverse flow” OR “sustainable logistics” OR “reverse channel system” OR “reverse distribution channels” OR “environmental logistics”) AND (“e-waste” OR “electronic waste” OR “waste smart”))) and Artigo (Tipos de documento) and Acesso antecipado (Excluir – Tipos de documento)	122
4ª Busca	WoS	ALL=(((“reverse logistics” OR “reverse flow” OR “sustainable logistics” OR “reverse channel system” OR “reverse distribution channels” OR “environmental logistics”) AND (“e-waste” OR “electronic waste” OR “waste smart”))) and Artigo (Tipos de documento) and Acesso antecipado (Excluir – Tipos de documento) and English (Idiomas)	115

Fonte: Os autores (2023)

Ao aplicar alguns critérios de inclusão e exclusão, definidos antecipadamente nos menus existentes na base *Web of Science*, levou-se em consideração na segunda busca apenas os documentos que fossem artigos. Considerou-se apenas os artigos já publicados nos periódicos científicos o que totalizou 115 artigos.

Vale salientar que o corte temporal foi restrito aos limites da base de periódicos *Web of Science*, do mais antigo até os mais recentes no instante da extração da informações, segundo critérios de seleção do *corpus*.

2.4 AVALIAÇÃO DA REPUTAÇÃO DOS PERIÓDICOS PELO SCIMAGO JOURNAL RANKING

Procedeu-se a análise da reputação dos periódicos selecionados com base no Scimago Journal & Country Rank (SJR, 2022) visando desvendar os quartis de citação aos quais tais periódicos foram classificados, sendo incluídos na amostra final somente àqueles pertencentes aos quartis Q1, Q2 e Q3, excluindo-se artigos publicados nos periódicos classificados como Q4 e àqueles ainda sem qualquer classificação nesse mesmo ranking.

Foram excluindo um total de 10 artigos caracterizados como Q4 ou sem classificação (WC), restando nessa etapa um total de 104 artigos pertencentes aos três primeiros quartis de citação (Q1, Q2 e Q3) do Scimago Journal & Country Rank (SJR, 2022). Nesse sentido, a etapa contemplou 62 artigos Q1 que corresponde a 59,62% da amostra, 35 artigos caracterizados como Q2 que corresponde a 33,65%, além de um total de 6 artigos que representa a 5,77% dos trabalhos caracterizados como Q3.

2.5 ADERÊNCIA DOS RESUMOS DOS ARTIGOS À TEMÁTICA PESQUISADA

A fase subsequente desta revisão sistemática de literatura refere-se à averiguação da aderência do conteúdo dos 104 artigos dos três primeiros quartis de citação do Scimago Journal & Country Rank (SJR, 2022). Inicialmente foram traduzidos os resumos, títulos e palavras-chave dos artigos da língua inglesa para a língua portuguesa.

Posteriormente foi observado se o conteúdo descrito nos resumos dos artigos se tratava, ao mesmo tempo, das temáticas logística reversa e seus sinônimos e resíduos eletrônicos e os seus sinônimos. Após a leitura minuciosa dos 100 resumos disposto na planilha eletrônica Microsoft Excel[®] chegou-se à conclusão de que os artigos que farão parte do *Corpus* Final correspondem o total de 100 artigos que abordam simultaneamente a temática pesquisada.

2.6 OS PACOTES BIBLIOMÉTRICOS USADOS NA RSL

Em relação aos softwares para processar os metadados obtidos junto a base de periódicos *Web of Science*, utilizou-se os seguintes pacotes bibliométricos: *Bibliometrix* (<http://www.bibliometrix.org/biblioshiny.html>), o pacote *VOSviewer* (<https://www.vosviewer.com/download>) e a planilha eletrônica Microsoft Excel[®]. Todos eles foram destinados a extração de indicadores de produção científica ou elaboração de mapas de agrupamentos de documentos.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CORPUS

Essa seção tem por objetivo evidenciar os resultados obtidos da coleta dos metadados da *Web of Science* sobre a temática explorada, enfocando a análise descritiva do *corpus*, a produtividade dos autores e periódicos além da análise das palavras oriundas dos estudos primários.

3.1 ANÁLISE DESCRITIVA DO CORPUS

O objetivo dessa seção é analisar os principais indicadores de produção científica da amostra coleta que corresponde ao *corpus* de pesquisa, buscando identificar àqueles indicadores que mais se destacam em relação a temática lixo eletroeletrônico e logística reversa.

Nesse sentido, avaliou-se um total de 100 artigos científicos, também reportados no trabalho como estudos primários e 42 periódicos, onde foram extraídos os indicadores por meio do pacote *Bibliometrix* oriundos da base de periódicos *Web of Science*. Tem-se na Figura 1 os principais indicadores da produção científica dos artigos publicados sobre essa temática explorada.

Figura 1 – Painel de Indicadores de Produção Científica do *Corpus*

Fonte: Os autores (2023)

Observe na Figura 1 que o *corpus* é composto de 42 periódicos e período da consulta na *Web of Science* está compreendido entre os anos de 2005 e 2022. Além disso, foram evidenciados um total de 307 autores e coautores e uma taxa de crescimentos da quantidade de artigos publicados nesse período em torno de 16,79%. Foram evidenciados ainda uma média considerável de 34,46 citações por documento, além de uma média anual de idade dos documentos em torno de 4,78.

No que diz respeito ao nível de colaboração científica entre os autores do *corpus*, foram evidenciados um total de apenas 4 autores com autoria única em toda a amostra, o que pode ser considerado um número relativamente baixo de parcerias de pesquisa, dado que ao considerar a existência de 307 autores isso representa 1,30% da amostra coletada.

Observou-se ainda no mesmo painel uma taxa de 23% de colaboração entre os autores do *corpus*, independente dos países analisados, além do *corpus* possuir 357 *Keywords Plus* advindas da base de periódicos, além de 4.483 referências de todos os artigos coletados, o que se traduz por uma média de aproximadamente 45 referências por artigo.

3.2 ANÁLISE DOS AUTORES MAIS PRODUTIVOS

Na visão de Petticrew e Roberts (2008), ao identificar os autores mais produtivos em uma revisão sistemática de literatura torna-se possível traçar um panorama das pesquisas sobre uma determinada área do conhecimento, uma vez que os autores mais produtivos, em geral, são aqueles que possuem reconhecimento de toda comunidade científica ao serem citados, o que traduz pela qualidade e confiabilidade de suas contribuições, dado que pode ajudar na identificação de questões ainda não resolvidas ou que foram pouco exploradas, fornecendo oportunidades para futuras pesquisas.

Essa seção tem por objetivo avaliar o comportamento da quantidade de artigos publicados pelos autores nos mais diferentes periódicos, buscando responder ao seguinte questionamento secundário de pesquisa: quais autores mais contribuem com o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a relação entre logística reversa e lixo eletrônico?

Na Tabela 2 tem-se os cinco autores mais produtivos do *corpus* textual ao longo de todo o período temporal de análise.

Tabela 2 – Os 5 Autores Mais Produtivos do *Corpus*

n	Most Productive Authors	Quantity of Articles
1	Guarnieri, Patricia	5
2	Camara e Silva, Lucio	4
3	Gunasekaran, Angappa	3
4	Islam, MD Tasbirul	3
5	Subramanian, Nachiappan	3

Fonte: Os autores (2023)

Em relação aos cinco autores considerados como mais produtivos do *corpus* sobre a temática explorada (*Top Five* dos Autores Mais Produtivos do *Corpus*) evidenciados na Tabela 2, aqueles que obtiveram maiores destaques foram os autores Patrícia Guarnieri com um total de 5 artigos, seguido de Lucio Camara e Silva com o total de 4 artigos, os autores Angappa Gunasekaran, MD Tasbirul Islam e Nachiappan Subramanian todos obtiveram um total de 3 artigos publicados sobre a temática explorada, respectivamente.

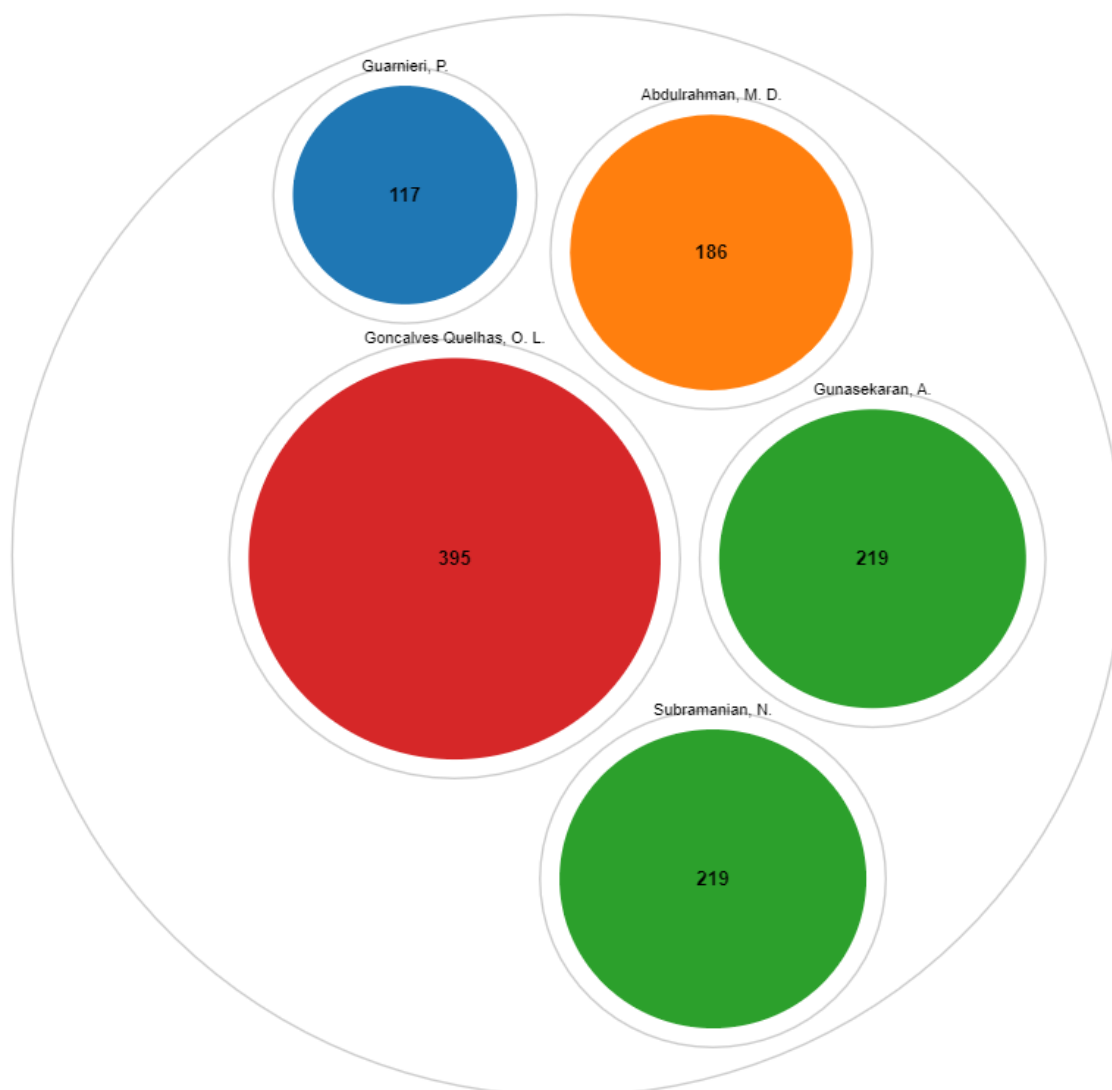
Ao avaliar o questionamento relatado anteriormente sobre os autores mais produtivos, em termos de quantidade de artigos publicados envolvendo a relação entre logística reversa e lixo eletrônico, percebeu-se que os 5 autores supracitados foram àqueles que mais publicaram no período considerado, todos com o foco na temática desenvolvida.

3.3 ANÁLISE DOS AUTORES MAIS CITADOS DO CORPUS

Na visão de Pautasso (2013), a avaliação dos autores mais citados em uma revisão sistemática de literatura ajuda aos pesquisadores na identificar os principais conceitos, teorias e abordagens que foram usadas em um determinado campo do conhecimento. Assim, tal aspecto pode auxiliar na compreensão acerca da evolução de uma área do conhecimento, bem como na identificação de lacunas e tendências de pesquisas emergentes.

Essa seção tem por objetivo evidenciar os autores mais citados no *corpus* de pesquisa buscando responder ao seguinte questionamento secundário de pesquisa: quais autores são mais citados no corpus de pesquisa, a respeito da temática explorada?

Na Figura 2 tem-se os cinco autores mais citados do *corpus* textual ao longo de todo o período temporal de análise.

Figura 2 – Os 5 Autores Mais Citados do *Corpus*

Fonte: Os autores (2023)

No que diz respeito aos autores mais citados do *corpus* sobre o tema explorado (*Top Five* dos Autores Mais Citados do *Corpus*) dispostos na Figura 2, pode-se destacar Osvaldo Luiz Goncalves Quelhas, com um total de 395 citações, seguido dos autores, Angappa Gunasekaran com um total de 219 citações, Nachiappan Subramanian obtendo um total de 219 citações, Muhammad D. Abdulrahman que obteve um total de 186 citações e Patricia Guarnieri contemplando um total de 117 citações, respectivamente.

Por fim, ao responder a problemática secundária de pesquisa em que questiona quais autores são mais citados no *corpus* de pesquisa, a respeito da temática explorada, percebe-se que tal questionamento foi integralmente respondido, dado que tais autores retratam fielmente o *corpus* coletado, pois somente eles representam o total de 1.136 citações em todo o período amostral e que fornece uma média de 272 citações para os cinco autores, sendo 7 vezes superior a média de citações de todo o *corpus*.

3.4 ANÁLISE DOS PERIÓDICOS MAIS PRODUTIVOS DO CORPUS

A análise da produtividade dos periódicos em uma revisão sistemática de literatura torna-se importante na visão de Cooper (1989) pois ela fornece informações sobre a relevância e o impacto dos artigos que foram publicados, o que ajuda avaliar a qualidade e a confiabilidade das fontes de informações usadas na RSL, de modo a contribuir com o avanço do campo de estudo. Complementarmente, os pesquisadores podem ter a garantia de que estão incluindo no *corpus* selecionado, artigos publicados em revistas renomadas, de modo a contribuir com a validade credibilidade da revisão sistemática. Supõe-se que os periódicos com maior publicação de artigos sobre determinado assunto tendem a estabelecer um núcleo supostamente de qualidade superior e maior relevância nesta área do conhecimento.

Nesse contexto, essa seção tem por objetivo avaliar a produtividade dos periódicos que foram denotados no *corpus* de pesquisa dessa revisão sistemática de literatura, acerca da relação entre logística reversão e lixo eletrônico ao buscar respostas ao seguinte questionamento: quais periódicos concentram maior número de publicações do *corpus*?

Na Tabela 3 tem-se a avaliação dos 10 periódicos mais produtivos do *corpus* textual com os indicadores que retratam tal constatação.

Tabela 3 – Os 10 Periódicos Mais Produtivos do *Corpus*

<i>n</i>	<i>Periódicos</i>	<i>SJR Quatile</i>	<i>Número de Artigos</i>	<i>H-Index</i>	<i>Editoras</i>	<i>Países</i>
1	Journal of Cleaner Production	Q1	15	268	Elsevier	Holanda
2	Resources Conservation and Recycling	Q1	11	170	Elsevier	Holanda
3	Sustainability	Q1	11	136	MDPI	Suíça
4	Waste Management	Q1	7	201	Elsevier	Holanda
5	Environmental Science and Pollution Research	Q1	6	154	Springer	Alemanha
6	Waste Management & Research	Q1	4	92	Sage Publications	Reino Unido
7	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	Q1	3	145	Springer	Alemanha
8	International Journal of Production Research	Q1	3	170	Taylor & Francis	Reino Unido
9	International Journal of Logistics Management	Q1	2	84	Emerald Group	Reino Unido
10	International Journal of Production Economics	Q1	2	214	Elsevier	Holanda

Fonte: Os autores (2023)

Em relação aos dez periódicos mais produtivos (*Top ten*) dos Periódicos Mais Produtivos do *Corpus*) dispostos na Tabela 3, pode-se afirmar que eles são o local onde estão contidos os artigos que foram publicados sobre a temática e que fazem parte do *corpus* textual.

Perceba que os periódicos foram colocados nessa tabela em função do número de artigos nele publicado. O que evidencia que o periódico mais produtivo seja o *Journal Cleaner Production* com 15 artigos publicados, seguidos pelo *Resources Conservation and Recycling e Sustainability* contemplando cada um deles 11 artigos publicados até o décimo periódico chamado de *International Journal of Production Economics* contemplando 2 artigos sobre a temática abordada nesse trabalho monográfico.

Ressalta-se que todos os dez periódicos avaliados pertencem ao primeiro quartil de citação (Q1) do *Scimago Journal & Country Rank* (2022), que se traduz pelos 25% dos periódicos mais citados no *corpus* de pesquisa selecionado. Tal conceito já fora definido no capítulo dos procedimentos metodológicos desse trabalho.

Outro indicador disposto na tabela anterior que avalia o impacto dos dez periódicos mais destacados do *corpus* refere-se ao H-Index. Tal indicador fora criado por Hirsch (2005), onde o referido autor enfatiza que essa medida tem por objetivo de avaliar periódicos e pesquisadores em termos de sua produtividade, à medida que procura avaliar o esforço científico de toda trajetória acadêmica despendido pelo pesquisador, de maneira cumulativa, sendo ele preferível ao comparar com outros indicadores como número total de artigos, número total de citações e média de citações por artigo.

Nesse contexto, o indicador H-Index médio estimado para os dez periódicos de maior destaque do *corpus* foi aproximadamente igual a 163, o que revela um valor significativo para os referidos periódicos ao considerar que, os seus artigos foram ao menos citados 163 vezes, denotando elevada reputação desses periódicos.

Por fim, ao avaliar se o questionamento sobre onde se concentram o maior número dos periódicos, percebeu-se que tal pergunta foi plenamente respondida, em razão da seleção prévia dos periódicos que fizeram parte do *corpus*.

3.5 ANÁLISE DE CO-OCORRÊNCIA DAS PALAVRAS DO CORPUS

Essa seção tem por objetivo avaliar as palavras-chave dos 100 artigos primários que compõem o *corpus* de pesquisa. Ao avaliar as palavras de maior destaque é possível obter informações valiosas acerca das tendências sobre a fenômeno estudado, bem como as lacunas de pesquisa.

Para os autores Webster e Watson (2002), Grant e Booth (2009) e Saldaña (2013), a análise das palavras dos estudos primários incluídos no *corpus* de pesquisa da revisão sistemática de literatura permite aos estudiosos identificar os termos mais recorrentes, sinônimos e variações terminológicas relevantes, além de categorias e temas caracterizados como emergentes na literatura, o favorece a descoberta de *insights* para a síntese e interpretação dos resultados, isso contribui com uma busca mais precisa e abrangente acerca da literatura pesquisada.

A nuvem ou rede de palavras formulada nesse trabalho diz respeito a organização e/ou agrupamento gráfico das palavras em função da sua frequência ou ocorrência, o que possibilita, de maneira rápida, a identificação do conteúdo lexical, bem como a centralidade representacional do *corpus* textual.

Assim, buscou-se evidenciar aquelas palavras-chave do *corpus* com as maiores co-ocorrência bem como as conexões entre as palavras. O pacote bibliométrico *VOSviewer* é usado nessa pesquisa com o objetivo de visualizar um conjunto de dados extraídos dos artigos primários do *corpus* com base no método conhecido como *VOS* (*Visualization of Similarities*), tal como fora reportado por Da Conceição Moreira, Guimarães e Tsunoda (2020), com vistas a definir os nós (autores) e ligações de sua rede (arestas). A vantagem desse pacote está no

ajustamento rápido das redes a partir do controle de dados aberto e com uma considerável redução de tempo na análise.

Para esse tipo de análise, foram selecionadas 49 palavras, de um total de 304 palavras-chave de todas as palavras oriundas da base *Web of Science (Keywords Plus)*, onde serão estimados os nós (palavras-chaves mais destacadas) e as suas respectivas conexões ou ligações entre as palavras (*Total link strength*).

Tem-se na Tabela 3 a evidenciação das dez palavras-chave com as maiores frequências de ocorrências e maiores conexões ou ligações, que corresponde a 20,41% das 49 palavras selecionadas.

Tabela 3 – As 10 Palavras-Chaves de Maiores Destaques

n	Palavras-Chave	Ocorrências	Conexões
1	Management	32	139
2	Reverse Logistics	30	104
3	Electronic Waste	21	79
4	Design	15	68
5	Model	14	60
6	E-Waste	12	58
7	Recovery	12	58
8	System	12	53
9	Barriers	10	52
10	Electronic Equipment	10	41

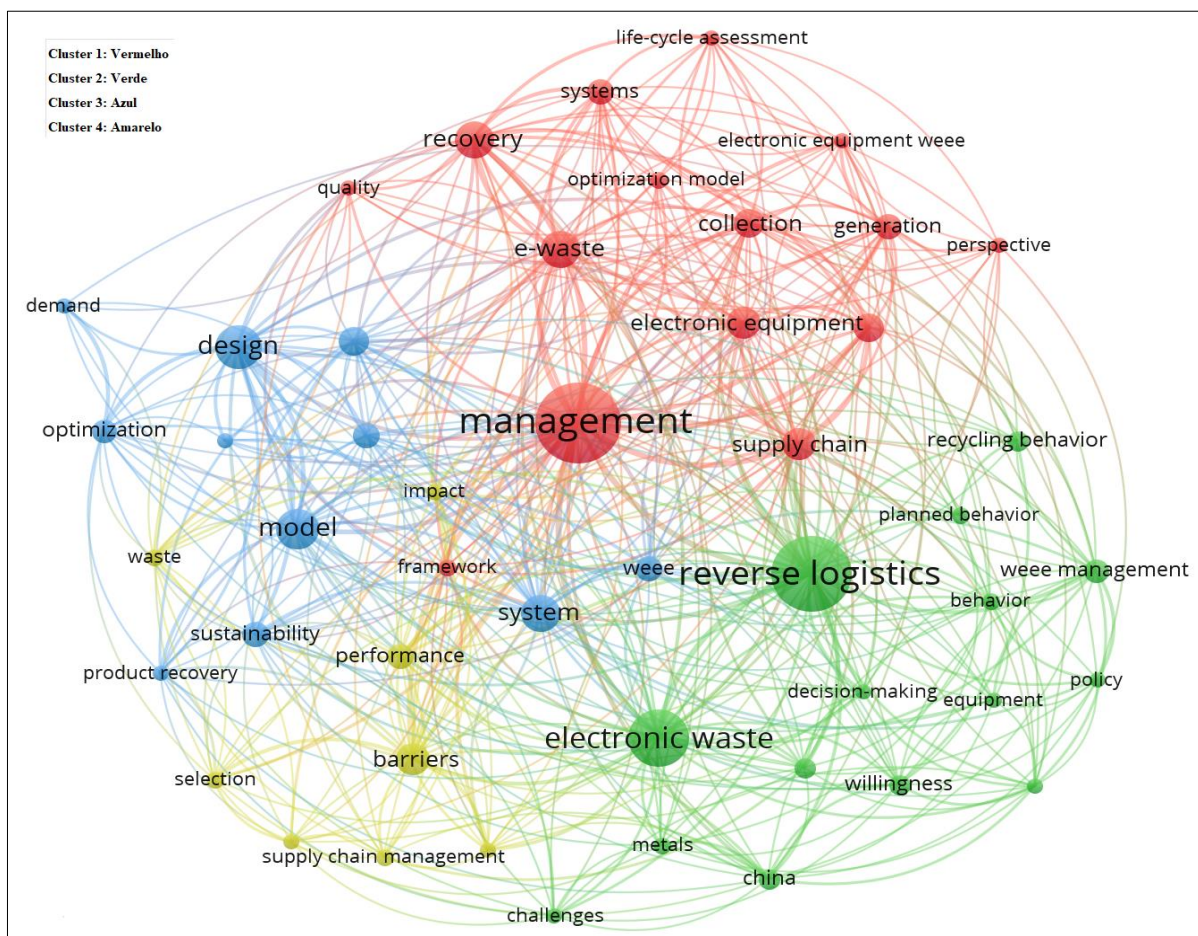
Fonte: Os autores (2023)

Nas visões de Van Eck e Waltman (2014), ao relacionar duas ou mais palavras-chave do *corpus*, busca-se averiguar tal relação em função do número de artigos, em uma mesma base de periódicos, o grau de associação em que ambas as palavras ocorrem conjuntamente, seja no título do trabalho, em seu resumo ou mesmo na lista de palavras-chave.

O objetivo desse tipo de análise é mapear as possíveis temáticas de pesquisas relacionadas aos termos-chave centrais: logística reversa e lixo eletrônico. Ressalta-se que o tamanho do nó denotado por cada uma das palavras selecionadas é proporcional à frequência de ocorrência desta mesma palavra-chave, enquanto a força dessa relação entre os nós pode ser avaliada pela proximidade e quantidade de conexões entre as ligações dessas palavras dentro de cada agrupamento.

Com base nos resultados da extração das palavras, foi realizada a análise de conteúdo dos estudos do *corpus* de pesquisa renomeando tais clusters de palavras de acordo com as suas frequências de ocorrências, tal como pode ser visualizado na figura que retrata a rede de palavras. Assim, é possível destacar por meio da Tabela 3 que os 4 termos com as maiores ocorrências foram: (1) Gerenciamento; (2) Logística Reversa; (3) Projeto e (4) Barreiras, sendo os mesmos termos usados para denominar os clusters formulados subsequentemente na Figura 3.

Figura 3 – Formuladores dos Clusters com as 49 Palavras-Chave com Maiores Ocorrências



Fonte: Os autores (2023)

O primeiro agrupamento (Cluster 1) de cor vermelha foi denominado de “gerenciamento”, que está reportado nos estudos primários com a gestão do lixo eletrônico, tal como fora ressaltado nos achados de Santos e Oguseitan (2022), Koshta, Patra e Singh (2021) e Llerena-Riascos *et al.* (2021).

O segundo agrupamento (Cluster 2) de cor verde é denominado como “logística reversa”, por ser o canal principal para o reaproveitamento e reciclagem de materiais eletrônicos, e está relatado nos estudos primários de Simsek, Ozdemir e Satoglu, (2022); Llerena-Riascos *et al.*, (2021) e Malekhouyan, Aghsami e Rabbani, (2021).

O terceiro agrupamento (Cluster 3) denotado pela cor azul é reportado como “Projeto”, que é a forma de organização que as empresas têm para pensar em como tratar o lixo eletrônico tal como encontra-se retratado nos estudos de Duran, Atasu e Van Wassenhove (2022) e Koshta, Patra e Singh (2022).

O quarto agrupamento (Cluster 4) designado pela cor amarela é retratado como “Barreiras”, que são as principais dificuldades enfrentadas à coleta seletiva desse tipo de lixo tal como fora evidenciado nos estudos de Santos e Oguseitan (2022) e Liang *et al.*, (2020).

3.6 PROPOSIÇÃO DE PESQUISAS FUTURAS

O objetivo dessa seção é fornecer ao leitor algumas proposições para a elaboração de trabalhos que possam ser desenvolvidos futuramente por outros pesquisadores, bem como identificar lacunas de pesquisas que sejam exploradas visando contribuir com o avanço campo de conhecimento sobre o fenômeno estudado.

- a) Investigar quais os principais riscos à saúde e ao meio ambiente, causados em função do descarte inadequado de resíduos eletrônicos, ao mesmo que em que seja ressaltado a importância das práticas de reciclagem seguras e responsáveis;
- b) Realizar uma pesquisa exploratória sobre as principais inovações tecnológicas no campo da reciclagem de lixo eletrônico, tais como robótica, inteligência artificial e automação, que possam melhorar a eficiência e a precisão dos processos;
- c) Investigar o impacto da reciclagem de lixo eletrônico na promoção da economia circular, destacando-se a importância da redução, reutilização e reciclagem para minimizar o desperdício de recursos;

Notadamente que a realização de pesquisas futuras envolvendo a relação entre lixo eletrônico e logística reversa é importante em razão do enfrentamento da promoção da sustentabilidade ao mesmo tempo em que se busque evidenciar soluções de caráter inovador para lidar com o crescente problema do descarte inadequado de resíduos eletrônicos.

4 CONCLUSÕES

Esse trabalho teve como objetivo investigar a relação existente entre a logística reversa e os resíduos eletrônicos por meio da técnica de revisão sistemática de literatura com o propósito de traçar um panorama acerca da produção científica deste campo do conhecimento. Para tanto, foi realizado uma busca na base de dados *Web of Science* de estudos primários que compuseram o *corpus* de pesquisa.

Foram avaliados a produtividade de autores, produtividade dos periódicos e a frequência de ocorrência das palavras-chave. A análise de citações fez com que a presente pesquisa, utilizasse as ferramentas de natureza bibliométrica, de modo que foi possível medir o impacto e a visibilidade da temática para a comunidade científica sobre o fenômeno estudado.

A questão central de pesquisa desse trabalho de conclusão de curso foi integralmente respondida, bem como as questões secundárias, dado que encontramos evidências que levam a afirmar que o sombreamento entre a logística reversa e o descarte inadequado de lixo eletrônico estão associados sob o ponto de vista do contexto do gerenciamento ambiental e da sustentabilidade.

Nesse sentido, a logística reversa desempenha um importante papel para o gerenciamento adequado do lixo eletrônico ao permitir a coleta, transporte e encaminhamento dos equipamentos eletrônicos descartados para locais apropriados de reciclagem, tratamento ou eliminação segura, o que contribui com a minimização dos impactos ambientais e os riscos à saúde.

A revisão sistemática que envolveu a relação entre os construtos lixo eletrônico e logística reversa revelou um rápido avanço tecnológico, de modo que o aumento nos padrões de consumo de dispositivos eletrônicos resultou em um crescente problema global de lixo eletrônico, dado que tais resíduos eletrônicos possuem substâncias perigosas, além de materiais considerados valiosos, o que torna a sua gestão adequada uma preocupação vital para a sustentabilidade ambiental e a economia circular.

REFERÊNCIAS

- CIPIET, D. **An Industry Blowing Smoke: 10 Reasons why Gasification, Pyrolysis & Plasma Incineration are Not Green Solutions**. Global Alliance for Incinerator Alternatives, 2009. Disponível em: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/BlowingSmokeReport.pdf>
- COOPER, H. M. **Integrating research: a guide for literature reviews**. Sage Publications, Inc, 1989. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Integrating_Research.html?id=e44s1xuG9O8C&redir_esc=y
- CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, p. 143-161, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2002000200004>
- DANIEL, V.; GUIDE, R.; VAN WASSENHOVE, Luk N. **Closed-loop supply chains**. Springer Berlin Heidelberg, 2002. Quantitative Approaches to Distribution Logistics and Supply Chain Management (Volume 519, pp. 47–60). Springer, Berlin, Heidelberg. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-56183-2_4
- DURAN, A. S.; ATASU, A.; VAN WASSENHOVE, Luk N. Cleaning after solar panels: applying a circular outlook to clean energy research. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 1, p. 211-230, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1990434>
- GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S. Estrutura da cadeia reversa: "caminhos" e "descaminhos" da embalagem PET. **Production**, v. 16, p. 429-441, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132006000300006>
- GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 13, p. 397-410, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000300004>
- GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information & libraries journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- KITAJIMA, L. F. W. *et al.* A Educação Ambiental como instrumento na administração dos problemas do lixo eletrônico: uma proposta. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 14, n. 3, p. 122-137, 2019. Doi: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2660>

KOSHITA, N.; PATRA, S.; SINGH, S. P. Estimation of E-waste at micro level for reverse logistics: A case of Delhi. **Journal of Cleaner Production**, v. 314, p. 128063, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128063>

KOSHITA, N.; PATRA, S.; SINGH, Surya P. Sharing economic responsibility: Assessing end user's willingness to support E-waste reverse logistics for circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 332, p. 130057, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130057>

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, p. 59-78, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; VANTINE, José Geraldo. **Administração estratégica da logística**. Vantine Consultoria, 1999. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Administração+estratégica+da+logística+vantine&btnG=

LIANG, S. *et al.* Sustainable transportation system for electronic waste recycling from a social perspective. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 14, n. 11, p. 1378-1387, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1049/iet-its.2019.0824>

LLERENA-RIASCOS, C. *et al.* An Optimization-Based System Dynamics Simulation for Sustainable Policy Design in WEEE Management Systems. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11377, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/su132011377>

MALEKKHOuyan, S.; AGHSAMI, A.; RABBANI, M. An integrated multi-stage vehicle routing and mixed-model job-shop-type robotic disassembly sequence scheduling problem for e-waste management system. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 34, n. 11, p. 1237-1262, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1080/0951192x.2021.1963484>

MELLO, A. P.; MAYER, J. P. S.; SOUZA COSTA, K. A. Considerações sobre a destinação do lixo eletrônico. **Refas-Revista Fatec Zona Sul**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://revistarefas.com.br/RevFATECZS/article/view/52>

MOREIRA, P. S. C.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. Qual ferramenta bibliométrica escolher? um estudo comparativo entre softwares. **P2P e Inovação**, v. 6, p. 140-158, 2020. Doi: <https://doi.org/10.21721/p2p.2020v6n2.p140-158>

PAUTASSO, M. Ten simple rules for writing a literature review. **PLoS computational biology**, v. 9, n. 7, p. e1003149, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149>

PESSANHA, L. P. M.; MORALES, G. Consumer behavior in the disposal of Information Technology Equipment: characterization of the household flow. **Gestão & Produção**, v. 27, p. e4313, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/0104-530x4313-20>

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide**. John Wiley & Sons, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1002/9780470754887>

RIBEIRO, L. C. S. *et al.* Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, v. 24, p. 191-214, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/103-6351/1390>

SALDAÑA, J. **The coding manual for qualitative researchers**. 2.ed. Sage, 2013.

SANTOS, S. M.; OGUNSEITAN, O. A. E-waste management in Brazil: Challenges and opportunities of a reverse logistics model. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, p. 102671, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102671>

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M.R. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. **Seminários em Administração**, v. 13, 2010. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0,5&cluster=4435421046766047808

SILVA, J. F. *et al.* Reativar Ambiental-Educação Ambiental por intermédio da horta escolar: um estudo de caso em uma escola municipal do Recife, PE. **Educação Ambiental Em Ação**, v. 17, n. 64, 2018. Disponível em: <https://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=3225>

SIMSEK, E.; OZDEMIR, Z.; SATOGLU, S. I. Sustainable planning of precious and rare elements' recycling from waste electronic products: a multi-objective model and application. **Process Integration and Optimization for Sustainability**, v. 6, n. 3, p. 723-735, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00245-3>

SJR. **Scimago Journal & Country Rank**. 2022. [Portal]. <http://www.scimagojr.com>

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British journal of management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. VOSviewer manual. **Univeriteit Leiden**, 2014. Disponível em: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.5.7.pdf

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. **MIS quarterly**, p. xiii-xxiii, 2002. Disponível em : <https://www.jstor.org/stable/4132319>

WEEE.DO: Logística reversa de eletrônicos. **Logística reversa: o que é e qual sua importância**. 17 jan. 2022. Weee.do. <https://weee.do/logistica-reversa-o-que-e-e-qual-sua-importancia/>

XU, Z. *et al.* Global reverse supply chain design for solid waste recycling under uncertainties and carbon emission constraint. **Waste management**, v. 64, p. 358-370, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.024>