

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Marcela Dos Santos Prado (FATEC AMERICANA)

marcela.oliveira17@fatec.sp.gov.br

ADALBERTO ZORZO (FATEC AMERICANA)

adalberto.zorzo@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O descarte inadequado dos resíduos eletroeletrônicos passaram a se constituir motivo de grande preocupação, devido a isso, no contexto logística reversa a eliminação de maneira apropriada desses resíduos tem se fortalecido cada vez mais. O objetivo geral deste estudo é examinar o avanço no mundo e no Brasil com o aumento da tecnologia e o processo de seu descarte regular e irregular e como a logística reversa pode auxiliar a solucionar esta questão. Trata-se de um estudo de revisão de literatura de material pesquisado em mecanismos de busca a exemplo do Google Acadêmico; Scielo e banco de teses publicados no período de 2015 a 2023, escritos em língua portuguesa, excetuando-se material constando apenas resumos. Os resultados mostraram que a produção e comércio da indústria de eletrônicos tem apresentado cada vez mais inovações em produtos visando atender as demandas e necessidades dos consumidores e por isso, se constitui no maior responsável pela grande quantidade de lixo eletrônico produzido, acarretando impactos relevantes nos âmbitos social e ambiental. A logística, mais especificamente, a logística reversa tem se tornado cada vez mais relevante no contexto das estratégias organizacionais para a produção deste tipo de produto. Conclui-se que a logística reversa destes materiais podem ajudar na redução dos custos financeiros efetivos e criação de vantagem competitiva porque o lixo eletrônico pode ser reciclado utilizando-se a logística reversa porque se estabelece uma relação de benefício entre a geração de lixo eletrônico e o uso do processo de logística reversa, especialmente no pós-venda.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos eletrônicos. Reciclagem. Logística Reversa.

ABSTRACT

The improper disposal of electronic waste has become a cause of great concern, due to this, in the context of reverse logistics, the proper disposal of this waste has been increasingly strengthened. The general objective of this study is to examine the progress in the world and in Brazil with the increase in technology and the process of regular and irregular disposal and how reverse logistics can help to solve this issue. This is a literature review study of material researched in search engines such as Google Scholar; Scielo and database of theses published between 2015 and 2023, written in Portuguese, except for material containing only abstracts. The results showed that the production and commerce of the electronics industry has increasingly presented innovations in products aimed at meeting the demands and needs of consumers and, therefore, is the main responsible for the large amount of electronic waste produced, causing relevant impacts in the areas social and environmental. Logistics, more specifically, reverse logistics, has become increasingly relevant in the context of organizational strategies for the production of this type of product. It is concluded that the reverse logistics of these materials can help reduce effective financial costs and create a competitive advantage because electronic waste can be recycled using reverse logistics because a benefit relationship is established between the generation of electronic waste and the use of the reverse logistics process, especially in after-sales.

KEYWORDS: *Electronic waste. Recycling. Reverse logistic.*

1. INTRODUÇÃO

A tendência atual demonstra uma crescente demanda por equipamentos eletroeletrônicos que, por sua vez, apresentam acelerada obsolescência e ausência de legislação e fiscalização acerca do seu correto descarte, que contribui para que seus componentes (NASCIMENTO et al., 2018), bem como partes de computadores, televisores, celulares, refrigeradores, baterias, pilhas, entre outros, acabem sendo destinados ao lixo comum (VIEIRA, 2020).

Um dos grandes problemas deste descarte se fundamentam no fato de que os equipamentos eletroeletrônicos possuem em sua constituição metais pesados com alta toxicidade (STOHRER; PIENIZ, 2015), a exemplo do arsênio, chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, e outros que expostos à queima acabam poluindo o ar, representando grandes riscos à saúde dos próprios coletores de lixo que os manipulam, além de potencial de poluição ao lençol freático nos casos de contato com o solo, prejudicando a flora e fauna (SANTOS, 2020), e consequentemente afetando a saúde humana porque provocam doenças tais como câncer, doenças renais (VIEIRA, 2020) e distúrbios neurológicos (SOUZA, 2023).

O descarte inadequado desses resíduos eletroeletrônicos passaram a se constitui motivo de grande preocupação nacional e internacionalmente (SANTOS, 2020), devido a isso, no contexto logística reversa os estudiosos tem abordado a discussão acerca da eliminação de maneira apropriada desses resíduos por causa da preocupação que suscitam (PEREIRA, 2018), e principalmente, devido ao grande volume de resíduos originados, dos metais pesados e substâncias tóxicas que fazem parte da sua constituição (NASCIMENTO et al., 2018).

Neste cenário, a logística reversa se infere como um importante instrumento de acompanhamento do produto vendido até seu o retorno ao ponto de origem (NASCIMENTO et al., 2018), possibilitando a reciclagem do mesmo, onde os seus componentes e matérias primas descartadas podem ter nova utilização na fabricação de novos produtos (SOUZA, 2023) conforme defendem os estudiosos.

De acordo com Silva et al. (2022), o processo de logística reversa envolve o gerenciamento do fluxo inverso dos produtos na fase do pós consumo, compreendendo os processos de coleta, transporte, armazenagem, estoque e desmontagem, partindo do ponto de consumo e chegando ao ponto de origem, visando agregar valor aos resíduos e diminuir os impactos destes materiais sobre o meio ambiente se apresentando como forma alternativa de evitar o grande acúmulo deste tipo de resíduo sólido em aterros sanitários, diminuindo a maneira incorreta de descarte final e promovendo a reintrodução deste material passível de reuso/reciclagem no ciclo produtivo (VIEIRA, 2020).

Na geração de resíduos sólidos no contexto urbano tem destaque os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) que envolvem computadores, impressoras, celulares e televisores, potencializada por um modelo de consumismo muito grande e campanhas de consumo empreendidas pela mídia no sentido de impulsionar consumidor a adquirir com frequência cada vez maior novos produtos em substituição dos mais antigos. Assim, justifica-se este estudo devido ao potencial de demonstrar que esses lixos eletrônicos podem ser descartados em lugares adequados, evitando o dano ao ambiente se descartados em lugares incorretos e estudando as alternativas que podem ser usadas como ferramentas para ajudar nisso.

Diante do exposto o objetivo geral deste estudo é examinar o avanço no mundo e no Brasil com o aumento da tecnologia e o processo de seu descarte regular e irregular e como a logística reversa pode auxiliar a solucionar esta questão visto que o Brasil é um dos países maior produtor esse lixo. Os objetivos específicos são descrever os ciclos de vida dos lixos

eletrônicos; examinar os conceitos relacionados com o processo de logística reversa, destacando o funcionamento da logística pós-venda.

O problema de pesquisa que surge é: Será que o lixo eletrônico pode ser reciclado utilizando-se dos conceitos de logística reversa? Como hipótese inicial acredita-se que existe uma relação benéfica entre o lixo eletrônico e a logística reversa.

No que se refere aos procedimentos técnicos esta pesquisa classifica-se como bibliográfica, pois foi desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros, teses e artigos científicos (GIL (2002).

A pesquisa bibliográfica permite que ao pesquisador o reconhecimento dos aspectos importantes que cercam o tema, no caso específico deste estudo, a análise da logística reversa de resíduos eletrônicos (LAKATOS; MARCONI, 1995).

Para Garcia (1998), com relação ao método, o procedimento racional e ordenado de pensamento no qual se utiliza instrumentos básicos, reflexão e experimentação para alcançar os objetivos preestabelecidos no planejamento da pesquisa divididos em métodos de abordagem e métodos de procedimentos. Segundo Lakatos e Marconi (1995), esta pesquisa adota como método de abordagem o dedutivo e no de procedimento o qualitativo.

Nas metodologias qualitativas avalia-se o contexto onde se inserem os fenômenos sociais que serão estudados porque não se pode mais analisar um fato de maneira isolada, e sim, deve-se vislumbrar todas as variáveis a ele relacionadas (LAPERRIÈRE, 2008). O aspecto qualitativo neste contexto, sugere um compartilhamento intenso com indivíduos, fatos e locais que se conformam enquanto objetos da pesquisa (CHIZZOTTI, 2003).

No que concerne aos aspectos metodológicos, de acordo com Gil (2002) este estudo pode ser classificado como descritivo, visto que tem como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com o problema proposto.

O intuito foi desenvolver uma revisão de literatura a partir de pesquisa bibliográfica que forneceu o aporte teórico necessário, analisando o material pesquisado em mecanismos de busca a exemplo do Google Acadêmico; Scielo e banco de teses publicados no período de 2015 a 2023, escritos em língua portuguesa, excetuando-se material constando apenas resumos.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Corroboram Pereira (2018); Morigi e Jesus (2019); Brida (2019) e Silva et al. (2022) que os denominados Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) se constituem em produtos cujo funcionamento se efetiva por meio de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos. Podem ser descritos como resíduos que se classificam em quatro categorias segundo descrevem os autores acima citados:

- Linha Branca constituída por geladeiras, fogões, máquinas de lavar e outros similares;
- Linha Marrom composta por televisores, aparelhos de DVDs, filmadoras, etc.;
- Linha Azul onde se incluem liquidificadores, furadeiras, secadores de cabelo, batedeiras; parafusadeiras e outros;
- Linha Verde incluindo computadores, impressoras, periférico, aparelhos celulares entre outros.

O ciclo de vida da linha verde acima citada, foco deste estudo, consiste na primeira etapa onde são retirados os insumos necessários no processo de fabricação dos eletrônicos. A segunda

e terceira etapas envolvem o envio desses insumos para a indústria, seu processamento que resultam posteriormente no aparelho eletrônico que será enviado para distribuição no varejo e aquisição pelo consumidor. Na quarta etapa existe o uso do equipamento até atingir o final da primeira vida útil, a partir da qual pode ser armazenado, reciclado ou remetido para o mercado de vendas de segunda mão. Uma quinta etapa consiste no final da segunda vida útil deste tipo de equipamento com o seu concomitante descarte ou encaminhamento para usinas de reciclagem para serem incinerados. Esta etapa trata-se da mais crítica no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos devido aos riscos aumentados de contaminação ambiental e social porque no processo de reciclagem existe a separação manual ou mecanizada das peças e elementos que contem grande quantidade de elementos químicos. A última etapa se refere a disposição em aterros do material para sua queima e distribuição dos rejeitos provenientes da reciclagem (LINZMAIER et al., 2018).

Segundo entendem Pereira (2018); Nascimento et al. (2018) e Brida (2019) estes materiais precisam de descarte realizado de maneira apropriada devido ao seu potencial de causar prejuízos para a saúde do ser humano, tanto para indivíduos que consomem este tipo de equipamento quanto para aqueles que fazem a coleta daqueles que são descartados, além da possibilidade de contaminação do meio ambiente.

Tanto os resíduos perigosos quanto os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos constituem-se em elementos que suscitam problemas de descarte indevido (SILVA et al., 2022) no contexto dos resíduos sólidos urbanos. De acordo com Pereira (2018) e Nascimento et al. (2018) quando são manejados de forma incorreta, apresentam um elevado risco de exposição indesejável e de disseminação de poluentes no meio ambiente. Diante disso, conforme Brida (2019) e Morigi e Jesus (2019) a coleta seletiva feita de maneira adequada e a reciclagem dos mesmos podem diminuir o esgotamento de recursos e utilização de energia porque estes resíduos apresentam traços de substâncias que contem valor agregado a exemplo do ouro, prata, paládio e do índio.

Brida (2019) descreve que o risco que se impõe quando do descarte inadequado dos REEE é devido aos metais pesados que os constituem e que podem ser responsabilizados por uma série de efeitos deletérios aos seres humanos. Entendem Nascimento et al. (2018) e Morigi e Jesus (2019) que o descarte inadequado ou o aterramento e incineração sem que sejam realizado o tratamento prévio dos resíduos eletroeletrônicos pode resultar na contaminação da água, solo ou ar por causa da emissão de substâncias que podem prejudicar o meio ambiente diante da incineração que pode desencadear na emissão de mercúrio, chumbo e outras substâncias de alta toxicidade. Já Pereira (2018) e Silva et al. (2022) apontam outra questão relevante que é a perda de material de alto valor econômico agregado, como o de substâncias como ouro e prata que podem ser reciclados, além de estar associados com a perda e incremento dos gastos de energia

Conforme entendem Nascimento et al. (2018); Morigi e Jesus (2019) e Santos (2020) a gestão de forma incorreta deste tipo de resíduo pode ser bastante prejudicial para o meio ambiente e para a saúde do ser humano porque muitos destes equipamentos contem alta concentração de substâncias tóxicas na sua composição, cujos malefícios para os indivíduos podem ser visualizados no exposto no Quadro 1:

Quadro 1 – Os metais pesados contidos em resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e os possíveis danos à saúde dos indivíduos

Elemento	Possíveis danos à saúde dos indivíduos
Alumínio	Existem indícios que sugerem que se apresenta uma relação entre a contaminação crônica pelo alumínio devido a questões ambientais e a ocorrência do mal de Alzheimer.
Bário	Pode apresentar efeitos adversos no coração a exemplo da constrição dos vasos sanguíneos, aumento da pressão arterial e efeitos nocivos no sistema nervoso central.
Cádmio	Existe efeito cumulativo do mesmo nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; devido a sua meia-vida de 30 anos acumula-se nos rins; possibilidade de a partir de intoxicação crônica acarretar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar e efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (casos de câncer).
Chumbo	A substância acumula-se nos cabelos, ossos, cérebro e rins; em contaminação por baixas concentrações origina quadros de anemias e dores de cabeça. Apresenta ação tóxica no sistema nervoso, na biossíntese do sangue, no fígado e no sistema renal; trata-se de veneno cumulativo de intoxicações crônicas que causa alterações gastrintestinais, hematológicas e neuromusculares, que podem ocasionar a morte do indivíduo exposto.
Cobre	Promova intoxicações com potenciais lesões no fígado.
Cromo	Substancia que se armazena nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, podendo ocasionar anemia, alterações hepáticas e renais, e também o câncer do pulmão.
Mercúrio	Trata-se de substancia altamente permeável às membranas celulares com pronta absorção pelos pulmões. Apresenta propriedades de precipitação de proteínas, que promovem modificação das configurações das proteínas, consistindo em quadro suficientemente grave para determinar um colapso circulatório no indivíduo acometido conduzindo ao óbito do mesmo.
Níquel	Trata-se de um carcinogênico que opera de maneira direta na mutação genética.
Prata	A absorção de 10g na forma de Nitrato de Prata é letal ao ser humano.
Antimônio	Provoca inibição de enzimas é cancerígeno apresenta efeito bioacumulativo.
Arsênio	Apresenta efeito bioacumulativo sendo absorvido e retido no corpo humano; inibe enzimas; eleva os riscos de câncer na bexiga, rins, pele, fígado, pulmão e cólon.
Berílio	Promove a sensibilização por causa da constante exposição, mesmo diante de quantidades pequenas; desencadeia enfisema e fibrose nos pulmões além de ser cancerígeno.
PBB (bifenilas polibromadas) e PBDE (éter difenil polibromados)	Atuam na desregulação endócrina; podendo ser cumulativo biologicamente na cadeia alimentar.

Fonte: Adaptado de Nascimento et al. (2018, p. 520) e Morigi e Jesus (2019, p. 57-58).

Segundo descreve Souza (2023) os estudos sobre o tema descrevem mais de 60 constituintes de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos que são passíveis de suscitar doenças nos seres humanos, por isso sua reciclagem colabora para que se evite contaminações e a exposição humana desnecessária aos mesmos.

2.2 CONCEITOS RELACIONADOS COM A LOGÍSTICA REVERSA

De acordo com Nascimento et al. (2018) e Silva et al. (2022) a logística reversa se constitui no processo de planejamento, implementação e controle da eficiência da produção, dos estoques, dos produtos acabados e das informações associadas desde o ponto de origem do produto até o ponto de consumo, visando desagregar valor ou promover o descarte adequado do material em obsolescência. Trata-se de um processo que é parte integrante de um extenso procedimento da cadeia de fornecimento e gerenciamento de retorno, onde se inclui ainda a cadeia de abastecimento, que possibilita à gestão fazer a análise e consideração dos obstáculos essenciais para a sobrevivência do ciclo industrial futuramente.

Conforme descrito por Vieira (2020), a logística reversa é distinta da gestão dos resíduos diante do fato de que a primeira acaba agregando valor a um produto que já foi utilizado, enquanto a segunda tem como foco a coleta e realização do tratamento sem que haja a produção de um novo produto. Assim, trata-se de uma área da logística empresarial que tem por finalidade planejar, operacionalizar e controlar o fluxo e o retorno dos bens, do pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo, agregando valor ao mesmo. Como principal atividade deste processo tem-se o retorno dos produtos usados ou sem uso a partir de sua destinação adequada mantendo a atenção aos produtos que podem ser processados ou retornados ao final do seu ciclo de vida em conformidade com as exigências ambientais.

Segundo entendem Sant'Anna; Machado e Brito (2015) a logística reversa se classifica em dois tipos de canais de distribuição reversos relacionados diretamente ao retorno dos bens de pós-consumo e pós-vendas (MORIGI; JESUS, 2019).

Para Reis (2021) no ciclo do pós-vendas o produto volta para a cadeia produtiva antes de passar pelo consumidor final ou nos casos onde tenha tido pouca utilização por causa de defeitos ou por algum erro de produção.

Diante disso Silva et al. (2022) definem a logística de pós-vendas como a posição da logística reversa onde o foco de ação é o planejamento da operação e do controle do fluxo físico da matéria prima e das informações logísticas que correspondem ao bem de pós-venda sem uso ou com pouco uso, que devido a distintos motivos podem retornar aos diferentes momentos da cadeia de distribuição direta.

Para Soares (2018) a logística reversa de pós-consumo é entendida como outra área que tem como foco abordar o final da vida útil dos resíduos eletrônicos, que na prática do descarte acabam se tornando material perigoso e nocivo para os seres humanos e meio ambiente por causa da elevada concentração de metais pesados. Trata-se do setor da logística reversa que avalia e operacionaliza o fluxo físico dos produtos e das respectivas informações de bens de pós-consumo que foram descartadas pelos consumidores retornando ao ciclo de negócios ou produtivo a partir de canais de distribuição reversos específicos.

Concordam Morigi e Jesus (2019) com o apontado por Sant'Anna; Machado e Brito (2015) que é objeto da logística direta disponibilizar o produto ao consumidor, contudo, diante do aumento do consumo e da geração de resíduos incitou a implementação do processo inverso, a logística reversa que faz exatamente o caminho inverso, compondo-se por inúmeras etapas

que envolvem os processos de revalorização do produto, desmanche, remanufatura e a reciclagem dos produtos descartados.

De acordo com Souza (2022) as etapas que compõem a logística reversa diretamente associada com os resíduos eletrônicos gerados pelo descarte de produtos em envolvem os seguintes processos:

- a) Coleta – onde é processado o recolhimento dos materiais a partir dos pontos de coleta determinados pelas empresas fabricantes efetivado por seus parceiros na figura dos lojistas, órgãos públicos, e outros. Pode-se citar como exemplos desta etapa os postos de coleta de pilhas localizados em pontos estratégicos como supermercados, universidades e outros.
- b) Separação – nesta etapa o material anteriormente coletado é analisado em termos de suas condições de funcionalidade, é feita a testagem dos seus componentes e feita a posterior separação entre as peças que podem ser reutilizadas e aquelas que não.
- c) Reprocessamento – se constitui na fase onde os materiais que podem ser reaproveitados são separados dos objetos descartados e reparados nos casos onde houver a necessidade, ajustados e/ou reorganizados, sendo transformados em novos bens de consumo.
- d) Redistribuição – trata-se da etapa que exprime a verdadeira acepção da logística reversa porque nesta fase os componentes transformados em bens de consumo são postos novamente no mercado como um novo produto ou são recolocados no ciclo produtivo no âmbito dos distintos segmentos industriais.
- e) Descarte – parte do processo onde é feita a triagem para destinar os componentes que tenham chegado ao final de sua vida útil, já passados pela etapa de separação, sendo encaminhados para o descarte correto, que em grande parte dos casos se refere a extinção dos componentes que não possam ser reutilizados, havendo para tal, a total descaracterização dos mesmos. Nesta fase será emitido o Laudo Técnico de Manufatura Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos que atestará a destinação correta de cada um dos componentes, incluindo peso, classe dos materiais e destinação específica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos englobam uma grande quantidade de produtos diferenciados por características relacionados a sua vida útil, composição, valor econômico e o potencial de impacto que pode gerar no meio ambiente e na saúde dos seres humanos nos casos onde são gerenciados de maneira inapropriada (PEREIRA, 2018). Corroboram Nascimento et al. (2018) que estas diferenças características influenciam de forma direta nas propriedades e especificidades do seu gerenciamento do pós-consumo (LINZMAIER et al., 2018) desses equipamentos e materiais (BRIDA, 2019), que tem reflexos diretos nos processos de coleta (MORIGI; JESUS, 2019), logística, reciclagem (VIEIRA, 2020) e, especialmente nas formas utilizadas pelos consumidores para o seu descarte (SILVA et al., 2022).

Estas questões estão relacionadas fundamentalmente nestes tipos de produtos apresentarem em sua composição substâncias consideradas como perigosas (STOHRER; PIENIZ, 2015) e com potencial de causarem danos ao meio ambiente e a saúde dos seres humanos (SOUZA, 2023) de maneira direta diante da possibilidade de ocorrência de contaminação pelos seus componentes quando expostos à degradação em meios impróprios (VIEIRA, 2020) diante da liberação das substâncias potencialmente nocivas que fazem parte

da sua composição que podem contaminar ar (NASCIMENTO et al., 2018), solo (BRIDA, 2019), água (SANTOS, 2020) e os organismos e seres humanos (PEREIRA, 2018).

Diante destas considerações a logística reversa deve ser integrada à gestão dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (SILVA et al., 2022), de maneira a diminuir os possíveis problemas decorrentes do descarte de lixo eletrônico (SOUZA, 2023), e possibilitando que haja o retorno destes produtos (NASCIMENTO et al., 2018) ou partes dele à sua origem, diante da possibilidade de muitos dos componentes presentes nesses produtos sejam reaproveitados por fabricantes ou outras empresas (VIEIRA, 2020).

Assim, entendem os estudiosos do tema que a logística reversa, caracterizada como uma subárea da logística (REIS, 2021), além de permitir o retorno do produto ao centro produtivo (MACHADO; BRITO, 2015), tem que consubstanciado nas últimas décadas como processo de grande importância diante do crescimento de resíduos produzidos pelo descarte destes produtos de maneira inadequada (SANT'ANNA; SOARES, 2018). A logística reversa se refere a área da logística empresarial que tem como objetivo de orientar os aspectos logísticos do retorno dos produtos eletrônicos ao ciclo produtivo (MORIGI; JESUS, 2019) ou de negócios utilizando inúmeros canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando aos mesmos valores econômico, ecológico e legal (SILVA et al., 2022).

Explicitam os autores que a logística de pós-venda promove o equacionamento e operacionalização do fluxo físico (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2015) que correspondem aos bens de pós-venda sem uso ou com pouco uso (SOARES, 2018), devido a distintos motivos retornando os mesmos aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta constituídos pelos canais reversos pelos quais escoam estes produtos (MORIGI; JESUS, 2019). Concordam os autores que o objetivo estratégico deste tipo de logística é agregar valor ao produto eletrônico que é devolvido por motivos comerciais (REIS, 2021), problemas de processamento dos pedidos, defeitos ou erros de funcionamento no produto, além da obsolescência do produto devido ao tempo, e outros motivos (SILVA et al., 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar ao longo deste estudo que a produção e comércio da indústria de eletrônicos tem apresentado cada vez mais inovações em produtos visando atender as demandas e necessidades dos consumidores e por isso, se constitui no maior responsável pela grande quantidade de lixo eletrônico produzido, acarretando impactos relevantes nos âmbitos social e ambiental. Percebe-se que o lixo eletrônico se constitui por elementos com características específicas, especialmente quando se abrange a questão do seu potencial de contaminação do meio ambiente devido as substâncias tóxicas que podem liberar apresentando possibilidades de grandes riscos ao meio ambiente e aos seres humanos.

Diante disso entende-se que é necessária uma maior conscientização da sociedade e das indústrias no que tange a preservação dos recursos naturais e dos materiais utilizados no processo produtivo destes produtos eletrônicos para adotem processos mais sustentáveis. Diante deste cenário observa-se que a logística, mais especificamente, a logística reversa tem se tornado cada vez mais relevante no contexto das estratégias organizacionais para a produção deste tipo de produto.

Conclui-se que quando se analisa o ambiente competitivo nos quais estas organizações estão inseridas, entende-se que é imprescindível a otimização dos processos, visando a redução do impacto ambiental e social dos resíduos eletrônicos, além de contemplar também um gerenciamento da logística reversa destes materiais também para redução dos custos

financeiros efetivos e criação de vantagem competitiva porque o lixo eletrônico pode ser reciclado utilizando-se a logística reversa porque se estabelece uma relação de benefício entre a geração de lixo eletrônico e o uso do processo de logística reversa, especialmente no pós-venda.

REFERÊNCIAS

BRIDA, I. C.. Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: uma análise do sistema no Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**. Criciúma, v. 25, p. 110-133, 2019.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**. Braga; v. 16, n. 2, p. 221-236, 1979.

GARCIA, E. A. C. **Manual de sistematização e normalização de documentos técnicos**. São Paulo: Atlas, 1998.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1995.

LAPERRIÈRE, A. “Os critérios de cientificidade dos métodos qualitativos.” In: **A pesquisa qualitativa** – enfoques epistemológicos e metodológicos, por Jean POUPART. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

LINZMAIER, J.; NUNES, I. C.; PEREIRA, D.; FAGUNDES, A. B.; BEUREN, F. H. Análise do ciclo de vida de produtos eletroeletrônicos: um estudo introdutório visando um sistema produto-serviço. **Anais do XX Engema**, p. 1-16, dez. 2018.

MORIGI, J. B.; JESUS, M. J. F. Gestão de resíduos eletroeletrônicos e a logística reversa: um estudo sobre a ONG e-letro, localizada em Londrina-Paraná. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 4, n. 4, p. 47-71, jul./ago. 2019.

NASCIMENTO, F. B.; SILVA, Y. B. R.; LIMA, L. S. S.; SANTOS, M. S. F. Logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos de pós-consumo na cidade de Teresina. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 4, p. 519-531, 2018.

PEREIRA, R. S. C. **Logística reversa de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: proposta de indicadores de monitoramento para órgãos ambientais**. 163 f. Dissertação de Mestrado em Ciências. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.

REIS, E. K. S. O uso da logística reversa para minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico. **Revista Ibero - Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE**, v. 7, n. 8, p. 843-861, ago. 2021.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. A Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores. **Sustentabilidade em Debate**. Brasília, v. 6, n. 2, p. 88-105, mai./ago. 2015.

SANTOS, K. L. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na macrometrópole paulista: normas e técnicas à serviço da logística reversa. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 23, p. 1-20, 2020.

SILVA, C. R.; SILVA, A. B.; CONCEIÇÃO, L. G.; NASCIMENTO, T. C.; NASCIMENTO, W. P.; BOMBONATTI FILHO, O. et al. Logística reversa dos produtos eletroeletrônicos: uma estratégia na redução de custos. **Journal of Technology & Information**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2022.

SOARES, V. V. **Logística reversa** – um estudo sobre o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos. 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Logística. Americana: Faculdade de Tecnologia de Americana, 2018.

SOUZA, B. G. **Logística reversa de eletroeletrônicos no estado de São Paulo**: estudo de caso da entidade gestora Green Eletron. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Ambientais. Diadema: Universidade Federal de São Paulo, 2023.

SOUZA, F. R. **Logística Reversa**: um estudo acerca de uma nova visão de gestão de resíduos eletrônicos de informática e de telefonia. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Administração. João Pessoa: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), 2022.

STOHRER, C. M. S.; PIENIZ, L. F. Consumo e resíduos eletroeletrônicos: a logística reversa como instrumento do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica Direito e Política**. Itajaí, v. 10, n. 1, p. 238-255, 2015.

VIEIRA, B. O. **Priorização das barreiras pela ótica dos stakeholders na implementação da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil**: uma abordagem multicritério de apoio à decisão. 254 f. Dissertação de Mestrado em Administração. Brasília: Universidade de Brasília, 2020.