CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTÔNIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA

FERNANDA DA SILVA RODRIGUES
GEAN MARCOS PERIN BRUNO

ESTUDO DE CASO SOBRE SEPARAÇÃO SELETIVA DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS RESIDUAIS

LINS/SP
1º SEMESTRE/2024

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTÔNIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA

FERNANDA DA SILVA RODRIGUES
GEAN MARCOS PERIN BRUNO

ESTUDO DE CASO SOBRE SEPARAÇÃO SELETIVA DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS RESIDUAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra,
para obtenção do Título de Tecnólogo (a) em Logística.

Orientador: Prof. Me. Silvio Ribeiro

LINS/SP
1º SEMESTRE/2024

Rodrigues, Fernanda da Silva

R696e Estudo de caso sobre separação seletiva de componentes eletrônicos residuais. / Fernanda da Silva Rodrigues, Gean Marcos Perin Bruno. — Lins, 2024.

20f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Logística) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra: Lins, 2024.

Orientador(a): Me. Silvio Ribeiro

1. logística reversa. 2. eletrônicos. 3. meio-ambiente. 4. reciclagem. 5. saúde. I. Bruno, Gean Marcos Perin. II. Ribeiro, Silvio. III. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra. IV. Título.

CDD 658.7

**FERNANDA DA SILVA RODRIGUES
GEAN MARCOS PERIN BRUNO**

**ESTUDO DE CASO SOBRE SEPARAÇÃO SELETIVA DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS RESIDUAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogo (a) em Logística sob orientação do Prof. Me. Silvio Ribeiro.

Data de aprovação: ____/____/____

Orientador (Nome do Orientador)

Examinador 1 (Nome do Examinador)

Examinador 2 (Nome do Examinador)

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
1 LOGÍSTICA	5
1.1 LOGÍSTICA REVERSA	7
1.1.1 Separação Seletiva	10
2 ELETRÔNICOS	10
2.1 RELAÇÃO ENTRE O LIXO ELETRÔNICO E LOGÍSTICA REVERSA	13
2.2 OS IMPACTOS A SAÚDE E MEIO AMBIENTE	14
METODOLOGIA	15
ESTUDO DE CASO	16
CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	18
APÊNDICE	20

ESTUDO DE CASO SOBRE SEPARAÇÃO SELETIVA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS RESIDUAIS

Fernanda da Silva Rodrigues¹, Gean Marcos Perin Bruno².
Me. Silvio Ribeiro³

^{1,2} Acadêmicos do Curso de Logística da Faculdade de Tecnologia de Lins
Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins - SP, Brasil
³ Docente do Curso de Logística da Faculdade de Tecnologia de Lins
Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins - SP, Brasil

RESUMO

A logística, uma disciplina antiga, evoluiu ao longo dos anos e se tornou vital em vários setores, incluindo negócios. Com a globalização e inovações tecnológicas, sua importância cresceu, abrangendo o movimento de mercadorias, informações e serviços. A logística reversa surgiu devido a preocupações ambientais e à busca por práticas sustentáveis, integrando-se nas operações empresariais. Ela é crucial na gestão de resíduos eletrônicos, facilitando a recuperação, reciclagem e reutilização, promovendo sustentabilidade e responsabilidade social. A rápida obsolescência dos dispositivos eletrônicos aumentou a demanda por métodos eficazes de reintegração ao ciclo produtivo, tornando a logística essencial para reduzir custos, preservar recursos naturais e mitigar impactos ambientais. O objetivo do trabalho é verificar a importância da separação seletiva de componentes eletrônicos residuais em uma empresa de eletrônicos. A metodologia do estudo utilizou um questionário com perguntas abertas e semiestruturadas, aplicado ao proprietário de uma assistência técnica, em um estudo de caso único, qualitativo e exploratório. O estudo revelou que, apesar da empresa ter pouca influência sobre o destino final dos aparelhos descartados, ela demonstra um claro compromisso com a redução da poluição e o gerenciamento do lixo eletrônico.

Palavras-chave: Logística Reversa; Eletrônicos; Meio-ambiente; Reciclagem; Saúde.

ABSTRACT

Logistics, an ancient science, has grown over time to become a critical strategic function in many industries, including business. With globalization and technology advancements, its importance has risen to include the flow of commodities, information, and services. Reverse logistics began as a response to environmental concerns and the pursuit of sustainable practices, and has since been integrated into commercial operations. It is critical to electronic waste management since it facilitates recovery, recycling, and reuse while also encouraging sustainability and social responsibility. The increasing obsolescence of electronic equipment has raised the requirement for successful reintegration into the manufacturing cycle, making logistics critical for lowering production costs, conserving natural resources, and mitigating the environmental consequences of inappropriate disposal. The goal of this study is to demonstrate the significance of selective separation of residual electrical components in an electronics industry. A questionnaire with open and semi-structured questions was administered to the proprietor of a technical help company in a single, qualitative, and exploratory case study. The study found that, while having limited control over the end destination of abandoned gadgets, the corporation is clearly committed to pollution reduction and electronic waste management.

Keywords: Reverse Logistics; Electronics; Environment; Recycling; Health.

INTRODUÇÃO

A logística é uma disciplina antiga que se desenvolveu desde os tempos de Alexandre, o Grande, até se tornar uma função estratégica vital em diversos setores, inclusive nos negócios. Ao longo dos anos, ela passou por diferentes estágios de evolução, desde uma atividade segmentada até uma integração estratégica, refletindo a necessidade crescente de eficiência. Com a globalização e as inovações tecnológicas, a logística ganhou ainda mais importância, abrangendo não apenas o movimento de mercadorias, mas também o de informações e serviços.

Nos últimos anos, a logística evoluiu consideravelmente, expandindo-se para além da mera entrega de produtos aos clientes, passando a incluir a logística reversa. Tal abordagem surgiu como resposta à crescente preocupação ambiental e à necessidade de responsabilidade pós-venda por parte dos fabricantes. Inicialmente concebida como uma extensão inversa da logística convencional, a logística reversa agora é reconhecida como uma ferramenta vital para promover a sustentabilidade, a responsabilidade social e a eficiência operacional. As organizações estão cada vez mais integrando a logística reversa em suas operações para atender às demandas dos clientes, demonstrar compromisso com o meio ambiente e obter vantagem competitiva. Este estudo examina a evolução e os benefícios da logística reversa, destacando seu papel essencial na gestão moderna da cadeia de suprimentos e na promoção de práticas empresariais sustentáveis.

A crescente conscientização ambiental tem gerado a uma preocupação cada vez maior com a gestão adequada dos resíduos eletrônicos. Nesse contexto, a logística desempenha um papel fundamental ao facilitar a recuperação, a reciclagem e a reutilização desses produtos. Com a obsolescência crescente dos dispositivos eletrônicos comerciais, como computadores e telefones celulares, surge a necessidade de métodos eficazes para reintegrá-los ao ciclo produtivo. E a logística não apenas oferece soluções para reduzir custos e prazos de produção, como também contribui para a preservação dos recursos naturais e a redução da poluição ambiental. O desenvolvimento tecnológico aumentou a demanda por dispositivos eletrônicos, o que resulta em rápido descarte inadequado e obsolescência, colocando a saúde e o meio ambiente em perigo devido às substâncias perigosas presentes nesses dispositivos. Esse descarte tem efeitos negativos no meio ambiente, comprometendo a qualidade da água, do solo e do ar, bem como colocando em risco a saúde humana e a biodiversidade.

O objetivo do trabalho é verificar a importância da separação seletiva de componentes eletrônicos residuais em uma empresa de eletrônicos. A metodologia foi desenvolvida por meio de um questionário, que se encontra no Apêndice A, composto por perguntas abertas e semiestruturadas, aplicado em uma assistência técnica para eletroeletrônicos e respondido pelo proprietário. O estudo foi realizado a partir de uma abordagem de estudo de caso único, qualitativo e exploratório. O estudo constatou que, embora a empresa tenha pouca influência sobre o destino final dos aparelhos descartados, há um claro compromisso com a redução da poluição e o gerenciamento do lixo eletrônico. A prática de separar cuidadosamente os itens eletrônicos recebidos para descarte demonstra um forte compromisso com a sustentabilidade e ajuda a reduzir o impacto ambiental do descarte inadequado. Além disso, destaca o papel essencial da logística reversa na gestão de resíduos eletrônicos, ressaltando sua contribuição para a sustentabilidade ambiental e social.

1 LOGÍSTICA

Embora não se conheça a data de origem da logística, sabe-se que diversas técnicas foram empregadas nas campanhas militares. Um exemplo disso são as tropas de Alexandre, o Grande (310 D.C.), que utilizaram diversos processos e técnicas estratégicas para garantir que não houvesse necessidades extras ou mesmo falta de

abastecimento durante suas expansões territoriais; eles também estavam constantemente focados no planejamento e na comunicação à distância. Os processos logísticos foram criados no início da civilização, mas não receberam nome ou importância específica. Sua importância cresceu junto ao crescimento das organizações e de suas produções. O termo Logístico tem suas origens nas operações militares, relacionando-se com o deslocamento (movimento) de materiais (munições, equipamentos médicos e fornecimentos e outros), bem como de elementos humanos (equipe médica, enfermeiros e auxiliares, tropas de soldados, etc.), necessários para as atividades nos campos de batalha.

Deve-se destacar que o processo logístico foca exclusivamente em atender às necessidades e preferências do cliente final, consumidor de bens e/ou serviços. Ele identifica os diretores de logística como àqueles que supervisionam os serviços e informações associadas desde a sua origem até o seu consumo, visando atender às demandas do mercado.

Com efeito, uma das áreas que muito evoluiu nas organizações, passando a fazer parte dessas estratégias foi a logística, que deixou de ser vista apenas como uma operação de transporte e armazenagem de materiais, para ser visualizada como um forte componente para a formulação das estratégias competitivas das organizações, por ser uma área capaz de efetivamente planejar e controlar todo o fluxo de armazenagem de produtos, serviços e informações associadas (NOVAES 2001).

Nesta perspectiva, existem quatro estágios distintos para o termo: atividade segmentada, integração rígida, integração flexível e integração estratégica.

O procedimento logístico começa com a seleção de matéria-prima. Em seguida há seleção do transporte mais adequado com o menor custo para ser executado. Segundo Novaes (2001), a logística visa o aperfeiçoamento das atividades das empresas, gerando retorno no nível de atendimento ao cliente e também ajudando a organização a ter maior competição no mercado por meio da redução de custos. Ballou (2001) é outro autor que se preocupou com os estudos logísticos e tem avançado em suas formulações. Para ele, a Logística é um conjunto de atividades funcionais repetidos muitas vezes ao longo do canal de suprimentos, por meio do qual as matérias primas são convertidas em produtos acabados que serão oferecidos ao consumidor (BALLOU, 2001).

O nome “logístiko” veio originalmente da Grécia e significava “cálculo e raciocínio” no sentido matemático. Como resultado, os militares encarregados das finanças e da distribuição de suprimentos durante as batalhas eram conhecidos como logísticos. O império romano e bizantino também adotou esta nomenclatura. O verbo “loger” surgiu na França, com o significado de alojar ou acolher, dando origem à palavra logística. Posteriormente, passou a significar gestão, planejamento e distribuição de recursos para uma atividade específica.

Assim, a logística existe sempre que há necessidade de organizar ou realocar algo. Ao decidirem avançar suas tropas de acordo com uma estratégia militar específica, os generais precisavam ter uma equipe preparada para fornecer munições, alojamentos, equipamento e apoio médico ao campo de batalha. Por se tratar de um serviço de apoio, sem o glamour da estratégia bélica e sem o prestígio das batalhas ganhas, os grupos logísticos militares trabalhavam quase sempre em silêncio (NOVAES, 2004). Cada uma das funções logísticas era tratada independentemente e como áreas de apoio ao negócio. Esse tratamento logístico desagregado faz parte da explicação dos diversos nomes pelos quais foi batizada: distribuição, distribuição física, administração de materiais e logística de distribuição, entre outros (LAMBERT, 1998).

Para Ballou (2001), pelo fato de a gestão das atividades logísticas estarem dispersas há muitas décadas, a ideia de integração remonta pelo menos a 1844 e se expressa no conceito de substituição de um custo por outro ou no conhecido trade-desligado logístico. Segundo Ballou (2001), nos escritos do francês Julie Duto, a escolha do meio de transporte fica clara, levando em consideração o impacto nos custos de

armazenamento. Apesar de o conceito já existir há muito tempo, a primeira referência bibliográfica que abordou sobre os benefícios da gestão logística foi publicada em 1961.

Nesta mesma linha, Fleury *et al.* (2000) afirmam que logística é um verdadeiro paradoxo uma vez que é um conceito muito antigo, mas um conceito gerencial muito moderno. O autor afirma ainda que a tecnologia e a economia são as duas principais mudanças que tornaram a logística um conceito gerencial mais contemporâneo. A globalização econômica traz um novo ambiente de competição e as inovações tecnológicas permitem uma gestão de operações cada vez mais complexas mais eficiente e eficaz. Assim, a logística passa a ser considerada uma função de importância estratégica em vez de apenas uma atividade operacional. Trata-se de um fato econômico cujos recursos e os consumidores estão dispersos por uma vasta área geográfica.

Além disso, os consumidores não residem se é que já o fizeram próximos aos locais onde os bens ou produtos são encontrados. Este é o desafio enfrentado pela Logística: reduzir a distância entre a produção e a demanda, para que os consumidores tenham acesso aos bens e serviços quando e onde desejarem, e nas condições físicas desejadas. Em uma economia de mercado, é responsabilidade das empresas fornecer os serviços logísticos necessários. No entanto, as empresas operam em um ambiente que está constantemente mudando devido aos avanços tecnológicos, às mudanças na economia e na legislação, e à disponibilidade de recursos.

Portanto, a filosofia de gestão evolui ao longo do tempo para se adaptar às novas demandas de desempenho das empresas, representando assim uma nova visão empresarial, ou seja, uma nova ordem das coisas. Compreender os desafios contínuos enfrentados tanto pela logística quanto pela cadeia de suprimentos, resolver problemas e limitações eventuais, com o objetivo de atender eficientemente às necessidades em diferentes momentos e locais, é o principal objetivo da logística.

Segundo Lambert (1998), a única preocupação foi o controle físico do fluxo de materiais do ponto de origem ao ponto de consumo. Embora tenha sido um processo de poucas décadas, a mudança de perspectiva sobre a logística para uma compreensão mais profunda de sua abrangência e importância resultou em um fluxo de neologismos e definições que enfatizam sua importância.

Ballou (2001) acrescenta o conceito de "mix de marketing" (produto, local, tempo e condições) à logística. Isso significa que a missão dela é fornecer o produto ou serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e com as condições combinadas. Além desta consideração, Ballou (2001) acrescenta à definição de logística o conceito de criação de valor, afirmando que ela deve fornecer os produtos e serviços mencionados anteriormente, dando uma contribuição maior para a empresa.

Este é, sem dúvida, um grande avanço para a logística e também um passo significativo para expandir os horizontes, avançar na cadeia e nos conceitos de logística integrada e fornecimento de cadeia.

Com o passar do tempo, a logística foi se aperfeiçoando e, conseqüentemente, apareceram novas dificuldades a serem resolvidas pelas organizações e outros agentes nesse processo como o cliente. Após isso, o conceito de logística acabou sendo alterado e a noção de processo logístico que antes era voltado só para o transporte de cargas entre organizações, transformou-se em grandes processos de produções, desde a matéria-prima até entrega do produto ao cliente.

Segundo Bowersox *et al.* (1986), o processo logístico é visto como um sistema que liga a empresa ao consumidor e seus fornecedores..

1.1 LOGÍSTICA REVERSA

Até há pouco tempo, a logística restringia-se apenas à entrega de produtos aos clientes, o que significava que os fabricantes não tinham responsabilidade por seus produtos após suas vendas. Como resultado, os fabricantes não se preocuparam com a

devida coleta posterior à venda. Mas os conceitos de logística reversa e logística evoluíram ao longo do tempo. Inicialmente, a logística era apenas um conceito básico de movimentação de um produto desde sua origem até seu ponto de consumo. Surgiu a logística reversa, em uma direção oposta da logística normal, segundo VAZ (2012)

A logística reversa, por sua vez, representa um fluxo reverso da logística, ou seja, se a logística tradicional tem como missão distribuir produto novo para seus clientes, a logística reversa coletará os produtos considerados velhos, obsoletos, danificados, ou inúteis e os movimentará de modo a fornecer disposição final ou tratamento adequado, que pode ser a reciclagem, a reutilização, a remanufatura, com processamento, etc. (VAZ. 2012 p.3).

A logística é uma área muito importante para as empresas porque visa reduzir o tempo entre o pedido, a produção e a demanda, garantindo que os clientes recebam seus bens ou serviços no momento, no local e a um preço determinado. Para garantir uma recuperação sustentável do ponto de vista ambiental, a logística reversa, portanto, conecta-se a todas as atividades logísticas de coletas, desmontar e processar produtos, usando parte de produtos e/ou materiais. A ligação logística convencional e a logística reversa são conceitos fundamentais no campo da gestão da cadeia de suprimentos, assim sendo, a logística convencional refere-se ao fluxo de produtos ou materiais do fabricante para o consumidor final. Envolve atividades como transporte, armazenamento, gestão de estoque e processamento de pedidos, todas voltadas para o movimento eficiente dos produtos na cadeia de suprimentos, desde a produção até o consumidor final.

Já logística reversa, por outro lado, trata do movimento de produtos ou materiais do consumidor final de volta ao ponto de origem, seja para reciclagem, reutilização, remanufatura ou descarte adequado. Ela inclui processos como coleta, triagem, desmontagem, reciclagem, descarte seguro e até mesmo o retorno de produtos com defeito ou obsoletos para o fabricante. A logística reversa tem se tornado cada vez mais importante devido às preocupações ambientais, regulamentações governamentais e pressões dos consumidores por práticas sustentáveis. Em muitas cadeias de suprimentos, produtos retornados pelos consumidores podem ser reintegrados ao estoque para serem reparados, remanufaturados ou reciclados. Esse processo envolve uma ligação entre as atividades convencionais de logística e as operações de logística reversa. Em resumo, a ligação logística reconhece e gerencia os fluxos de materiais e produtos em ambas as direções, enquanto a logística reversa se concentra especificamente no movimento dos produtos do consumidor final de volta à fonte, para fins de reciclagem, reutilização ou descarte apropriado.

Logística reversa é planejamento, operação e controle do fluxo e da informação do pós-venda e informações de pós-consumo ao negócio ou ciclo produtivo por meio de canais reversos de distribuição, agregando valor de diversos tipos: econômico, social e ambiental (LEITE, 2003). A conceptual visão da logística reversa está essencialmente focada na sustentabilidade, na cognição social e na redução de custos para as organizações. LEITE (2003) define

[...] a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outro (LEITE 2003, p. 16).

Segundo Rogers *et al.* (1999), logística reversa é o processo de planejar, programar e controlar o fluxo de matérias-primas do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar valor e destinar adequadamente os resíduos. A logística reversa investiga o retorno de materiais, embalagens e produtos aos locais de

origem ou o descarte adequado. Além disso, uma empresa que inicia o processo de logística reversa ganha uma imagem institucional positiva e um senso de responsabilidade corporativa perante a sociedade e o meio ambiente.

Segundo Lacerda (2002), a logística reversa têm motivado as empresas a investir e incentivar novas iniciativas, mas o planejamento e o controle dos processos determinam a eficiência, como no caso dos produtos eletrônicos, que de uma maneira geral, podem ser recuperados de diversas formas, como o descarte correto e/ou a utilização de componentes para consertos e reparos, que auxiliam o retorno dos produtos ao ciclo de vida.

Pode-se definir Logística Reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de procedimentos destinados a viabilizarem a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, seja para reaproveitamento, ou para outra destinação final ambientalmente adequada. Esse instrumento ajuda a reduzir ou eliminar resíduos por meio da reciclagem, do reuso e dá compostagem (MIGUEZ, 2012). Com seus benefícios ambientais, econômicos e sociais, a Logística Reversa é indicada como um diferencial competitivo no processo de desenvolvimento de produtos e na tomada de decisões estratégicas das empresas e do governo.

Ela foi concebida para complementar a logística em seu processo de implementação, após identificar uma lacuna na área relacionada ao pós-consumo e descarte de produtos utilizados pelos clientes. Considerando que esses produtos, após o consumo, se tornam fontes de resíduos para a sociedade e o meio ambiente, a logística reversa trouxe uma abordagem distinta dos demais processos logísticos de uma organização e promovendo uma mudança significativa. Segundo Dornier et al (2000)

A definição atual de logística deveria englobar todas as formas de movimentos de produtos e informações. Essa nova visão da logística amplia o escopo de atuação da área, passando a incluir não só fluxos diretos tradicionalmente considerados, mas também os fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos e devolvidos e de produtos usados ou consumidos a serem reciclados (DORNIER et al, 2000.p.39).

A logística reversa ganhou espaço. Atualmente, há ações das empresas e do governo brasileiro para amenizar os efeitos dos impactos no meio ambiente. Assim tem-se, a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a determinação de que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos (como refrigeradores, televisores, notebooks, desktops, impressoras e celulares) devem programar sistemas de logística reversa que preveja retorno dos produtos após o uso pelo consumidor.

Há benefícios nesse processo como: incentivar o reuso, a reciclagem e o tratamento dos resíduos; aumentar a vida útil dos aterros sanitários por meio do desvio de resíduos que podem ser reinseridos na cadeia produtiva, compartilhar a responsabilidade pela gestão de resíduos entre o setor público, setor privado e sociedade civil, aumentar a eficiência no uso de recursos naturais, ampliar a oferta de produtos ambientalmente amigáveis, gerando emprego e renda, ampliar o espaço para a geração de novos negócios.

Uma nova área da logística empresarial preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegrarão ao processo produtivo (LEITE, 2000, p. 1).

A logística reversa é essencial para lidar com os desafios de gestão de resíduos e

sustentabilidade, oferecendo oportunidades de redução de custos e melhoria da eficiência operacional. Ela promove a responsabilidade social e ambiental das organizações, permitindo atender às expectativas dos consumidores e regulamentações ambientais. Sua implementação contribui significativamente para a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, sendo crucial para uma economia mais circular e um futuro mais sustentável.

1.1.1 Separação Seletiva

A separação seletiva é uma técnica essencial para a gestão sustentável de resíduos, também um componente essencial das abordagens ambientais contemporâneas. Consiste na seleção minuciosa de materiais descartados com o objetivo de processá-los e reintegrá-los ao ciclo produtivo por meio da reciclagem ou reutilização. Para evitar os aterros sanitários, materiais como papel, plástico, vidro e metais são separados e enviados para instalações especializadas de acordo com sua composição e potencial de reutilização. Essa abordagem não apenas diminui a quantidade de resíduos destinados ao descarte final, mas também preserva recursos naturais e reduz as emissões de gases de efeito estufa.

Uma nova área da logística empresarial preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegrarão ao processo produtivo (LEITE, 2000, p. 1).

Os funcionários classificam manualmente os resíduos no método tradicional de triagem de resíduos. A automatização é útil em pequenas escalas ou onde não é viável, mas limita a velocidade e a precisão. Por outro lado, tecnologias de triagem automatizada usam equipamentos avançados, sensores e esteiras transportadoras para separar materiais de acordo com suas propriedades físicas e químicas. Esses sistemas, como separadores magnéticos para metais ferrosos e leitores ópticos para plásticos, maximizam a eficiência do processo. A gestão adequada dos resíduos por meio da separação seletiva ajuda a promover uma administração sustentável dos recursos naturais e um compromisso ambiental responsável. Além disso, reduz o desperdício. Essa abordagem é fundamental para promover a sustentabilidade global e preservar o meio ambiente, direcionando os materiais recicláveis para novos ciclos produtivos.

2 ELETRÔNICOS

Os eletrônicos são dispositivos que funcionam com base na manipulação de sinais elétricos para realizar uma variedade de funções. Eles desempenham um papel fundamental em praticamente todos os aspectos da vida moderna, desde comunicações, entretenimento, saúde, transporte e indústria. A corrente elétrica, que não é nada mais que o deslocamento de elétrons dentro de um meio condutor, é o que forma os sinais eletrônicos. Os equipamentos eletrônicos referem-se a produtos que possuem circuitos ou componentes elétricos com fonte de alimentação ou bateria. Já os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são os componentes ou partes dos eletrônicos descartados no pós-consumo (XAVIER e CARVALHO, 2014; FORTI, 2019).

Consideram-se sete categorias: eletrodomésticos; eletroeletrônicos; monitores; informática e telecomunicações; fios e cabos; pilhas e baterias; equipamentos de iluminação. Os eletrônicos têm uma ampla gama de aplicações em praticamente todos os setores da sociedade, como:

- a) Comunicações (telefonia, internet, radiodifusão, etc.);
- b) Computação e Tecnologia da Informação;
- c) Entretenimento (televisores, sistemas de áudio, videogames, etc.);
- d) Saúde (equipamentos médicos, dispositivos de monitoramento, etc.);
- e) Transporte (sistemas de controle, eletrônica automotiva, etc.);
- f) Indústria (automação, controle de processos, robótica, etc.);
- g) Energia (geração, distribuição e controle de energia elétrica).

Dentro do mundo eletrônico há vários componentes que se interligam entre eles. É possível categorizar os componentes utilizados na eletrônica basicamente em três categorias: componentes passivos, componentes ativos e componentes eletromecânicos.

- a) Os componentes passivos são aqueles que apenas consomem energia do circuito. Um dos principais motivos para sua utilização é dissipar energia, geralmente na forma de calor, como em um chuveiro elétrico;
- b) Diferentemente dos componentes passivos, os ativos controlam a energia do circuito, manipulando a intensidade ou direção da corrente elétrica ou até mesmo gerando essa energia, como uma bateria;
- c) Componentes eletromecânicos são aqueles que envolvem uma combinação de um processo elétrico com algum processo mecânico.

Os produtos eletrônicos possuem placas que são amplamente empregadas no universo da eletrônica, sendo reconhecidos como um componente crucial, pois desempenham o papel fundamental de unificar todos os demais elementos em um único circuito eletrônico. Uma placa de circuito impresso é uma placa contida em um substrato isolante, como fibra de vidro, fenolita, e outros polímeros, com vias condutoras gravadas em sua superfície.

Essas vias interligam os elementos eletrônicos fixados na placa, como resistores, capacitores e circuitos integrados; podem ser compostos por múltiplas camadas, o que facilita a elaboração de circuitos mais elaborados. Essas placas são compostas por componentes que são fundamentais para seu funcionamento, pois desempenham papéis críticos na criação e controle do fluxo de corrente elétrica em circuitos. Dentre eles podemos citar alguns:

a) Resistores: são componentes que limitam a corrente elétrica em um circuito, geralmente são feitos de uma substância durável, como carbono ou metal. Eles são comumente usados para controlar a intensidade de uma corrente elétrica, ajustar os níveis de tensão e corrente, dividir e ajustar os níveis de tensão, entre outras aplicações;

b) Capacitores: são dispositivos capazes de armazenar e liberar eletricidade. São compostos por dois condutores separados por uma substância isolante conhecida como dielétrico. Têm a capacidade de armazenar energia elétrica e liberá-la rapidamente quando necessário. Eles podem ser usados em circuitos para filtrar ruídos, estabilizar tensão e criar atrasos, entre outras aplicações;

c) Transistores: são dispositivos semicondutores que funcionam como amplificadores ou interruptores de corrente, geralmente silício ou germânio, e são amplamente utilizados em circuitos eletrônicos. Desempenham um papel importante na amplificação de sinais, geração de oscilações, regulação de corrente elétrica e lógica digital;

d) Diodos: são componentes eletrônicos, que permitem que a eletricidade flua em uma única direção e possuem dois semicondutores canais, conhecidos como ânodo e cátodo. Os diodos são usados em circuitos eletrônicos para converter corrente alternada em corrente contínua, proteger contra inversão de polaridade e criar circuitos de comutação, entre outras aplicações;

e) Circuitos Integrados: são componentes eletrônicos que abrigam múltiplos dispositivos em um único invólucro. São construídos com transistores, resistores,

capacitores e outros elementos interconectados em uma placa de silício e podem exercer funções específicas, como processamento de dados, armazenamento de memória, controle de periféricos e diversas outras aplicações;

f) Indutores: são elementos empregados para reter energia em um campo magnético, sendo aplicados em filtros, transformadores e circuitos oscilantes;

g) Osciladores: são dispositivos utilizados para produzir correntes elétricas oscilantes e fundamentais em uma variedade de contextos, incluindo cronometragem, comunicação via rádio, equipamentos de som e outras áreas;

h) Sensores: são dispositivos eletrônicos que identificam e transformam informações físicas, como temperatura, luminosidade, pressão e movimento, em sinais elétricos. São amplamente empregados em tecnologias de Internet, automação domiciliar, segurança, dispositivos médicos e outras aplicações;

i) Fontes de Alimentação: indispensáveis para suprir energia elétrica aos circuitos eletrônicos. Existem diversos tipos de fontes de energia, como fontes de energia linear, comutadas e reguladores de tensão, que oferecem tensão e corrente elétrica para os dispositivos eletrônicos;

j) Relés: mecanismos eletromecânicos empregados para regulação de circuitos elétricos de alta capacidade. São interruptores controlados eletronicamente e comumente usados em operações de motores, sistemas de automação industrial, mecanismos de segurança e em uma diversidade de outras aplicações;

k) Potenciômetros: componentes convenientes que viabilizam o controle da resistência elétrica em um circuito. São empregados para modular o volume em sistemas de áudio, regular a intensidade luminosa em dispositivos, controlar as velocidades dos motores e em diversas outras situações em que se requer ajuste variável.

É crucial ressaltar que esses são apenas alguns casos exemplares de elementos eletrônicos. A área da eletrônica é ampla e esta continuamente em desenvolvimento, com novos componentes e tecnologias surgindo de forma constante.

A revolução tecnológica resultou num aumento significativo no número de dispositivos eletrônicos produzidos e vendidos. Os consumidores são incentivados a substituir seus dispositivos com frequência, e com isso, os equipamentos têm vida útil menor e passam a ser menos utilizados, levando ao aumento da quantidade de lixo eletrônico. Com a definição em consonância apresentada por Xavier e Carvalho (2014) e Forti (2019), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial define os equipamentos elétricos eletrônicos como sendo todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos.

Equipamentos eletrônicos da linha verde incluem computadores desktop, notebooks, impressoras (com periféricos como teclados, mouses e outros acessórios), calculadoras, telefones sem fio e celulares (com acessórios). Esses dispositivos contêm metais tóxicos que representam riscos à saúde dos usuários e podem poluir o meio ambiente. Os fatores que contribuem para o descarte inadequado incluem falta de legislação, tributação rigorosa, incentivos físicos para logística reversa, treinamento e educação ambiental.

Dispositivos eletrônicos podem se conectar com o ambiente e os usuários por meio de interfaces. Portanto, devido às propriedades nocivas do resíduo eletrônico, é justificável estabelecer canais de retorno específicos e devidamente regulados (SELPIS *et al.* 2012; CARVALHO & XAVIER 2014).

Os eletroeletrônicos possuem características específicas, como a capacidade de processar informações e realizar complexos rápidos e eficientes, e interagir com o ambiente e usuários por interfaces como toque sensíveis, botões e sensores, afetando os dispositivos com necessidades. Dispositivos eletrônicos, como smartphones e computadores, estão presentes em nossa vida diária. Esses dispositivos combinam funções como telefone, câmera e computador, com um grande número de componentes

eletrônicos, e podem realizar diversas tarefas, como navegação na Internet e execução de programas complexos.

Com as tecnologias atuais, fabricar um computador é muito mais exigente do que produzir aparelhos de linha branca, como frigoríficos e congeladores, ou mesmo um carro, que requer apenas uma a duas vezes o seu próprio peso em combustíveis fósseis. O elemento químico índio, subproduto mineração de zinco, é essencial na produção de monitores e telefones celulares, bilhões de unidades produzidas anualmente, seu preço aumentou seis vezes nos últimos cinco anos, tornando-o mais caro que a prata. A produção depende em zinco, que são limitados devidos reservas minerais.

Conforme estudo de Kuehr apud Rosa (2007), aproximadamente 1,8 toneladas de insumos materiais e energéticos são necessárias para construir um único computador. São 240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1.500 quilos de água. Os produtos e componentes eletrônicos dependem de correntes elétricas com tensão nominal inferior a 240 volts. São constituídos por aparelhos eletrodomésticos e por equipamentos e componentes eletroeletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou do setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como: componentes e periféricos de computadores; monitores e televisores; acumuladores de energia (baterias e pilhas); produtos magnetizados. No lixo eletrônico são encontrados elementos como chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio e berílio, os quais podem causar danos ao sistema nervoso, cerebral, sanguíneo, fígado, ossos, rins, pulmões, doenças de pele, câncer de pulmão, desordens hormonais e reprodutivas e ainda problemas respiratórios (MOREIRA, 2007).

Além disso, quando são descartados de maneira incorreta, muitos materiais são perdidos para o processo de reciclagem. Geralmente, os equipamentos que são para descarte devem ser separados, desde placas, resistores, capacitores, baterias, fontes, carcaças, entre outros componentes para a coleta, essa separação ajuda a selecioná-los para um melhor descarte apropriado.

2.1 RELAÇÃO ENTRE O LIXO ELETRÔNICO E LOGÍSTICA REVERSA

A preocupação das empresas de comércio com a logística reversa está intrinsecamente ligada à sua busca por lucratividade sustentável e à preservação de sua imagem no mercado. Segundo Lavez *et al.* (2011), a logística reversa torna possível tanto o desagravo aos impactos ambientais causados por produtos elétricos e eletrônicos, quanto o ganho de eficiência e sustentabilidade das operações nas organizações.

Esse cuidado estende-se especialmente ao lidar com resíduos eletrônicos, uma vez que estes produtos possuem um potencial significativo tanto de valor econômico quanto de impacto ambiental. Conforme Souza & Santos (2010), o lixo eletrônico é constituído de compostos que apresentam um determinado valor agregado e por outros que são altamente contaminantes inviabilizando o descarte em aterros.

A logística reversa dos produtos eletrônicos abrange uma variedade de métodos e estratégias para garantir que esses materiais sejam gerenciados de forma eficiente e ambientalmente responsável. Desde o retorno de produtos defeituosos até a reciclagem de componentes e a remanufatura de dispositivos obsoletos, as empresas buscam maximizar o valor desses materiais enquanto minimizam seu impacto ambiental.

É importante destacar a implantação de sistemas de Logística Reversa como método eficaz no gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, com o objetivo de minimizar a poluição e a contaminação do meio ambiente pelos metais pesados presentes (LIMA *et al.*, 2015). Cardoso *et al.* (2019) ressaltam que tais resíduos também possuem elementos de grande valor de mercado, como terras-raras e metais nobres, o que justifica um gerenciamento diferenciado para os resíduos de eletroeletrônicos.

Por meio da logística reversa, os produtos eletrônicos podem ser recuperados e reintegrados ao ciclo produtivo, reduzindo a necessidade de extrair novos recursos e

minimizando a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Além disso, a reciclagem térmica e material desses eletrônicos contribui para a redução da demanda por materiais virgens e a mitigação da poluição associada à extração de recursos naturais e à produção de novos dispositivos.

Vieira, Soares & Soares (2009) afirmam que estes produtos podem ser restituídos por meio da logística reversa, visando seu tratamento e reaproveitamento para fabricação de novos produtos na forma de insumos. A implementação eficaz da logística reversa não apenas atende às demandas regulatórias e de sustentabilidade, mas também pode se tornar uma fonte de lucro para as empresas, ao mesmo tempo em que fortalece sua imagem como defensoras do meio ambiente.

A expressão desenvolvimento sustentável estabelece que o atendimento às necessidades do presente não deve comprometer as futuras gerações a atenderem às suas (SEIFFERT, 2007). No entanto, é crucial reconhecer que a relação entre o lixo eletrônico e a logística reversa apresenta desafios, exigindo abordagens inovadoras e colaboração entre empresas, governos e consumidores para garantir seu sucesso.

O crescimento da importância dada ao retorno dos produtos e o adequado tratamento dos resíduos gerados durante os processos, estão gerando uma oportunidade para as empresas, que é a de associar sua marca ao de uma organização preocupada com o verde, ou seja, com o meio ambiente (FLEISCHMANN *et al.*, 2001).

Ao adotar uma abordagem abrangente e sustentável para a logística reversa de eletrônicos, as empresas podem não apenas gerenciar seus resíduos de forma eficaz, mas também contribuir significativamente para a proteção do meio ambiente e para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A relação entre lixo eletrônico e logística reversa, por outro lado, é delicada porque existem problemas que impedem que a engrenagem funcione como esperado, Paulus e Luz (2020) dizem que a burocracia para acesso aos recursos financeiros e os estímulos fiscais oferecidos não são suficientes.

2.2 OS IMPACTOS A SAÚDE E MEIO AMBIENTE

O impacto ambiental é o resultado de atividades naturais ou antrópicas que podem impactar, diretamente ou indiretamente, as condições estéticas sanitárias e qualitativas dos recursos ambientais, além das atividades sociais e econômicas. Os eletrônicos incluem materiais tóxicos e materiais perigosos que podem liberar substâncias nocivas na água, no solo e no ar se não forem descartados adequadamente. E assim, a sua adequada destinação pode acarretar redução de aterros sanitários, e de contaminação da população por metais pesados que causam danos à saúde pública (VIEIRA, SOARES, SOARES, 2009; ROY *et al.*, 2022).

Os metais são encontrados naturalmente no meio ambiente, no entanto, concentrações elevadas podem ter efeitos deletérios. A substituição rápida de equipamentos eletrônicos devido aos avanços tecnológicos e à obsolescência planejada faz com que grande parte desses dispositivos acabe em aterros sanitários por falta de destinação adequada.

O saneamento ambiental age no controle desses fatores, incluindo o conceito de limpeza urbana que engloba a coleta, o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, entre outros (CELERE *et al.*, 2007). Além disso, os lixões e aterros sanitários nem sempre são os locais de destinação final de algumas substâncias contidas nos resíduos sólidos. Muito desse material (orgânico ou inorgânico), quando em contato com a água é carregado junto com o chorume, que pode conter altas concentrações de metais pesados, entre outras substâncias, e que, por apresentar substâncias com alta solubilidade podem escorrer e contaminar o solo, águas superficiais ou até mesmo os lençóis subterrâneos, interferindo em sua qualidade (CELERE *et al.*, 2007).

Os problemas ambientais no mundo não são novos. Andrade, Tachizawa de

Carvalho (2002) relatam que a industrialização provocou profundos impactos no meio ambiente, tanto físicos quanto econômicos e sociais. Nesse contexto, vale observar que os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas ao desenvolvimento sustentável, uma vez que devem ter direito a uma vida saudável, em harmonia com o meio ambiente (MARCHESAN; STEIGLEDER; CAPELLI, 2008). Desenvolvimento sustentável é o processo de atender às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações.

Nessa perspectiva, a proteção ambiental deve ser parte integrante do processo de tomada de decisão estratégica. O desenvolvimento sustentável vem, gradativamente, ganhando corpo e expressão política, o que são frutos da percepção de uma crise ambiental global (NASCIMENTO, 2012).

Os dispositivos eletroeletrônicos podem não representar riscos imediatos para os usuários durante sua utilização, mas ao se tornarem resíduos, podem acarretar sérios perigos ao meio ambiente e para a saúde humana. Eles contribuem para problemas ambientais em diversos aspectos e formas. Mencionado por Tanaue (2015), ocorre o descarte desordenado do lixo eletrônico no meio ambiente ou em aterros sanitários que não são preparados para receber este tipo de resíduo.

De acordo com Oliveira (2010), o contato direto com resíduos eletrônicos por parte dos seres humanos pode causar diversos males para a saúde. Quando as pessoas descartam esse tipo de material na lixeira de suas casas, eles são levados para os lixões a céu aberto ou para os aterros sanitários, contaminando, assim, os lençóis freáticos, mares e rios.

METODOLOGIA

A pesquisa científica é um método sistemático para explorar e expandir o conhecimento em uma área específica. Envolve perguntas, coleta e análise de dados, e confiança em princípios como imparcialidade e revisão por pares para garantir a confiabilidade dos resultados. Tradicionalmente, a ciência é definida como um processo contínuo de busca da verdade e identificação sistemática de erros e correções (VERGARA, 1997).

O estudo utilizou uma abordagem qualitativa e exploratória para entender profundamente o assunto em questão. Essa escolha foi feita para capturar diversas perspectivas sobre o tema. Uma metodologia qualitativa se concentra na análise social e na interpretação das características observadas, buscando compreender a complexidade das experiências humanas. Métodos como observação participante, entrevistas em profundidade e análise de conteúdo foram usados para capturar detalhes, significados e contextos sociais.

O estudo de caso é uma abordagem de pesquisa que se concentra em investigar profundamente um caso específico, como uma pessoa, grupo ou evento. Assim, podemos acreditar que o pesquisador estuda o tema selecionado em extrema profundidade, observando todos os fatores e o analisando-os em todos os aspectos (GIL, 2008).

Na abordagem de (Yin, 2001), o estudo de caso é usado para compreender processos sociais complicados, pode ser usado para analisar obstáculos em situações difíceis ou para avaliar modelos de sucesso. Existem aplicações para estudos de caso. Um caso único é útil para testar teorias estabelecidas em situações únicas, extremas ou situações reveladas.

Num estudo de múltiplos casos, (Yin, 2001) enfatiza a importância de seguir uma lógica de replicação em vez de uma abordagem de amostragem, que requer seleção estatística de um subconjunto específico de participantes.

[...] os Estudos de Caso, em geral, não devem ser utilizados para avaliar a incidência de fenômenos [...] um Estudo de Caso teria que tratar tanto do

fenômeno de interesse quanto de seu contexto, produzindo um grande número de variáveis potencialmente relevantes (YIN, 2001.p.71).

Num estudo de caso incorporado, a situação é demonstrada por meio de muitos segmentos ou elementos, tais como diferentes setores empresariais ou fases de um processo. Cada um desses elementos pode ser avaliado usando critérios diferentes.

Um estudo de caso holístico é utilizado quando não é possível identificar partes separadas de uma situação. É necessário definir os limites do estudo em qualquer método, mesmo que possam mudar ao longo do trabalho. A metodologia usada para o trabalho foi baseada em artigos científicos. Para o estudo de caso único foi elaborado um questionário para uma entrevista com uma empresa que trabalha no setor de conserto de equipamentos eletrônicos. Tal entrevista foi realizada com o chefe da empresa, que abordou a sequência de como são realizados os procedimentos para a separação desses eletrônicos.

ESTUDO DE CASO

O questionário, que se encontra no apêndice A, composto por perguntas abertas e semiestruturadas, aplicado em uma assistência técnica para eletroeletrônicos, foi respondido pelo proprietário.

Após a sua aplicação, foram obtidas informações sobre os procedimentos da empresa, que separa os materiais de forma simples, identificando componentes eletrônicos sem tratamento específico. Embora nenhum método exato tenha sido mencionado para reduzir o impacto ambiental dos resíduos eletrônicos, a abordagem direta, eficiente e a classificação de materiais, facilita o processo de descarte. Além disso, comprar notebooks defeituosos para maximizar a funcionalidade e reparar outros dispositivos demonstra um compromisso com a redução do desperdício e a promoção da reutilização de materiais eletrônicos, ou seja, reutilizar componentes de notebooks com problemas prolonga a vida útil dos dispositivos e economiza recursos, sendo uma opção mais acessível aos clientes que precisam de reparos. Essa prática não só beneficia os clientes, que evitam gastos extras com novos dispositivos, mas também promove uma gestão mais sustentável de resíduos eletrônicos, evitando o descarte precoce de equipamentos.

O avanço da tecnologia faz com que as pessoas queiram sempre ter o que há de mais novo e descartando o que já possuem. Isso acontece porque elas acreditam que os novos dispositivos oferecem melhor desempenho e mais recursos, então preferem trocá-los frequentemente. Essa busca constante por atualização impulsiona a produção e venda de eletrônicos e acarreta o aumento no descarte de aparelhos que são substituídos por modelos mais recentes.

Um dos aspectos importantes dos serviços prestados pela empresa de assistência técnica é garantir o bom funcionamento dos aparelhos. Por exemplo, os smartphones se tornaram essenciais para a comunicação e interação social, indicando uma dependência significativa de interação na vida cotidiana. Então os clientes desejam uma resolução imediata dos problemas em seus dispositivos para retomar suas atividades diárias sem interrupção.

Sem leis fortes, impostos altos, apoio à reciclagem e educação sobre o meio ambiente, mais pessoas podem descartar lixo eletrônico de forma errada. Elas podem pensar que jogar o eletrônico em qualquer lugar não prejudica o meio ambiente o que leva a práticas ruins e sem orientação e incentivos, além de o ambiente ficar mais poluído.

O estudo constatou que, embora a empresa tenha pouca influência sobre o destino final dos aparelhos descartados, há um claro compromisso com a redução da poluição e o gerenciamento do lixo eletrônico. A prática de separar cuidadosamente os itens eletrônicos recebidos para descarte demonstra um forte compromisso com a

sustentabilidade e ajuda a reduzir o impacto ambiental do descarte inadequado. A análise dos resultados mostra que a teoria, ao fornecer conhecimentos necessários sobre eletrônica e logística reversa, correlaciona-se diretamente com a prática, permitindo que as empresas implementem medidas eficazes para lidar com o lixo eletrônico de forma responsável.

Em resumo, o estudo fornece uma visão detalhada de como a teoria e a prática da logística reversa se conectam para fortalecer a gestão responsável de resíduos eletrônicos em uma empresa de assistência técnica. Ao integrar o conhecimento teórico dos princípios logísticos à implementação da prática, uma empresa pode adotar medidas sustentáveis e proativas para enfrentar os desafios relacionados com a eliminação de dispositivos. Esta integração não só melhora os processos internos de gestão de resíduos, como também promove uma cultura organizacional de responsabilidade ambiental e social.

CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi verificar a importância da separação seletiva de componentes eletrônicos residuais em uma empresa de eletrônicos e foi alcançado com uma revisão detalhada sobre logística reversa, gestão de resíduos eletrônicos e práticas de descarte adequado. Isso contribuiu para embasar e compreender o estado atual do conhecimento nessa área. Assim, a importância da logística reversa, neste contexto, foi avaliada por meio de uma entrevista com o gestor de assistência técnica e uma revisão da literatura e resultados de pesquisa.

Para construir uma logística reversa eficaz, é fundamental ter consciência dos efeitos dos resíduos eletrônicos no meio ambiente. Assim a triagem e a coleta selecionada são fundamentais para maximizar a recuperação de recursos. Além disso, as tecnologias disponíveis para tratamento e reciclagem devem ser conhecidas, sendo fundamental que várias partes interessadas trabalhem juntas, incluindo parcerias estratégicas, incentivos e políticas públicas que podem ajudar a promover a logística reversa e educar os consumidores sobre práticas sustentáveis.

Em resumo, lidar com resíduos eletrônicos, logística reversa e serviços de assistência técnica é complexo, mas fundamental para haver melhorias e um impacto positivo. Para isso é essencial que as empresas adotem práticas sustentáveis, colaborando com governos e consumidores. Com a constante evolução da tecnologia destaca-se a importância dos serviços de assistência técnica, especialmente ao reutilizar componentes para reduzir o impacto ambiental. Senso assim, priorizar eficiência, responsabilidade ambiental e inovação são cruciais para promover um ciclo mais sustentável na gestão dos resíduos.

A colaboração entre empresas, governos e consumidores é essencial para superar os desafios existentes, como burocracia e falta de incentivos adequados. Ao estabelecer parcerias estratégicas e investir em educação ambiental, é possível criar um ambiente propício para a implementação de práticas mais sustentáveis em toda a cadeia de valor dos produtos eletrônicos.

Para futuros trabalhos, sugere-se um estudo de caso múltiplo com várias empresas do mesmo segmento que levaria diferentes abordagens para logística reversa e gerenciamento de resíduos eletrônicos em vários setores. Dessa forma cada caso forneceria uma perspectiva única sobre logística reversa e gestão dos resíduos em vários ambientes organizacionais. Ainda uma análise comparativa destas empresas pode identificar melhores práticas, desafios comuns e oportunidades de melhoria na gestão destes resíduos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANDRADE, R. O. B., TACHIZAWA, T. C., Ana Barretos. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. 2ª edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BOWERSOX, D J. *et al.*, *Logistical Management: A systems Integration of Physical Distribution, Manufacturing Support and Material Procurement-* New York: Macmillan 1986. Acesso em 09 abr. 2024.
- CARDOSO, E. *et al.* Desafios da Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil. *Revista Ineana*, v. 7, n. 1, p. 7–19, 1 dez. 2019, Rio de Janeiro-R, Dez. 2019. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Revista-Ineana-v.7n.1_web.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- CARVALHO, C. M. B. & XAVIER. L. H.. *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014.
- CELERE, Marina S. *et al.* “**Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública**”. *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 23, nº 4, Rio de Janeiro, Abril, 2007.
- DORNIER, Philippe-Pierre *et al.* *Logística e Operações Globais– Texto e Casos*. São Paulo: Atlas, 2000.
- FLEISCHMANN, Moritz. **Quantitative Models for Reverse Logistics**, Springer Verlag, Berlin, 2001, p. 11-15.
- FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.
- FORTI, V. O crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais. *Panorama Setorial da Internet*, n. 4, ano XI, dez. 2019. Disponível em: <<https://www.cetic.br/pt/publicacao/ano-xi-n-2-lixo-eletronico/>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: ed. Atlas, 2008.
- LAMBERT, D. M; STOCK, JR; VANTINE, EJ.G. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo: Vantine Consultoria. 1998.
- LAVEZ, N.; SOUZA, V. M.; LEITE, P. R. “**O papel da logística reversa no reaproveitamento do lixo eletrônico – um estudo no setor de computadores**”. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 15-32, jan./abr. 2011.
- LACERDA, L. *Logística reversa, uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais*. Rio de Janeiro: Centro de Estudos em Logística, COPPEAD, UFRJ, 2002.
- LEITE, P.R. “**Logística reversa – meio ambiente e competitividade**”. (Reverse logistics – environmentand competitiveness). São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
- LIMA, F. O. A *et al.* *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental*, v. 6, n. 2, p. 109-126, jan.jun/2015, São Paulo-SP, 2015. Disponível em: <<https://www.lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/256/140>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- MARCHESAN, A. M. M.; STEIGLEDER, A. M.; CAPELLI, S. **Direito ambiental**. 5ª edição. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2008.
- MIGUEZ, E. C. **Logística reversa como solução para o problema do REEE: benefícios ambientais e financeiros**. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2012.
- MOREIRA, D. **Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana**. São Paulo. 2007. Disponível em: Acesso em: 29 mar. 2024.

- NASCIMENTO, E. P. **Trajétória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** Estudos Avançados. vol. 26, n. 74, p. 51 - 64. São Paulo, 2012.
- NOVAES, Antônio G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.
- OLIVEIRA, D. S. **Sustentabilidade na cadeia de rejeitos: estudo de verificação da cadeia de rejeitos no mercado de telefonia móvel do Brasil.** 2010. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração e Negócios, Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, Curitiba, 2010.
- PAULUS, A.; LUZ, V. L. A geração massiva de lixo eletrônico e a efetividade da política de logística reversa no Brasil. Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste, v. 5, p. 1-16, 2020.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LENBKE, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Practice.** In: Reverse Logistics Executive Council, 1999.
- ROSA, A. Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais. 2007. Recuperado em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php>, de 10. mar. 2024.
- ROY, J. J. *et al.*; Green recycling methods to treat lithium-ion batteries E-waste: a circular approach to sustainability. *Advanced Materials*, 2022.
- SANTOS, F. H., & SOUZA, C. E. Resíduos de origem eletrônica. *serie tecnologia ambiental*. 2010.
- SEIFFERT, M.E. Bernardini. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: Implantação Objetiva e econômica.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- SELPIS, A. N., CASTILHO, R. O., & Araujo, J. A. B. **Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos.** Tekhne e Logos, 2012.
- TANAUE, A. C., Bezerra, D. M., Cavalheiro, L., & Pisano, L. C. Lixo Eletrônico: Agravos a Saúde e ao Meio Ambiente. *Ensaio Cienc., Cienc. Biol. Agrar. Saúde*, 19(3), pp. 130-134. 2015.
- VAZ, Educação Ambiental e Logística Reversa. 2012. Disponível em <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VII-022.pdf>. Acesso em 09 abr. 2024.
- VERGARA S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 1997
- VERTOWN (org.). Lixo eletrônico e logística reversa: qual a relação entre eles. 2024. Disponível em: <HTTPS://www.vertown.com/blog/lixo-eletronico-e-logistica-reversa-qual-a-relacao-entre-eles>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. *RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental*, v.3, n.3, p. 120-136, 2009.
- XAVIER, L. H. *et al.* Sistema de Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Porto Alegre-RS. 2013. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/572>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- XAVIER, L.H.; E CARVALHO, T.C. Introdução à gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In T. C. M. de B. Carvalho e L. H. Xavier (Eds.). Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. Disponível em:<https://issuu.com/claudiaadrianakohl/docs/gest_o_de_res_duos_eletr_eletr_n>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso, planejamento e métodos.** 2.ed. São Paulo: Bookman, 2001.

APÊNDICE

1. Os materiais reciclados precisam de algum tratamento especial de separação, fragmentação e limpeza? Em caso positivo, explique o que é feito de especial em cada fase?
2. Levando em consideração que eletrônicos podem conter substâncias tóxicas, materiais perigosos, e substâncias nocivas ao meio ambiente, no processo interno de descarte de lixo eletrônico, há alguma preocupação ou procedimento que busque amenizar o possível impacto ambiental? Em caso positivo, o que é feito? Em sua opinião, qual a importância destas práticas?
3. Em sua opinião, como a coleta, triagem, desmontagem, reciclagem, descarte seguro, retorno de produtos defeituosos e obsoletos para o fabricante, podem influenciar práticas mais sustentáveis?
4. Em sua opinião, de que forma a falta de legislação, tributação rigorosa, incentivos fiscais para logística reversa e o nível de treinamento e educação ambiental prejudicam o descarte adequado de resíduos eletrônicos?
5. Como você enxerga o impacto da revolução tecnológica no aumento da produção e venda de dispositivos eletrônicos, e como isso influencia o comportamento dos consumidores em relação à substituição frequente desses dispositivos?
6. O que são componentes passivos, ativos e eletromecânicos? E qual a importância para logística reversa saber essa diferença?
7. Em sua opinião, como as características específicas dos dispositivos eletroeletrônicos, como sua capacidade de processamento e interação com os usuários, afetam as necessidades dos dispositivos?
8. Em sua opinião como o aumento significativo dos dispositivos eletrônicos, e a sua frente substituição, influencia o descarte de lixo eletrônico?
9. Em sua opinião, qual a importância do encaminhamento adequado do lixo eletrônico reciclável, para destinos ambientalmente responsáveis. Na empresa existem práticas que auxiliem este objetivo? Em caso positivo, quais seriam?
10. A empresa se utiliza de alguma tecnologia apropriada para o descarte de lixo eletrônico? Em caso positivo, qual seria e como a utilização desta tecnologia pode reduzir impactos ambientais?
11. Em sua opinião, como o processo de separação, manuseio e descarte adequado do lixo eletrônico, pode auxiliar na fabricação de insumos para novos produtos?