



Logística reversa de resíduos eletrônicos no Brasil: um estudo bibliométrico

Reverse logistics of electronic waste in Brazil: a bibliometric study

Luciano Davi Furtado Serejo¹; Eduardo Henrique Costa Rodrigues

RESUMO: A logística avançada da indústria de eletrônicos vem sendo desenvolvida constantemente, de acordo com os vários fabricantes de dispositivos existentes; empresas de logística de terceiros estão mais preocupadas com a logística dos dispositivos já fabricados e suas etapas subsequentes. O objetivo deste estudo é examinar o status atual da logística reversa na indústria de eletrônicos, no que tange os resíduos utilizados ao longo da cadeia de produção e utilização, ilustrando sua importância, desafios e perspectivas. A abordagem qualitativa é usada como o principal método de pesquisa para ilustrar e apresentar as posições quanto ao estudo realizado. Foi possível constatar que a importância da logística reversa pode alcançar valor do empreendimento e criar uma boa reputação para a empresa. Sobre os problemas existentes atualmente, o sistema de logística reversa não está maduro o suficiente, o que indica que ainda há grande espaço para melhorias. Diante disso, as empresas podem estabelecer políticas e regulamentações ambientais para o setor de eletrônicos, para assim consolidar sua importância dentro das empresas do ramo.

Palavras-chave: Logística reversa; Resíduo eletrônico; Logística verde.

ABSTRACT: The advanced logistics of the electronics industry has been constantly evolving, in line with the numerous existing device manufacturers. Third-party logistics companies are increasingly focused on the logistics of already manufactured devices and their subsequent stages. The objective of this study is to examine the current status of reverse logistics in the electronics industry, particularly regarding the waste generated throughout the production and usage chain, highlighting its importance, challenges, and future prospects. A qualitative approach is used as the primary research method to illustrate and present the perspectives identified in the study. It was found that reverse logistics can add significant value to enterprises and help build a positive corporate reputation. However, the current reverse logistics system is not yet sufficiently mature, indicating considerable room for improvement. In this context, companies can establish environmental policies and regulations specific to the electronics sector to reinforce the relevance and integration of reverse logistics within industry practices.

Keywords: Reverse logistics; Electronic waste; Sustainable logistics

INTRODUÇÃO

Logística reversa é o processo de planejamento, execução e controle do fluxo de materiais, produtos e informações no sentido inverso ao da logística tradicional — ou seja, do consumidor final de volta ao fabricante, distribuidor ou fornecedor. Esse processo envolve o retorno de produtos pós-venda ou pós-consumo para reutilização, reciclagem, recondicionamento ou descarte ambientalmente adequado. Logística reversa de eletrônicos é o processo responsável pelo retorno, coleta, transporte, tratamento, reaproveitamento ou descarte adequado de equipamentos eletroeletrônicos (como celulares, computadores, televisores, impressoras, etc.) após o fim de sua vida útil ou em caso de defeito.

¹Discente do curso de Engenharia Ambiental, Universidade CEUMA

²Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade CEUMA. E-mail: eduardo003817@ceuma.com.br

Ela faz parte de uma política ambiental e empresarial que visa reduzir os impactos negativos que esses produtos podem causar ao meio ambiente e à saúde humana devido à presença de substâncias tóxicas, como chumbo, mercúrio, cádmio e arsênio.

Entre os anos de 2005 e 2008, o Brasil registrou um crescimento de 21,2% na produção de eletrônicos, posicionando-se entre os dez maiores produtores mundiais nesse segmento industrial. Nesse período, o país obteve um lucro estimado em US\$ 37,8 bilhões (Gutierrez, 2010). Esse avanço industrial, aliado ao aumento da competitividade e ao acelerado desenvolvimento tecnológico — que tornou a tecnologia mais acessível — contribuiu para o aumento expressivo do consumo de produtos eletrônicos pelas empresas e consumidores em geral (Alméri et al., 2013; Albertin, s.d.).

De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2020), a produção do setor eletrônico teve um crescimento de 7,7% em comparação com os cinco anos anteriores, evidenciando sua contínua expansão no mercado nacional.

Entretanto, a produção de equipamentos eletrônicos envolve o uso de diversas substâncias químicas perigosas, como mercúrio, cádmio, arsênio, zinco, manganês, cloreto de amônia, chumbo e PVC, entre outros. Esses elementos possuem elevado potencial de contaminação do solo e da água, tanto durante a fabricação quanto após o descarte inadequado dos produtos (Moi, 2014).

Estima-se que, globalmente, são geradas anualmente cerca de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico. Esse volume crescente é impulsionado pelo rápido avanço da tecnologia e pela obsolescência precoce dos equipamentos, fatores que resultam em descarte acelerado — muitas vezes feito de forma inadequada, em locais impróprios, agravando os danos ambientais (Marciel, 2014).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, estabelece a obrigatoriedade de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes organizarem sistemas de logística reversa para recolher produtos eletrônicos após o fim de sua vida útil, assegurando seu descarte ambientalmente adequado (Faro et al., 2012). A logística reversa, nesse contexto, emerge como uma estratégia essencial para minimizar os impactos ambientais do descarte inadequado e, simultaneamente, reaproveitar materiais valiosos. Ao reinserir componentes eletrônicos no ciclo produtivo, é possível reduzir a extração de recursos naturais e agregar valor econômico às operações das empresas (Liva et al., 2003).

Apesar de seus benefícios, a logística reversa de resíduos eletrônicos é considerada uma das modalidades mais complexas e custosas no âmbito da logística varejista, devido às dificuldades operacionais e à necessidade de infraestrutura adequada para coleta, triagem, transporte e destinação final (Araujo, 2013). Diante desse cenário, o tema apresenta grande relevância, uma vez que envolve desafios enfrentados por empresas modernas em relação ao aumento do consumo, descarte e reaproveitamento de produtos eletrônicos. A gestão adequada desses resíduos deve considerar aspectos ambientais, econômicos e administrativos para garantir a sustentabilidade das operações industriais e comerciais.

Assim, o objetivo principal deste estudo é mapear a produção científica sobre a temática da logística reversa de resíduos eletrônicos no Brasil, no período de 2011 a 2020. Para isso, será utilizado um processo estruturado de levantamento e análise bibliométrica do portfólio bibliográfico selecionado, a fim de identificar tendências, lacunas e contribuições relevantes para o desenvolvimento da área.

REFERENCIAL TEÓRICO

O que é logística?

Segundo Paoleschi e Castiglioni (2017), após a Segunda Guerra Mundial, o mundo passou a demandar uma grande variedade de produtos para impulsionar seu processo de reconstrução e crescimento econômico. Como consequência, as empresas intensificaram sua produção. Nesse contexto, a logística passou a ser compreendida como a arte de gerenciar o fluxo de materiais e produtos, desde a fábrica até o cliente final, com o menor custo e tempo possível, a fim de atender às exigências e necessidades do mercado consumidor.

De forma geral, a logística abrange um conjunto de atividades interligadas que ocorrem em empresas e indústrias com o objetivo de alcançar metas organizacionais e promover o crescimento sustentável.

Conforme Caxito (2019), a logística atua como elo entre setores estratégicos — como vendas, marketing, finanças e custos — possibilitando uma gestão integrada que favorece o alcance dos objetivos institucionais.

Para Ballou (2012), a logística envolve o planejamento, a implementação e o controle eficientes e eficazes do fluxo de mercadorias, serviços e informações, desde o ponto de origem até o consumidor final. Ressalta-se que a logística não se limita a bens materiais, abrangendo também serviços, uma área que oferece crescentes oportunidades de aprimoramento.

Com o passar do tempo, a logística tornou-se uma atividade cada vez mais complexa, o que levou muitas empresas a terceirizarem parte ou a totalidade de suas operações logísticas. Isso resultou no surgimento dos operadores logísticos: empresas especializadas na prestação de serviços que envolvem diversas fases da cadeia de suprimentos, agregando valor ao produto e à marca do cliente (Chiavenato, 2005).

Atualmente, com uma visão gerencial mais moderna e integrada, observa-se que a logística está inserida em diferentes áreas das organizações. Muitas empresas reestruturaram suas organizações, atribuindo à logística um papel sistemático e estratégico, fundamental para a competitividade no mercado (Silva, 2010).

Ainda segundo Chiavenato (2005), com a crescente preocupação ambiental, a logística expandiu seu escopo, incluindo o retorno de produtos entregues aos clientes para reprocessamento por fabricantes e fornecedores, reforçando a importância da logística reversa. A crescente consciência ecológica do consumidor, aliada à criação de legislações que restringem o descarte inadequado e incentivam a reciclagem de embalagens e recipientes, tem impulsionado a criação de canais de distribuição voltados para a destinação correta dos resíduos (Bowersox & Closs, 2001).

Conforme Leite (2017), a logística empresarial moderna pode ser dividida em quatro áreas operacionais: logística de suprimentos, logística de apoio à manufatura, logística de distribuição e logística reversa — esta última, voltada para o retorno dos produtos de pós-venda e pós-consumo a destinos apropriados.

Sobre a logística reversa

A logística reversa é uma área em constante desenvolvimento e considerada relativamente recente no cenário brasileiro. Embora já venha sendo aplicada e estudada com maior profundidade em países desenvolvidos como os Estados Unidos e a Inglaterra desde a década de 1970 (Carter & Ellram, 1998), no Brasil, sua consolidação como prática estratégica e ambiental ainda está em processo de amadurecimento. A adoção mais estruturada dessa abordagem começou a ganhar destaque a partir da última década, impulsionada principalmente por mudanças na legislação ambiental, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabeleceu diretrizes claras para a gestão de resíduos e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. De acordo com Liva (2003), a logística reversa pode ser definida como o processo de operacionalização do fluxo físico e das informações logísticas associadas a bens de pós-venda ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diferentes motivos.

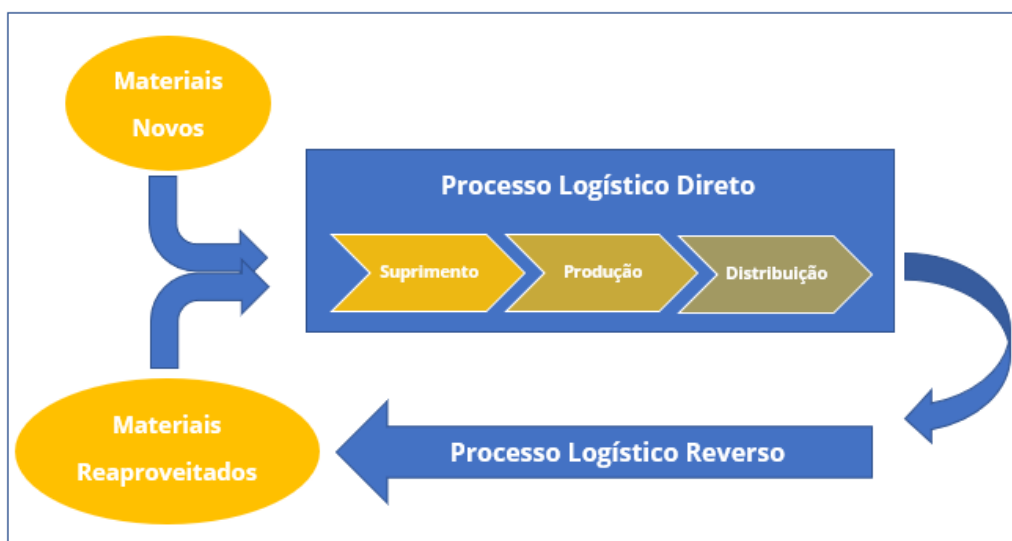
Vieira, Guarnieri e Alfinito (2020) definem logística reversa como a área da logística empresarial responsável por planejar, operacionalizar e controlar o fluxo de retorno de mercadorias de pós-venda e pós-consumo, reincorporando esses produtos ao ciclo produtivo e agregando valor a eles.

A logística reversa busca, principalmente, reduzir o descarte inadequado de produtos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, que têm se tornado cada vez mais comuns com o avanço da tecnologia. Muitos desses produtos, se descartados de maneira incorreta, podem causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Com a nova visão sustentável adotada por diversos países, as empresas estão sendo incentivadas a desenvolver práticas que reduzam os impactos ambientais de seus produtos após o uso. Nesse contexto, a logística reversa tem se consolidado como uma importante aliada à preservação ambiental (Guarnieri, 2014).

Segundo Lacerda (2008), o processo de logística reversa possibilita o reaproveitamento de materiais que retornam ao sistema logístico tradicional — suprimento, produção e distribuição. Esse processo é composto por diversas atividades, desde os pontos de consumo até os locais de reprocessamento, revenda ou descarte, e pode incluir retorno ao fornecedor, revenda, recondicionamento ou reciclagem. Os materiais podem retornar ao fornecedor, podem ser revendidos, podem ser reconicionados e podem ser reciclados.

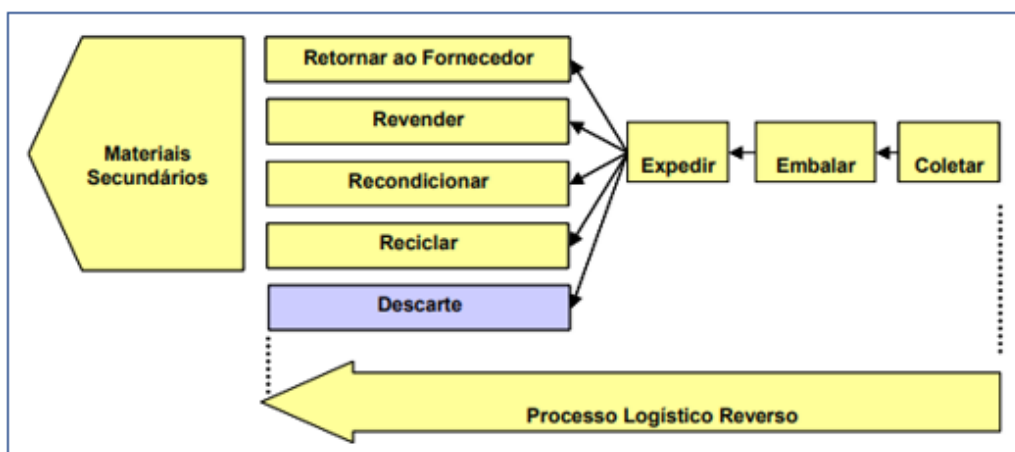
Todas as alternativas geram materiais reaproveitados, que entram de novo no sistema logístico direto, como s observado na Figura 1, e em último caso, o destino pode ser o seu descarte final (Figura 2).

Figura 1 – Representação esquemática dos processos logísticos direto e reverso



Fonte: Lacerda (2008)

Figura 2 – Atividades típicas do processo logístico reverso



Fonte: Lacerda (2008)

Canais de Distribuição Reversos

A logística reversa se divide em duas categorias, a de pós-consumo e de pós-venda. A logística reversa de pós-consumo é quando os produtos já foram utilizados e tiveram a vida útil encerrada, podendo ou não ser retornado ao ciclo produtivo. Por sua vez, a logística de pós-venda, ocorre quando os produtos foram devolvidos após a venda com pouco ou nenhum uso, eles passam por algumas etapas e retornam ao ciclo de negócio sem precisar ser remanufaturas. A gestão de retorno ocorre através dessas categorias (LUZ; BOOSTEL, 2019).

Os bens de pós-venda podem ter a sua origem motivada por aspectos relativos à: (i) garantia e qualidade, que a concorrência impõe aos fabricantes e varejistas que assumam a responsabilidade sobre os produtos danificados durante a distribuição; (ii) comerciais quando o produto pode tornar-se obsoleto, retornar por erro da expedição, excesso de estoque, mercadoria em consignação, mudança de estação ou prazo de validade vencido; (iii) e substituição de componentes, que são os bens duráveis ou semiduráveis, danificados ao longo da sua vida útil e que passaram por um processo de manutenção (VALLE; SOUZA, 2014).

Os canais reversos de pós-consumo consideram-se três grandes categorias de bens produzidos. A de produtos duráveis, são produtos ou bens que apresentam duração de vida útil média variando de alguns anos a algumas décadas, bens produzidos para a satisfação e necessidade (automóveis, eletrodomésticos, entre outros); A categoria de produtos semiduráveis tem vida útil média de alguns meses, raramente superior a dois anos, podendo apresentar características de bens duráveis, e de bens descartáveis (baterias de automotores, baterias de celular, entre outros). E, por fim, os produtos descartáveis que se constitui com vida útil média de algumas semanas, raramente superior a 6 meses (embalagens, brinquedos, etc.) (PEREIRA et.al. 2012).

Através do retorno dos produtos pós uso, as empresas poderão usar como matéria prima para novos produtos e/ou dando um descarte correto a eles, assim diminuindo o descarte direto e inadequado no meio ambiente (LACERDA, 2002). Devido ao avanço tecnológico, houve aumento na demanda por produtos elétricos e eletrônicos, que por consequência proporcionou aumento de riscos para o meio ambiente, e o papel da logística reversa é não deixar isso acontecer, pois após a vida útil dos produtos, os mesmos devem ser retornáveis para a empresa de origem para ser reutilizado ou descartado da maneira correta.

Resíduos eletrônicos

No Brasil, a implantação da logística reversa para Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), atua sob exigência legal desde 2010 e deve seguir a Política Brasileira de Resíduos Sólidos – BPSW (Lei nº 12'305/2010). Vieira et al. (2020)

Para colocar em pratica a logística reversa dos equipamentos eletrônicos e elétricos no Brasil deve seguir a política proposta pela lei, e com isso acaba dificultando essa implantação, acarretando o descarte incorreto desses materiais pois não sabem como realizar tal tarefa corretamente, e com isso acaba acarretando vários danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente, pois a maioria das pessoas não sabem o quão prejudicial esses materiais são.

Para Rodrigues (2007) os impactos sócios-ambientais associados ao rápido crescimento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) e a consequente incapacidade de metabolização dos mesmos tem sido globalmente reconhecidos como um risco emergente para a sociedade e meio ambiente, devido aos crescentes volumes gerados e as substancias toxicas presentes em sua composição.

No Brasil há leis que está diretamente ligada aos resíduos eletrônicos, como o DECRETO Nº 10.240 DE 12 DE FEVERIRO DE 2020, que trata de das normas e implantação de logística reversa obrigatória de eletrônicos de uso doméstico. Além da lei citada acima há outra que trata de resíduos sólidos (voltado para os eletrônicos), a Lei nº 12.305/2010, que prevê o retorno dos equipamentos após uso (VILELA, 2020).

A Constituição Federal Brasileira de 1988, que é a principal lei do país, determina em art. 225 o direito universal de ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado porque é um bem comum para as pessoas e necessários para a qualidade de vida. Em 1999, a Política Brasileira de Meio Ambiente A educação foi promulgada (Lei nº 9.795 / 1999), que estipula no art. 5º o objetivo de incentivar participação, individual e coletiva, permanente na preservação do equilíbrio do meio ambiente, que é reconhecida como um exercício de cidadania. Sete anos depois, o Decreto Federal nº 5 / 2006 foi emitida, que instituiu a separação dos resíduos sólidos descartados por órgãos e entidades públicas. Finalmente, após 20 anos sendo discutida no Congresso Nacional Brasileiro, a Lei nº 12'305 / 2010 estabeleceu a Política Brasileira de Resíduos Sólidos (BPSW). Vieira et al. (2020)

Por ano são 45.710 toneladas de equipamentos eletrônicos descartados incorretamente. Ainda, cerca de 17,6% dos lixos produzido diariamente são descartados em lixões a céu aberto (RIBEIRO et al, 2014). Como podemos observar, no Brasil a taxa de lixos produzidos por equipamentos eletrônicos é muito alta, e isso causa um impacto direto com o meio ambiente, porem já existe uma lei que obriga o retorno dos eletrônicos que são utilizados em casa.

Podemos observar que se deve procurar uma solução de diminuir a quantidade de descarte, ou encontrar uma maneira eficaz para solucionar tal problema, pois a tendência é aumentar cada vez mais essa quantidade de lixo eletrônico. De acordo com a publicação The Global E-Waste Monitor, a produção de REEE atingiu um valor inédito de 44,7 milhões de toneladas em 2016. Se nenhuma mudança for feita na atual dinâmica de produção, consumo e descarte de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE), estima-se que a

criação de O lixo eletrônico chegará a 52,2 milhões de toneladas em 2021 e 120 milhões em 2050 (Baldé et al. 2017).

Em muitos casos, o custo da reciclagem de lixo eletrônico excede a receita recuperada de materiais, especialmente em países com rígidas regulamentações ambientais. Portanto, o lixo eletrônico acaba sendo despejado principalmente em países onde os padrões ambientais são baixos ou inexistentes e as condições de trabalho são precárias. (Bhutta, Omar, Yang; 2010)

Os REEE possuem altas concentrações de substâncias tóxicas em sua composição. Foi demonstrado que elementos como arsênio, cádmio, chumbo, cobre, mercúrio, zinco, entre outros, podem gerar inúmeros impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente em todo o mundo (SANTOS, 2020).

É importante ressaltar que a destinação inadequada de resíduos sólidos no Brasil é considerada crime ambiental desde 1998, conforme estabelece a Lei Federal n. 9.605 / 1998 (Presidência da República, 1998) (Alfaia; Costa; Campos, 2017). Mesmo sabendo de todo o risco que o descarte incorreto desses equipamentos pode trazer para o meio ambiente e para a saúde humana as pessoas continuam errando e descartando incorretamente, para tentar solucionar esse problema no Brasil, foi considerado um crime ambiental.

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos são divididos em seis grupos, para serem identificados e facilitar na hora de reciclar e reaproveitar esses equipamentos, e facilitar também na hora do descarte caso o mesmo não tenha como ser reutilizado novamente. Tais grupos são: De modo geral, os seis grupos são: i) equipamentos de mudança de temperatura, como geladeiras, congeladores, ar-condicionado e aquecedores; ii) telas e monitores, como aparelhos de televisão, monitores, computadores (laptop e desktop) e tablets; iii) lâmpadas de todos os tipos; iv) grandes equipamentos, como máquinas de lavar, secadoras de roupa, fogões elétricos, grandes impressoras, grandes copiadoras e painéis fotovoltaicos; v) pequenos equipamentos, como aspiradores de pó, fornos de microondas, ventiladores, torradeiras, barbeadores elétricos, calculadoras, equipamentos de rádio, câmeras de vídeo, brinquedos eletroeletrônicos, instrumentos eletroeletrônicos e equipamentos médicos e; xi) pequenos equipamentos de TI e de telecomunicações, como telefones móveis, aparelhos de GPS, calculadoras de bolso, roteadores, impressoras, etc. (BALDE, 2015).

METODOLOGIA

Enquadramento metodológico

A metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa (KAUARK; MANHÃES e MEDEIROS, 2010). Esta compreende a definição de quais procedimentos serão empregados para a coleta e análise dos dados apresentados.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), método de pesquisa é “o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido”.

O método do estudo em questão, se caracteriza como revisão de literatura, definida por Hart (1998) como sendo “a seleção de documentos disponíveis sobre um tópico que contêm informações, ideias, dados e evidências sobre um ponto de vista ou que expressem visões específicas da natureza de um tópico e como o mesmo tem sido investigado, bem como a avaliação desses documentos”.

Para Cauchick-Miguel (2019), de maneira geral, as revisões de literatura são conduzidas por meio de um processo estruturado e, com abordagens de síntese quantitativas e qualitativas. A abordagem qualitativa fica evidenciada durante toda a etapa de seleção dos artigos do portfólio bibliográfico, bem como na interpretação dos dados provenientes da análise bibliométrica (VERGARA e PECI, 2003). A abordagem quantitativa fica evidenciada na etapa da análise bibliométrica do portfólio bibliográfico, quando da identificação das características dessa literatura científica, uma vez que é feita pela quantidade de ocorrências (RICHARDSON, 1999).

Já em relação aos procedimentos técnicos, na etapa da análise bibliométrica, o estudo em questão se caracteriza como bibliográfica, uma vez que identifica as características do tema nas publicações científicas,

revisadas e indexadas nas bases de dados disponibilizadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Portifólio bibliográfico

Segundo Lacerda, Ensslin e Ensslin (2012), o conceito análise bibliométrica tem como base a avaliação quantitativa de determinados parâmetros de um conjunto definido de artigos, denominado portfólio bibliográfico. Como parâmetros observáveis, destacam-se os artigos selecionados, suas referências, autores, número de citações e periódicos mais relevantes. Como resultado da análise bibliométrica, tem-se a gestão da informação e do conhecimento científico sobre um dado assunto.

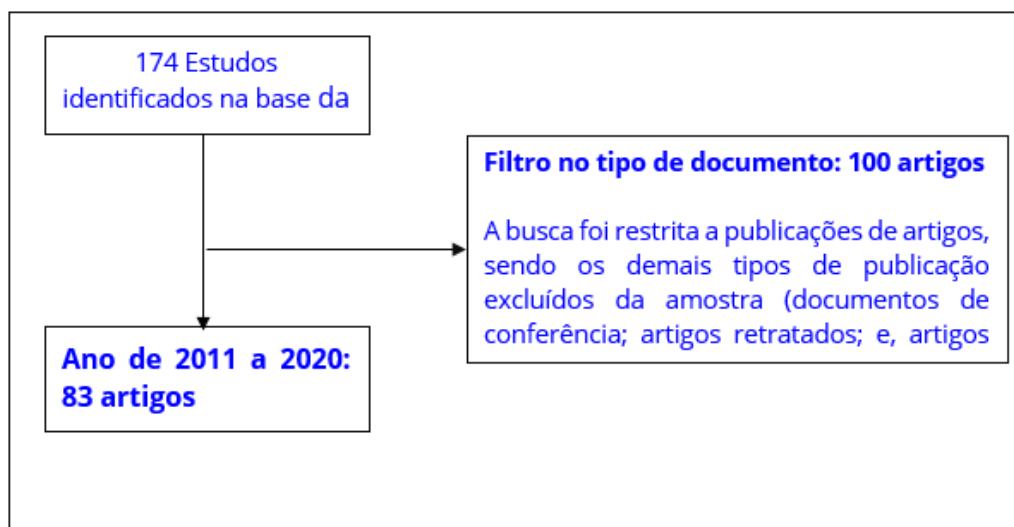
A realização do portfólio bibliográfico, foi desenvolvido em um processo estruturado de acordo com a metodologia proposta por Bailey et al. (2007), Petersen et al. (2008) e Da Silva et al (2014), que abrange a pesquisa de estudos cadastrados nos periódicos disponíveis na base Scopus.

A Scopus é uma base de dados multidisciplinar, lançada pela editora Elsevier, em 2004. É o maior banco de dados de resumos, citações e textos completos da literatura científica mundial revisada, com cobertura desde 1970, com mais de 25.100 títulos de aproximadamente 5.000 editoras internacionais e atualizações diárias (SCOPUS, 2020).

Foram definidos dois termos centrais (palavras-chave) para a coleta dos dados: reverse logistic, electronic waste, pois são as palavras nas quais teria um amplo resultado de artigos. A partir da definição das palavras-chave, foram realizadas buscas na base de dados Scopus, e foi adotado como filtros: o idioma (inglês); sem restrição da área de conhecimento e tipo de publicação (artigos; documentos de conferência; artigos retratados; e, artigos de revisão).

As buscas foram realizadas no dia 20 de outubro de 2022. Como resultado final, foram retornadas 83 publicações entre os anos de 2011 a 2020. A Figura 3 mostra o fluxograma do processo de busca realizado.

Figura 3 – Fluxograma do processo de busca bibliográfica realizado



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O resultado da busca foi armazenado em um arquivo, no formato .bib, contendo as informações sobre: autores, anos de publicação, países de origem dos autores, tipos de documentos, frequências das citações, além de outros dados que não foram utilizados na análise bibliométrica.

Análise bibliométrica

A bibliometria é conhecida como um método de pesquisa para avaliação do desempenho de pesquisa de acadêmicos, que adota análises quantitativas e métodos estatísticos para analisar a relação quantitativa dos dados estudados (GENG et al., 2017). Assim sendo, após a fase de levantamento, os dados foram analisados com o auxílio do software RStudio. (Usou o “R” para análise dos dados? Deixe mais claro como isso foi feito)

Para o desenvolvimento da análise bibliométrica no RStudio fez uso do pacote Bibliometrix, escrito na linguagem R, que de acordo com Aria (2016), trata-se de um conjunto de ferramentas estatísticas para a quantificação e representação gráfica da bibliometria. Aria (2016) relata que o pacote Bibliometrix permite – a partir das informações coletadas e apresentadas na seção 3.2 – realizar análises bibliométricas e gerar matrizes de dados sobre co-citações, acoplamentos, análises de colaboração científica e análise de co-palavras.

Realizando o levantamento de artigos na Scopus com as palavras chaves definidas “reverse logistic” e “electronic waste”, importando para os periódicos capes (RStudio), filtrando do ano de 2011 a 2020, removendo todos os tipos de documentos, deixando apenas artigos, chegamos no total de 83 artigos.

A Tabela 1 apresenta a variação do crescimento na publicação anual de artigos sobre logística reversa e resíduos eletrônicos, é possível observar que em 2011 foram publicados cerca de 7 artigos, posteriormente no ano de 2013 foi observada uma queda relevante em questão de publicações e logo após teve novamente um crescimento de publicações até o ano de 2017, onde ocorreu mais uma queda até o ano de 2019, e logo após como podemos observar foi o ano que teve um crescimento significativo de publicações.

Tabela 1 – Produção científica anual

Ano	Artigos
2011	7
2012	7
2013	2
2014	3
2015	5
2016	9
2017	13
2018	9
2019	10
2020	18

Fonte: Periódicos capes (2022)

A Tabela 2 descreve a quantidade de artigos por ordem decrescente dos autores que publicaram. Nota-se que 5 autores publicaram 5 artigos cada, 4 autores publicaram 4 artigos, 3 autores publicaram 4 e a maior parte que são os outros 7 autores publicaram 2 artigos. Podendo concluir que a quantidade de autores com 2 publicações apresenta maior percentual.

Tabela 2 – Quantidade de artigos por autor

Autores	Artigos	Artigos Fracionados
ACHILLAS C	5	0.88
ADHIUTAMA A	5	1.58
MAHESWARI H	5	1.58
VLACHOKOSTAS C	5	0.88
YUDOKO G	5	1.58
BANIAS G	4	0.75
GUARNIERI P	4	1.08
MOUSSIOPOULOS N	4	0.63
TONG X	4	1.33
CHEN Y	3	1.36
WANG T	3	0.83
XAVIER LH	3	0.83
YANG Y	3	1.17
AIDONIS D	2	0.33
AYVAZ B	2	0.58
BAL A	2	1.00
BARBOZA MR	2	0.45
BOLAT B	2	0.83
COSTA I	2	0.45
DAHLSTROM R	2	0.67

Fonte: Periódicos capes (2022)

A tabela 3 demonstra a frequência de artigos publicados por região, podemos notar que o Brasil se destaca com a maior quantidade de artigos sobre logística reversa e resíduos eletrônicos, podendo notar então que o mesmo está sendo bem pesquisado e estudado, tendo uma relevância boa sobre o tema. De 83 artigos encontrados o Brasil representa uma porcentagem de 55,42% de trabalhos realizados.

Tabela 3 – Produção científica por país

Região	Frequência
Brasil	46
China	31
Peru	19
EUA	16
Índia	12
Reino Unido	10
Noruega	8
Canadá	6
Grécia	5
Irã	5

Fonte: Periódicos capes (2022)

A Figura 4 demonstra uma nuvem de palavras referente as palavras chaves dos 83 artigos encontrados, essas são as 25 palavras mais utilizadas, podendo observar que logística reversa, reciclagem, logística e gerenciamento de resíduos tem um grande destaque, pois são as palavras mais chaves mais utilizadas nos trabalhos. A tabela 4 demonstra a frequência dos 10 primeiros termos mais utilizados nos artigos. Podemos observar que o Brasil novamente faz parte das 10 palavras mais utilizadas nos artigos, estando em 7º lugar das palavras chaves, com o total de 25 artigos.

Figura 4 – Nuvem de palavras



Fonte: Periódicos capes (2022)

Tabela 4 – Frequência dos termos

Termos	Frequência
Lixo eletrônico	74
Reciclando	65
Logística	51
Logística reversa	49
Gestão de resíduos	42
Equipamento eletrônico	32
Brasil	25
Depósito de lixo	23
Osciladores (eletrônicos)	21
Desperdício	20

Fonte: Periódicos capes (2022)

Dentre todos os 83 artigos encontrados após todas as filtragens, a maior parte dos artigos que são voltados para o Brasil, tem ênfase em aplicar a logística reversa nas cidades brasileiras, dado que a maior parte ainda não possui essa logística e acaba tendo um descarte incorreto dos resíduos que poderiam ser devolvidos para ocorrer a logística reversa dos mesmos, porém uma boa parte ainda é recolhida e descartada de uma forma correta graças aos catadores de lixo.

A lei também inova ao reconhecer as organizações de catadores como fundamentais atores da cadeia da reciclagem, e estimula sua inclusão em iniciativas de expansão coleta e triagem de resíduos. Ribeiro et al. (2009) lembram que no Brasil a maior parte dos reciclados os resíduos são devolvidos graças aos catadores, cuja grande vulnerabilidade social é fundamental fonte de rentabilidade para a cadeia local de reciclagem. No Brasil, cerca de 1 milhão de catadores abastecimento diário da cadeia reversa da reciclagem. (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; SOUZA; 2016)

Como os produtos eletrônicos estão cada vez mais em alta em todo o mundo e no Brasil não é diferente, acaba que aumenta mais ainda o consumo dos mesmos, consequentemente aumenta também os resíduos eletrônicos, e agora por conta da pandemia as pessoas que trabalham home office são obrigados terem um aparelho para trabalhar em casa, aumentando ainda mais a demanda, e cada vez mais a vida útil desses aparelhos são menores, interferindo automaticamente no aumento de lixo eletrônico.

De acordo com a associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINNE, 2011) e International Data Corporation Brasil (IDC BRASIL, 2012), as vendas de computadores pessoais, netbooks e notebooks no Brasil, por exemplo, passaram de 3,2 milhões de unidades em 2003, para 15,4 milhões em 2011, ou seja, houve um aumento de 481,3% em um período de apenas oito anos. Neste mesmo período, a produção total estimada de aparelhos celulares passou de 27 milhões para 65 milhões. (SANTOS, 2012, p. 14).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as atividades desenvolvidas por uma empresa na área de logística, temos a movimentação de carga e a estocagem dos produtos nos almoxarifados, o que garante um fluxo ordenado para os produtos desde o seu recebimento até a sua entrega a cliente. Essa organização tende a aumentar a eficiência dos serviços prestados aos clientes e, conseqüentemente, garantir uma alta produtividade das atividades.

A logística empresarial tem como objetivo agregar valor de lugar, qualidade, informação e tempo, e não simplesmente com o transporte e estocagem dos produtos. A logística empresarial está diretamente ligada à melhoria contínua dos recursos, eliminando as etapas que prolongam os tempos e que, conseqüentemente, aumentam os custos do processo.

Para uma melhor compreensão acerca do que significa a cadeia de suprimentos é a sinergia entre os fornecedores, fabricantes e colaboradores, onde cada um deve estar ciente de seu papel no processo para que o cliente receba um serviço de qualidade e a custos baixos.

Os resíduos resultantes do uso de equipamentos elétricos e eletrônicos tem se tornado uma questão ambiental cada vez mais discutida. Nos últimos anos, houve um crescimento significativo na produção desse tipo de resíduo, que na verdade é a categoria de resíduos que mais cresce em todo o mundo. O manuseio desse tipo de resíduo está se tornando cada vez mais difícil de ser controlado, onde parte do que é gerado tem sua destinação feita nas condições ambientalmente corretas. De fato, esses produtos são enviados, em sua grande maioria, para aterros ou incineradores quando chegam no final de seu ciclo de vida, sem qualquer pré-tratamento ou medida de segurança para as substâncias perigosas presentes em seus componentes.

Como tal, um processo robusto de retorno precisa ser implementado para garantir que sua cadeia de suprimentos total seja a mais econômica possível. Embora a educação no ponto de venda precise melhorar constantemente para gerenciar o volume de retornos, apenas uma colaboração de serviços com uma operação robusta de logística reversa pode ajudar a manter a fluidez da sua cadeia de suprimentos e mitigar a negatividade em relação ao atendimento ao cliente.

Ainda assim, muitos setores produtivos enfrentam dificuldades na implementação efetiva da logística reversa, seja por falta de infraestrutura, custos elevados ou baixa conscientização social e empresarial. Dessa forma, o Brasil se encontra em uma fase de transição, buscando equilibrar crescimento econômico com práticas sustentáveis, enquanto fortalece os instrumentos normativos, operacionais e educacionais que sustentam essa importante ferramenta de gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

BAILEY, J.; BUDGEN, D.; TURNER, M; KITCHENHAM, B; BRERETON, P.; LINKMON, S. Evidence relating to Object-Oriented software design: A survey. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. Computer Society, 2007.

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2012.

BOWERSOX, D. J. et al. Gestão logística da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CASTIGLIONI, J. A; MINETTO, R. Processos logísticos. São Paulo: Érica, 2014.

CAUCHICK, Miguel. Metodologia científica para engenharia. 1 ed. Brasil: Elsevier, 2019.

CAXITO, Fabiano. Logística - um enfoque prático. 3 ed. São Paulo: Saraiva Educacional, 2019.

DA SILVA, V. R. et al. Produção Científica na Temática Logística Reversa e Custos Logísticos em Periódicos e Eventos Brasileiros. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Recuperado em, v. 31, 2014.

GENG, S. et al. Building life cycle assessment research: A review by bibliometric analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 76, p. 176-184, 2017.

GUARNIERI, P. A caracterização da logística reversa no ambiente empresarial em suas áreas de atuação: Pós-venda e Pós-consumo agregando valor econômico e legal, 2014.

- HART, C. Doing a literature review: Releasing the social science research imagination. London: Sage Publications, 1998.
- KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da pesquisa: Um guia prático. 1 ed. Bahia: Via letterarum, 2010.
- LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 1, p. 59-78, 2012.
- LEITE, P. R. Logística Reversa: Sustentabilidade e competitividade. Saraiva Educação S.A., v. 3, 2017.
- LUZ, C.; BOOSTEL, Isis. Logística reversa. Porto Alegre: Sagah educação S.A., 2019.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Metodologia científica. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- PAOLESCHI, B.; DE MATTOS CASTIGLIONI, J. A. Introdução à logística. 1 ed. São Paulo: Érica, 2017.
- PEREIRA, A. et al. Logística reversa e sustentabilidade. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2012.
- PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. School of Engineering, Blekinge Institute of Technology. University of Bari, Italy, 26 - 27 June. 2008.
- RODRIGUES, A. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: Estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Santa Bárbara D'Oeste, 2007.
- SANTOS, D. L. C. de S.; SANTOS, J. A. S. Análise da aplicação da Logística reversa em uma Empresa: um estudo de caso. XXXVI encontro nacional de engenharia de produção. João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.
- SCOPUS. Research Intelligence Scopus: Content Coverage Guide. Elsevier. Updated January 2020. Disponível em: <https://www.elsevier.com/?a=69451>. Acesso em: 10 out. 2022.
- SILVA, S. Materiais e Logística. Florianópolis, 2010.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. Cadeia de suprimentos: Projeto e Gestão. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- VALLE, R.; SOUZA, R. Logística reversa: Processo a processo. São Paulo: Atlas S.A., 2014.