



**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DEPUTADO ARY DE CAMARGO PEDROSO
TÉCNICO EM LOGÍSTICA**

Camila Fernanda de Souza

Daliane Venâncio

Giovana Ponce

Igor dos Anjos

Kailane de Luca

Loraine Rasmusen

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Piracicaba

2024

Camila Fernanda de Souza

Daliane Venâncio

Giovana Ponce

Igor dos Anjos

Kailane de Luca

Loraine Rasmusen

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Trabalho de Conclusão de Curso da Etec Deputado Ary de Camargo Pedroso, pelo Profa. Gerson S. Machado apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Logística.

Dedicatória

Não há exemplo maior de dedicação do que o da nossa família. À minha querida família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso.

Agradecimento

Agradecemos sinceramente ao nosso Professor-orientador Gerson S. Machado pela orientação valiosa, apoio incansável e insights que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

“Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”

Antoine-Laurent de Lavoisier

RESUMO

O presente trabalho investigou a logística reversa de resíduos eletrônicos, o estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa, utilizando análise estatística para avaliar o conhecimento populacional sobre os resíduos eletrônicos. Abrangendo a importância da Logística Reversa na gestão de resíduos eletrônicos, o Desenvolvimento Sustentável, os desafios dos resíduos sólidos e a legislação pertinente, com destaque para a PNRS Lei 12.305/2010 no Brasil. Ressaltando a necessidade de uma abordagem integrada e responsável na gestão de resíduos eletrônicos, destaca a importância da Logística Reversa e do Desenvolvimento Sustentável nesse contexto, o estudo fornece uma análise abrangente da questão dos resíduos eletrônicos, delineando desafios e oportunidades para promover uma gestão mais sustentável desses materiais.

Palavras-chave: Logística reversa. Resíduos eletrônicos. Sustentabilidade. Eficiência operacional. Impacto ambiental.

ABSTRACT

The present study investigated the reverse logistics of electronic waste, adopting a quali-quantitative approach and utilizing statistical analysis to assess the population's knowledge about electronic waste. Encompassing the importance of Reverse Logistics in the management of electronic waste, Sustainable Development, challenges of solid waste, and relevant legislation, with emphasis on the PNRS Law 12.305/2010 in Brazil. Highlighting the need for an integrated and responsible approach in the management of electronic waste, emphasizing the importance of Reverse Logistics and Sustainable Development in this context, the study provides a comprehensive analysis of the electronic waste issue, outlining challenges and opportunities to promote more sustainable management of these materials.

Keywords: Reverse logistics. Electronic waste. Sustainability. Operational efficiency. Environmental impact.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Maiores geradores de e-lixo	12
Figura 2: Símbolo da Logística Reversa.	16
Figura 3: Ciclo da Logística Reversa.	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. Justificativa	6
1.1. Objetivo Geral	7
1.2.1 Como está a atual situação e como ela é importante	7
1.2.2 Dados do crescimento acelerado em grande escala do lixo eletrônico e danos causados ao meio ambiente com esse descarte incorreto.	8
1.2.3 Propor alternativas para a coleta e destinação do lixo eletrônicos	10
2. METODOLOGIA	11
2.1 Referencial Teórico	11
3. DESENVOLVIMENTO	13
3.1 Características da Logística em geral	14
3.1.1 Evolução da Logística	15
3.2 A importância da Logística Reversa	16
3.2.1 O Desenvolvimento Sustentável	17
3.3 Resíduos Sólidos	18
3.3.1 Destinação da coleta urbana	19
3.4 Legislação pertinente a Logística Reversa	20
3.4.1 PNRS Lei 12.305 de 2010	21
3.5 Pesquisa Quali-quantitativa	22
3.5.1 Perguntas	22
3.5.2 Resultado	23
CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26
ANEXO A - PESQUISA SOBRE RESÍDUOS ELETRÔNICOS.	26

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o avanço exponencial das tecnologias, exemplificado pelo uso difundido de aparelhos celulares, trouxe consigo um desafio crescente: o descarte responsável de baterias e carcaças desses dispositivos. Em meio a esse contexto, torna-se imprescindível a adoção de medidas que visem à preservação do meio ambiente e à proteção da saúde pública. É nesse cenário que esta pesquisa se insere, com o objetivo principal de investigar as práticas de descarte adotadas na cidade de Piracicaba - SP, com foco nas lojas de venda de celulares e empresas que atuam na área.

Os objetivos específicos desta pesquisa abrangem desde a apresentação de formas corretas de descarte de lixo eletrônico, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos conforme a legislação vigente, até a orientação dos estabelecimentos comerciais e de assistência técnica, por meio do diálogo e da distribuição de material informativo, com relação à Lei 12.305/2010. Além disso, busca-se identificar indivíduos ou organizações que ofereçam soluções para o descarte adequado ou a reciclagem de baterias e carcaças de celulares no âmbito municipal.

A problemática central da pesquisa reside na indagação sobre como é realizado o descarte do lixo eletrônico, especialmente dos celulares e suas baterias, na cidade de Piracicaba. Justifica-se, portanto, a necessidade de conhecimento da legislação por parte das empresas envolvidas no comércio e assistência técnica de celulares, bem como a compreensão do destino dado pelo comércio local às baterias e carcaças de aparelhos sem utilidade.

Este estudo adota uma abordagem descritiva, com método dedutivo e enfoque qualitativo. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários aplicados em estabelecimentos, distribuídos igualmente entre lojas de venda de celulares e de assistência técnica e empresas. O tratamento das informações coletadas foi conduzido mediante a elaboração de gráficos, a partir das respostas compiladas para análise, obtidas diretamente dos responsáveis pelos estabelecimentos.

1.1. Justificativa

A justificativa para a abordagem do tema logística reversa de resíduos eletrônicos é fundamentada em diversas questões de ordem ambiental, social e econômica que demandam atenção urgente. Em primeiro lugar, os resíduos eletrônicos, como celulares, computadores e outros dispositivos, representam uma fonte significativa de poluição ambiental devido à presença de substâncias tóxicas, como mercúrio, chumbo e cádmio, que podem contaminar solos e recursos hídricos se não forem descartados adequadamente.

Além disso, a falta de gestão adequada dos resíduos eletrônicos contribui para o desperdício de recursos preciosos, como metais raros e materiais recicláveis, que poderiam ser reutilizados na fabricação de novos produtos, reduzindo assim a necessidade de exploração de recursos naturais e os impactos associados a essa atividade.

Do ponto de vista social, a implementação de sistemas eficazes de logística reversa de resíduos eletrônicos pode gerar oportunidades de emprego na coleta, triagem, reciclagem e acondicionamento desses materiais, contribuindo para o desenvolvimento econômico local e a inclusão social de comunidades marginalizadas.

Por fim, é importante destacar que a logística reversa de resíduos eletrônicos está alinhada com as legislações ambientais e as políticas de responsabilidade corporativa, as quais incentivam as empresas a assumirem a responsabilidade pelo ciclo de vida completo de seus produtos, desde a fabricação até o descarte final, promovendo assim a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras. Diante desses aspectos, torna-se evidente a relevância e a urgência de se abordar o tema da logística reversa de resíduos eletrônicos como uma medida essencial para mitigar os impactos negativos desse tipo de resíduo e promover um modelo de desenvolvimento mais sustentável e responsável.

1.1. Objetivo Geral

Apontar a importância da Logística Reversa, é uma prioridade para esse tipo de material, que vem se tornando muito alto devido ao avanço tecnológico, onde estão sempre com novidades e melhorias.

A logística reversa é uma abordagem essencial para garantir a destinação correta de resíduos e produtos após seu consumo ou venda. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), essa responsabilidade se estende a todas as pessoas físicas e jurídicas, incluindo produtores e comerciantes. Essa estratégia consiste em uma série de ações e procedimentos com o objetivo de facilitar a coleta segura de resíduos sólidos, visando seu reaproveitamento ou destinação apropriada.

Essa responsabilidade compartilhada entre sociedade, indústrias e comerciantes visa reduzir a quantidade de lixo no meio ambiente, promovendo uma relação mais sustentável entre empresas e consumidores. Exemplos de logística reversa incluem pontos de coleta em supermercados e lojas eletrônicas para materiais e produtos usados, bem como locais específicos para o descarte de pilhas e baterias.

É importante destacar que a logística reversa não se limita apenas às grandes empresas. Empresas de todos os tamanhos, incluindo médias e pequenas, devem se preocupar com a coleta, tratamento e descarte adequado de seus resíduos. Além de evitar a contaminação do meio ambiente, a adoção da logística reversa promove práticas sustentáveis empresariais e cria oportunidades para todos os segmentos. Ao adotar essa abordagem, as empresas não apenas cumprem sua responsabilidade ambiental, mas também podem se beneficiar economicamente e contribuir para a construção de uma economia mais circular e sustentável.

1.2.1 Como está a atual situação e como ela é importante

De acordo com o estudo Global E-Waste Monitor, realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina e o 7º maior do mundo. Anualmente, o país produz 1,5 mil toneladas de lixo eletrônico, mas apenas 3% de todo esse montante tem um descarte adequado.

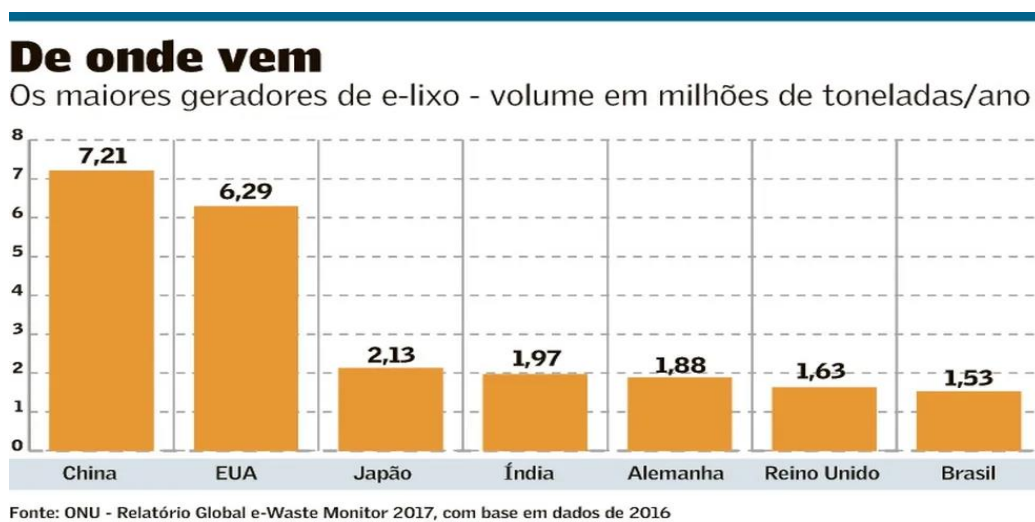
Confira os dados:

- Anualmente, mais de 40 milhões de toneladas de lixo eletrônico são geradas no mundo inteiro;
- Por ano, o Brasil descarta 97 mil toneladas de computadores, 2,2 mil toneladas de celulares e 17,2 mil toneladas de impressoras;
- Quase todo lixo eletrônico do Brasil é descartado de maneira errada;
- Cada um de nós produz, em média, 8,3 quilogramas de e-lixo por ano. Porém, apenas 3% segue para centros de reciclagem.

A gestão adequada de resíduos eletrônicos é fundamental para evitar impactos ambientais negativos. Apesar da legislação existente, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, ainda existem desafios na implementação eficaz da logística reversa. Empresas especializadas, como a Ecoassist, desempenham um papel importante na coleta e reciclagem responsável de lixo eletrônico. É crucial promover uma cultura de descarte sustentável e conscientização sobre a importância do descarte responsável de produtos eletrônicos para proteger o meio ambiente.

1.2.2 Dados do crescimento acelerado em grande escala do lixo eletrônico e danos causados ao meio ambiente com esse descarte incorreto.

Figura 1: Maiores geradores de e-lixo



O Brasil enfrenta uma encruzilhada crucial quando se trata da gestão de resíduos eletrônicos. Enquanto a tecnologia avança e a sociedade se torna cada vez mais dependente de dispositivos eletrônicos, como smartphones, laptops e tablets, o

descarte responsável desses produtos ainda é uma área de grande preocupação. Globalmente, a situação não é diferente, com o mundo produzindo cerca de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico anualmente. Apesar da conscientização crescente sobre os riscos associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos na implementação eficaz de programas de reciclagem, principalmente devido a questões culturais.

Muitos consumidores brasileiros ainda não aderiram plenamente aos programas de logística reversa, optando por destinos alternativos para seus produtos eletrônicos descartados. Dessa forma, a doação para conhecidos ou a venda em sites de produtos usados tornam-se opções mais comuns do que a participação ativa em programas de reciclagem.

No entanto, apesar desses desafios, também existem oportunidades para avançar na gestão sustentável de resíduos eletrônicos no Brasil. Empresas especializadas, estão surgindo para preencher essa lacuna, oferecendo serviços de coleta e reciclagem responsável de resíduos eletrônicos. Essas empresas desempenham um papel fundamental na educação do público sobre a importância do descarte adequado e na facilitação do processo de reciclagem.

Além disso, a conscientização pública sobre os impactos ambientais e de saúde associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos está aumentando, o que pode impulsionar uma mudança cultural em direção a práticas mais sustentáveis.

Em suma, a gestão de resíduos eletrônicos no Brasil enfrenta desafios significativos, mas também apresenta oportunidades para melhorias. Com um maior envolvimento do público, apoio governamental e o crescimento de empresas especializadas, é possível avançar em direção a um futuro onde o descarte responsável de resíduos eletrônicos seja a norma, não a exceção.

1.2.3 Propor alternativas para a coleta e destinação do lixo eletrônicos

Diante do desafio crescente do descarte inadequado de resíduos eletrônicos, é crucial explorar alternativas eficazes para a coleta e destinação responsável desses materiais. Aqui estão algumas propostas:

Expansão da Logística Reversa: Ampliar e aprimorar os programas de logística reversa, onde os fabricantes são responsáveis por receber de volta os produtos eletrônicos descartados. Isso pode incluir parcerias com varejistas para facilitar a

devolução de dispositivos antigos no momento da compra de novos, além de pontos de coleta em locais estratégicos, como lojas e centros comunitários.

Campanhas de Conscientização: Desenvolver e implementar campanhas educativas e de conscientização pública sobre a importância do descarte responsável de resíduos eletrônicos. Essas campanhas podem destacar os riscos ambientais associados ao descarte inadequado e fornecer informações sobre opções de reciclagem e pontos de coleta disponíveis.

Incentivos Financeiros: Oferecer incentivos financeiros, como descontos na compra de novos produtos eletrônicos ou créditos de reciclagem, para aqueles que devolvem seus dispositivos antigos para reciclagem. Esses incentivos podem ajudar a aumentar a adesão aos programas de reciclagem e reduzir o descarte indevido.

Parcerias Público-Privadas: Estabelecer parcerias entre o setor público, o setor privado e organizações da sociedade civil para criar sistemas integrados de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos. Isso pode envolver a colaboração com empresas de reciclagem e fabricantes de eletrônicos para garantir uma cadeia de suprimentos sustentável e eficiente.

Eventos de Coleta Especiais: Organizar eventos de coleta de resíduos eletrônicos em comunidades locais, onde os moradores podem descartar seus dispositivos antigos de forma conveniente e segura. Esses eventos podem ser realizados em parceria com governos locais, empresas e organizações sem fins lucrativos.

Centros de Reciclagem Especializados: Estabelecer centros de reciclagem especializados em resíduos eletrônicos, equipados com tecnologia adequada para desmontar e processar os dispositivos de forma segura e eficiente. Esses centros podem ser financiados por governos locais, empresas ou investidores privados.

Ao implementar essas alternativas de forma integrada e colaborativa, podemos avançar na gestão sustentável de resíduos eletrônicos, reduzindo o impacto ambiental e promovendo uma economia circular mais eficiente.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a pesquisa descritiva que é aquela em que se observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los.

Quanto ao meio a pesquisa foi a bibliográfica e de campo onde se obteve toda a fundamentação teórica a partir de livros, teses, dissertações, jornais, redes eletrônicas de acesso ao público em geral para que se pudesse obter o levantamento do estado da arte do tema e também para fundamentação teórica ou ainda para justificar os limites e contribuições da própria pesquisa e após foi feito uma pesquisa para coleta de dados em campo.

2.1 Referencial Teórico

Nosso trabalho visa a logística reversa o sistema que possibilita o descarte, transporte, manejo e reciclagem de bens de consumo, para que sejam convertidos novamente em matéria-prima para a indústria. Trata-se da união dos esforços de quem fabrica, distribui, comercializa, usa e recicla, em nome da destinação ambientalmente adequada de resíduos, já que o descarte destes materiais na natureza ou em aterros sanitários impossibilita a exploração de seu potencial econômico, além de ser prejudicial ao ambiente.

O processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado para coleta e tratamento de lixo". Tibben-Lembke (2009)

A logística reversa do lixo eletrônico é crucial, pelo grande avanço da indústria eletrônica que possibilitou o acesso cada vez mais rápido às novas tecnologias, somando ao consumo exagerado e não consciente da população. Obtendo um acúmulo e descarte em locais errados, onde é prejudicial tanto a nós quanto a natureza que é a que mais sofre com o crescimento desses resíduos.

O aumento do número de produtos com vida útil menor, a intensificação no uso do comércio eletrônico, leis cada vez mais exigentes de responsabilidade sobre descarte dos produtos e uma crescente consciência ambiental têm gerado um elevado número de retornos, fazendo crescer a importância da Logística Reversa para as empresas e para a sociedade, de forma geral." (Fonte: literatura acadêmica sobre logística reversa e gestão de resíduos)

O resultado deste consumo é o aumento do lixo. Ainda hoje muitas vezes o lixo é tratado com a mesma indiferença da época das cavernas, quando o lixo não era verdadeiramente um problema, seja pela menor quantidade gerada, ou seja, pela maior facilidade da natureza em reciclá-lo.

Entretanto, atualmente, a quantidade de lixo gerada no mundo tem sido grande, e seu mau gerenciamento, além de provocar gastos financeiros significativos, pode provocar graves danos ao meio ambiente e comprometer a saúde e o bem-estar da população.

Figura 2: Símbolo da Logística Reversa.



Fonte: freepik, 2024.

3. DESENVOLVIMENTO

Nos últimos anos, o aumento do consumo e a rápida obsolescência de produtos eletrônicos têm gerado uma preocupação crescente em relação aos resíduos sólidos, em especial os resíduos eletrônicos. Nesse contexto, a logística reversa surge como uma ferramenta essencial para lidar com esse desafio, promovendo a coleta, o transporte e o destino adequado desses materiais, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica.

Nesta introdução, serão abordados temas que contextualizam a importância da logística reversa de resíduos eletrônicos, começando pelas características da logística em geral e sua evolução ao longo do tempo. Em seguida, será discutida a importância da logística reversa, destacando sua relevância para o desenvolvimento sustentável e a gestão responsável dos resíduos sólidos, especialmente os resíduos eletrônicos.

Além disso, serão explorados aspectos relacionados à destinação da coleta urbana de resíduos sólidos, a legislação pertinente à logística reversa, com ênfase na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305 de 2010, e os métodos de pesquisa utilizados neste estudo, incluindo pesquisa quali-quantitativa, pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa. Esses tópicos fornecerão uma base sólida para a compreensão do tema e a realização da pesquisa proposta.

3.1 Características da Logística em geral

A logística abrange o planejamento, a implementação e o controle eficiente do fluxo de produtos, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

Suas principais características incluem a integração de processos, envolvendo a coordenação e integração de diversos processos, desde a produção e armazenagem até a distribuição e entrega final dos produtos aos consumidores, visando garantir uma cadeia de suprimentos eficiente e fluída.

O gerenciamento de estoques é uma função essencial da logística, buscando equilibrar a oferta e a demanda, minimizando custos de armazenagem e garantindo disponibilidade de produtos quando necessário. Responsável também pela escolha dos modais de transporte mais adequados para cada tipo de carga, bem como pela roteirização e otimização das entregas, visando reduzir custos e prazos de entrega.

A evolução tecnológica desempenha um papel crucial na logística, permitindo o uso de sistemas de informação, rastreamento de cargas, automação de processos e outras soluções inovadoras para melhorar a eficiência operacional. A colaboração com fornecedores, parceiros logísticos e clientes é fundamental para o sucesso da logística, envolvendo negociação de contratos, compartilhamento de informações e alinhamento de objetivos.

A logística é flexível e adaptável para lidar com mudanças na demanda, condições climáticas adversas, problemas de transporte e outras variáveis que podem impactar o fluxo de produtos. Por fim, a logística tem como principal objetivo atender às necessidades do cliente de forma eficiente, garantindo a entrega de produtos no prazo certo, na quantidade desejada e nas condições adequadas. Essas características são essenciais para entender o papel da logística reversa na gestão dos resíduos eletrônicos, pois fornecem a base para o desenvolvimento de estratégias e práticas eficazes de coleta, transporte e reciclagem desses materiais.

3.1.1 Evolução da Logística

A evolução da logística ao longo do tempo reflete as transformações econômicas, tecnológicas e sociais que moldaram as práticas e os conceitos dessa área. Desde os primórdios da civilização até os sistemas modernos de gestão de cadeia de suprimentos, a logística passou por diversas fases e adaptações.

Nas antigas civilizações, como os egípcios e os romanos, a logística era associada principalmente à movimentação de tropas e suprimentos militares durante conflitos. O sucesso nas campanhas militares dependia da capacidade de fornecer alimentos, armas e outros recursos essenciais às tropas.

Com a Revolução Industrial, a logística adquiriu uma importância crescente na gestão das operações fabris e na distribuição de produtos. O surgimento do transporte ferroviário e marítimo, juntamente com o desenvolvimento de sistemas de armazenagem e manuseio de materiais, permitiu a expansão do comércio e a criação de cadeias de suprimentos mais complexas.

No século XX, com o avanço da tecnologia da informação e a globalização da economia, a logística passou por uma revolução, tornando-se mais orientada para o cliente e baseada em sistemas computacionais avançados. A ênfase na eficiência operacional, na redução de custos e na entrega rápida de produtos impulsionou o desenvolvimento de novas técnicas e práticas logísticas.

Na era digital, a logística continua a evoluir, impulsionada pela automação, pela inteligência artificial e pela análise de dados. A logística digital permite uma maior visibilidade e controle sobre o fluxo de produtos e informações, possibilitando a otimização de rotas, a previsão de demanda e a personalização do serviço ao cliente. Mais recentemente, a logística começou a incorporar preocupações ambientais e sociais em suas práticas, buscando reduzir o impacto negativo das operações logísticas no meio ambiente e na comunidade.

A logística reversa de resíduos eletrônicos surge como uma abordagem fundamental para promover a reciclagem, a reutilização e a redução dos resíduos gerados pelas atividades econômicas. A compreensão da evolução da logística é essencial para contextualizar o papel da logística reversa na gestão dos resíduos eletrônicos, pois fornece insights sobre as tendências e as práticas que moldaram o campo da logística ao longo do tempo e que continuam a influenciar sua evolução atual.

3.2 A importância da Logística Reversa

A importância da Logística Reversa na gestão dos resíduos eletrônicos é significativa e multifacetada. Essa abordagem desempenha um papel crucial para enfrentar os desafios ambientais e socioeconômicos decorrentes do descarte inadequado desses materiais.

Permite a coleta seletiva e o encaminhamento adequado dos resíduos eletrônicos para reciclagem, reutilização ou disposição final apropriada, contribuindo diretamente para a redução da poluição e a conservação de recursos naturais. Integrando os resíduos eletrônicos de volta à cadeia de suprimentos como matéria-prima, promovendo o conceito de economia circular e gerando benefícios econômicos e ambientais a longo prazo.

Assegura a conformidade com a legislação ambiental, demonstrando o compromisso da empresa com a responsabilidade social e ambiental e evitando possíveis sanções. Além de melhorar a imagem corporativa, fortalecendo a reputação da empresa, aumentando a lealdade dos clientes e atraindo investidores preocupados com questões ambientais e sociais.

Possibilita a recuperação de materiais valiosos dos resíduos eletrônicos, como metais preciosos e componentes reutilizáveis, reduzindo os custos de produção e minimizando a necessidade de extrair recursos naturais.

A Logística Reversa é fundamental para promover a gestão sustentável dos resíduos eletrônicos, favorecendo a conservação ambiental, a eficiência econômica e o desenvolvimento social ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

3.2.1 O Desenvolvimento Sustentável

O Desenvolvimento Sustentável é um conceito central na gestão dos resíduos eletrônicos por meio da Logística Reversa. Ele visa equilibrar o crescimento econômico, a proteção ambiental e o bem-estar social, garantindo que as necessidades atuais sejam atendidas sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprir as suas próprias necessidades.

Implicando na implementação de práticas que reduzam o impacto ambiental, promovam a equidade social, fomentem a inovação tecnológica, estabeleçam parcerias colaborativas e eduquem e conscientizem a população sobre a importância dessas ações.

O desenvolvimento sustentável é um princípio orientador essencial para garantir que a gestão dos resíduos eletrônicos seja realizada de forma eficiente e responsável, preservando os recursos naturais e promovendo o bem-estar das comunidades atuais e futuras.

3.3 Resíduos Sólidos

Figura 3 – Ciclo da Logística Reversa



Fonte: Sinir, 2024

Os resíduos sólidos representam um desafio considerável na sociedade contemporânea, especialmente quando se trata da Logística Reversa de resíduos eletrônicos. De acordo com o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), os resíduos sólidos eletrônicos são uma fonte significativa de poluição e impactos ambientais adversos (PNUMA, 2015).

Estes resíduos consistem em materiais descartados originados de atividades humanas, abrangendo desde embalagens até dispositivos eletrônicos obsoletos. No contexto específico dos resíduos eletrônicos, é comum encontrar componentes contendo substâncias perigosas, como metais pesados e produtos químicos tóxicos, exigindo uma abordagem cuidadosa para sua coleta e tratamento.

A gestão apropriada dos resíduos sólidos é crucial para mitigar seus impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública. A Logística Reversa desempenha um papel fundamental nesse processo ao facilitar a coleta seletiva, transporte e destinação final adequada desses materiais. Conforme observado por Rogers e Tibben-Lembke (2001), a Logística Reversa é essencial para garantir a eficácia na gestão dos resíduos sólidos, especialmente no caso dos resíduos eletrônicos.

Além disso, possibilita a reciclagem e reutilização dos resíduos eletrônicos, contribuindo para a redução da demanda por matérias-primas virgens e a conservação de recursos naturais. Quando a reciclagem não é viável, a disposição final adequada em locais apropriados, como aterros sanitários ou instalações de tratamento de resíduos perigosos, é fundamental para evitar a contaminação do solo e da água.

A gestão eficaz dos resíduos sólidos no âmbito da Logística Reversa de resíduos eletrônicos é essencial para promover a sustentabilidade ambiental e social na cadeia de suprimentos. Essa abordagem contribui para a redução do desperdício, a conservação de recursos e a proteção da saúde pública, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável.

3.3.1 Destinação da coleta urbana

A destinação da coleta urbana é um aspecto crítico, pois envolve o encaminhamento adequado dos materiais coletados das áreas urbanas para os locais de tratamento, reciclagem ou disposição final. Este processo desempenha um papel fundamental na gestão eficaz dos resíduos eletrônicos e na minimização de seus impactos ambientais e sociais.

A coleta urbana de resíduos eletrônicos geralmente é realizada por sistemas municipais de coleta de lixo, que podem variar de acordo com a região e o país. No entanto, a destinação adequada desses materiais requer uma abordagem específica devido à sua natureza complexa e potencialmente perigosa.

A destinação inadequada de resíduos eletrônicos pode resultar em sérios impactos ambientais e de saúde pública, destacando a importância de sistemas eficazes de gestão e Logística Reversa. (Jha et al. 2012)

Os resíduos eletrônicos coletados nas áreas urbanas podem ser encaminhados para diferentes destinos, dependendo das condições locais e das capacidades de processamento disponíveis. Isso pode incluir instalações de reciclagem especializadas, onde os materiais são desmontados e separados em componentes para reciclagem, bem como unidades de tratamento de resíduos perigosos, onde substâncias tóxicas são neutralizadas ou eliminadas de forma segura.

Em alguns casos, os resíduos eletrônicos podem ser enviados para exportação para países onde há capacidades de reciclagem mais avançadas. No entanto, isso levanta preocupações sobre o transporte de resíduos perigosos e a gestão

responsável dos materiais ao longo de toda a cadeia de suprimentos, conforme destacado por Wang et al. (2013).

A destinação da coleta urbana de resíduos eletrônicos garante que esses materiais sejam tratados de forma adequada e responsável, minimizando seu impacto ambiental e protegendo a saúde pública.

3.4 Legislação pertinente a Logística Reversa

A legislação pertinente à Logística Reversa de resíduos eletrônicos desempenha um papel crucial na definição das diretrizes e responsabilidades para a gestão adequada desses materiais. Em muitos países, existem leis e regulamentos específicos que abordam a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos eletrônicos, visando proteger o meio ambiente e a saúde pública.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, estabelece diretrizes e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo os resíduos eletrônicos. Essa legislação estabelece a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e consumidores na destinação final dos produtos e embalagens, incentivando a implementação de sistemas de Logística Reversa para esses materiais.

Além da PNRS, existem outras legislações específicas relacionadas à Logística Reversa de resíduos eletrônicos em níveis estaduais e municipais, que podem complementar as diretrizes estabelecidas pela legislação federal. Por exemplo, alguns estados brasileiros têm suas próprias leis e regulamentos que estabelecem metas e requisitos específicos para a gestão dos resíduos eletrônicos.

Internacionalmente, diversos países têm adotado medidas legislativas para regulamentar a gestão dos resíduos eletrônicos e promover a implementação de sistemas de Logística Reversa. Por exemplo, a Diretiva de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (WEEE) da União Europeia estabelece metas de coleta e reciclagem para os resíduos eletrônicos e exige que os fabricantes assumam a responsabilidade pela destinação final adequada de seus produtos.

A legislação pertinente à Logística Reversa de resíduos eletrônicos desempenha um papel fundamental na criação de um ambiente regulatório que incentive a implementação de práticas sustentáveis e responsáveis na gestão desses materiais, contribuindo para a proteção do meio ambiente e a promoção da economia circular.

3.4.1 PNRS Lei 12.305 de 2010

A Lei 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um marco regulatório fundamental para a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, incluindo os resíduos eletrônicos. Essa legislação estabelece diretrizes e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, promovendo a prevenção, a redução, a reutilização e a reciclagem como princípios fundamentais.

No contexto da Logística Reversa de resíduos eletrônicos, a PNRS atribui responsabilidades específicas aos fabricantes, importadores, distribuidores e consumidores na destinação final adequada desses materiais. Segundo a lei, os fabricantes e importadores de produtos eletrônicos são obrigados a estruturar e implementar sistemas de Logística Reversa para os produtos eletroeletrônicos após o término de sua vida útil, de forma a viabilizar a coleta, o reaproveitamento, a reciclagem e a destinação final ambientalmente adequada desses produtos e seus componentes.

Além disso, a PNRS estabelece a responsabilidade compartilhada entre o poder público, o setor empresarial e a sociedade civil na gestão dos resíduos sólidos, visando a promoção da economia circular e o desenvolvimento sustentável. Essa abordagem incentiva a implementação de parcerias e ações conjuntas entre os diversos atores envolvidos na cadeia de produção e consumo, buscando soluções integradas e eficazes para os desafios relacionados aos resíduos eletrônicos.

Um aspecto importante da PNRS é a priorização da hierarquia de gestão de resíduos, que estabelece a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Essa abordagem incentiva a adoção de práticas sustentáveis ao longo de toda a cadeia de produção e consumo, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e sociais associados aos resíduos eletrônicos.

Em suma, a Lei 12.305/2010 representa um importante avanço na regulamentação da gestão dos resíduos sólidos no Brasil, proporcionando um arcabouço legal que favorece a implementação de sistemas de Logística Reversa para os resíduos eletrônicos e promovendo a transição para uma economia mais circular e sustentável.

3.5 Pesquisa Quali-quantitativa

Realizamos a pesquisa quali-quantitativa, ela inclui perguntas que buscam tanto informações qualitativas (como o conhecimento sobre lixo eletrônico, os riscos do descarte incorreto e a disposição para pagar mais por um aparelho reciclado) quanto quantitativas (como a frequência com que os entrevistados descartam aparelhos eletrônicos e o conhecimento sobre pontos de coleta de lixo eletrônico em uma região específica).

3.5.1 Perguntas

Pesquisa elaborada com 10 perguntas, realizada com 83 pessoas na cidade de Piracicaba em São Paulo.

1. Você sabe o que é lixo eletrônico?
2. Você possui algum equipamento eletrônico em sua residência? Ex: (Aparelho celular, câmera fotográfica, TV, DVD, monitor, mouse, secador de cabelo ou outros) que não tem mais utilidades para você e será descartado?
3. Você conhece os riscos do descarte incorreto dos resíduos de equipamentos eletrônicos?
4. Você conhece algum ponto de coleta de lixo eletrônico em Piracicaba?
5. Quais objetos são conhecidos por ser muito poluentes e prejudiciais à saúde?
6. Você costuma descartar os aparelhos eletrônicos de sua residência quando eles perdem a utilidade ou não tem conserto?
7. Você sabe como é feita a reciclagem do lixo eletrônico?
8. Onde devemos descartar o lixo eletrônico?
9. Você sabe quais são os materiais perigosos que podem ser encontrados em alguns aparelhos eletrônicos? (Opcional)
10. Você está disposto a pagar um pouco mais por um aparelho eletrônico se isso significar que ele será reciclado de forma adequada?
11. Comentários (Opcional)

3.5.2 Resultado

Conforme está descrito no Anexo – A, a pesquisa revelou dados preocupantes, mas também indicou uma conscientização crescente sobre a questão. Com base nas respostas de 83 participantes, os resultados oferecem uma visão abrangente das atitudes e conhecimentos da comunidade em relação ao descarte de equipamentos eletrônicos.

Primeiramente, foi constatado que a grande maioria dos entrevistados (94%) sabia o que é lixo eletrônico, o que sugere um nível razoável de conscientização sobre o assunto na região. Além disso, a maioria (74,7%) possuía equipamentos eletrônicos em suas residências que não tinham mais utilidade e precisavam ser descartados.

No entanto, nem todos os entrevistados estavam cientes dos riscos associados ao descarte incorreto de resíduos eletrônicos, com 20,5% admitindo falta de conhecimento sobre o tema. Isso ressalta a necessidade de campanhas educacionais para informar melhor a população sobre os perigos ambientais e de saúde relacionados ao descarte inadequado desses materiais.

Embora mais da metade dos entrevistados (62,7%) conhecessem pontos de coleta de lixo eletrônico na cidade, ainda há uma parcela significativa da população (37,3%) que não está ciente desses locais, indicando a necessidade de maior divulgação e acesso a esses serviços.

Quanto aos materiais perigosos presentes nos aparelhos eletrônicos, a pesquisa revelou que muitos participantes estavam cientes dos riscos, destacando principalmente o chumbo, o mercúrio e outros metais pesados como preocupações ambientais.

Um dos aspectos mais encorajadores da pesquisa foi a disposição da maioria dos entrevistados (79,5%) em pagar um pouco mais por um aparelho eletrônico se isso garantisse uma reciclagem adequada. Isso sugere um apoio considerável à adoção de práticas mais sustentáveis no descarte de eletrônicos.

Os resultados da pesquisa destacam tanto os desafios quanto às oportunidades para lidar com o problema do lixo eletrônico em Piracicaba. A conscientização sobre os riscos ambientais e de saúde está aumentando, mas ainda há espaço para melhorias na educação pública e no acesso a serviços de reciclagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada na pesquisa proporcionou uma compreensão abrangente das práticas de descarte de resíduos eletrônicos em Piracicaba - SP, destacando a importância da logística reversa na gestão responsável desses materiais. A análise do referencial teórico ressalta a relevância da logística reversa como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios ambientais e socioeconômicos associados ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos.

As alternativas propostas para a coleta e destinação adequada dos resíduos eletrônicos oferecem diretrizes práticas para promover a sustentabilidade ambiental e econômica na gestão desses materiais. Reforça-se a importância da sustentabilidade na gestão de resíduos eletrônicos, evidenciando a necessidade de uma abordagem integrada e responsável para lidar com esse desafio. A legislação, como a PNRS, desempenha um papel crucial na criação de diretrizes e responsabilidades para a gestão adequada desses materiais. A pesquisa realizada em Piracicaba ofereceu insights valiosos sobre as atitudes e conhecimentos da comunidade em relação ao descarte de eletrônicos, destacando tanto os progressos quanto as lacunas na conscientização e na prática.

A necessidade de uma abordagem integrada e responsável na gestão de resíduos eletrônicos, destaca a importância da Logística Reversa e do Desenvolvimento Sustentável nesse contexto, o estudo fornece uma análise abrangente da questão dos resíduos eletrônicos, delineando desafios e oportunidades para promover uma gestão mais sustentável desses materiais.

REFERÊNCIAS

Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis*. Cengage Learning.

Jha, A. K., Kumar, A., Jain, P. K., & Deshpande, V. N. (2012). E-waste management: As a challenge to public health in India. *Environmental Health*, 11(1), 1-5.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). (2015). *Waste Management Outlook for Mountain Regions*. United Nations Publications.

Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (2001). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reverse Logistics Executive Council.

União Europeia. Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).

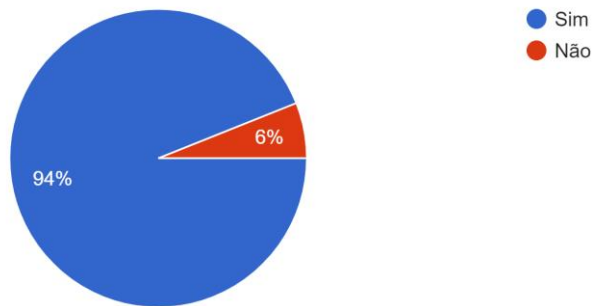
Wang, F., Huisman, J., & Stevels, A. (2013). Eco-efficiency in extended producer responsibility: a case study of waste electrical and electronic equipment management system in China. *Journal of Cleaner Production*, 51, 80-87.

ANEXO A - PESQUISA SOBRE RESÍDUOS ELETRÔNICOS.

Pesquisa realizada via google forms, com 83 pessoas da cidade de Piracicaba, São Paulo.

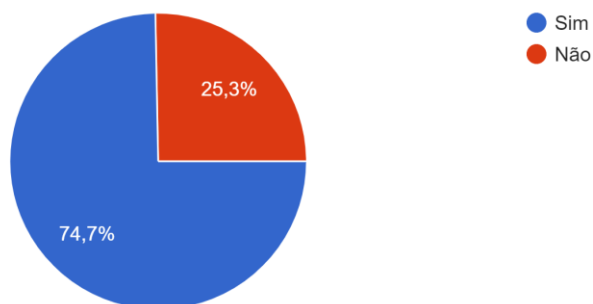
Você sabe o que é lixo eletrônico?

83 respostas



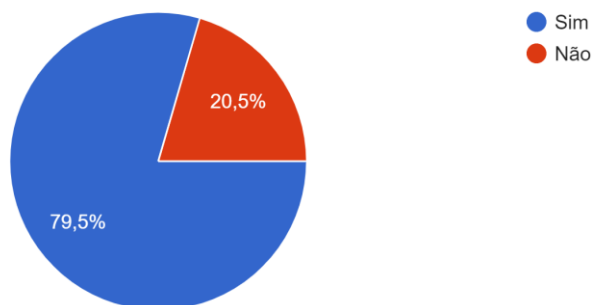
Você possui algum equipamento eletrônico em sua residência? Ex: (Aparelho celular, câmera fotográfica, TV, DVD, monitor, mouse, secador de c... tem mais utilidades para você e será descartado?

83 respostas



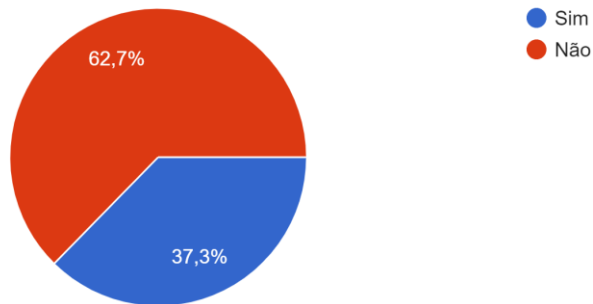
Você conhece os riscos do descarte incorreto dos resíduos de equipamentos eletrônicos?

83 respostas



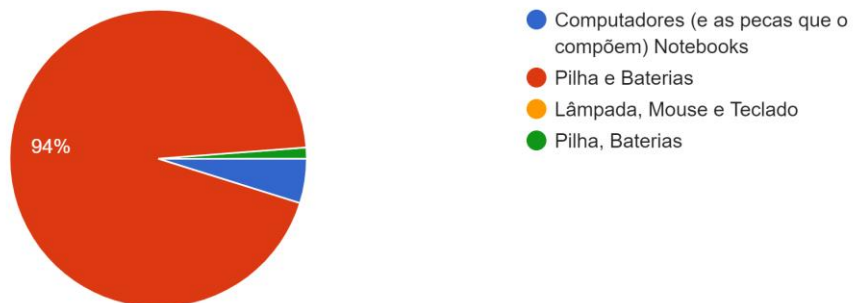
Você conhece algum ponto de coleta de lixo eletrônico em Piracicaba?

83 respostas



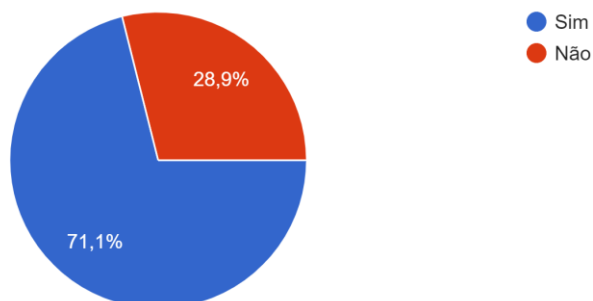
Quais objetos são conhecidos por ser muito poluente e prejudiciais a saúde?

83 respostas



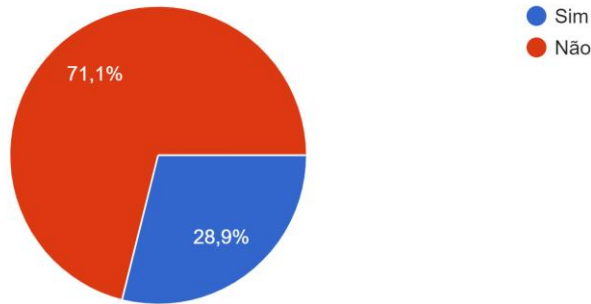
Você costuma descartar os aparelhos eletrônicos de sua residência quando eles perdem a utilidade ou não tem conserto?

83 respostas



Você sabe como é feito a reciclagem do lixo eletrônico?

83 respostas



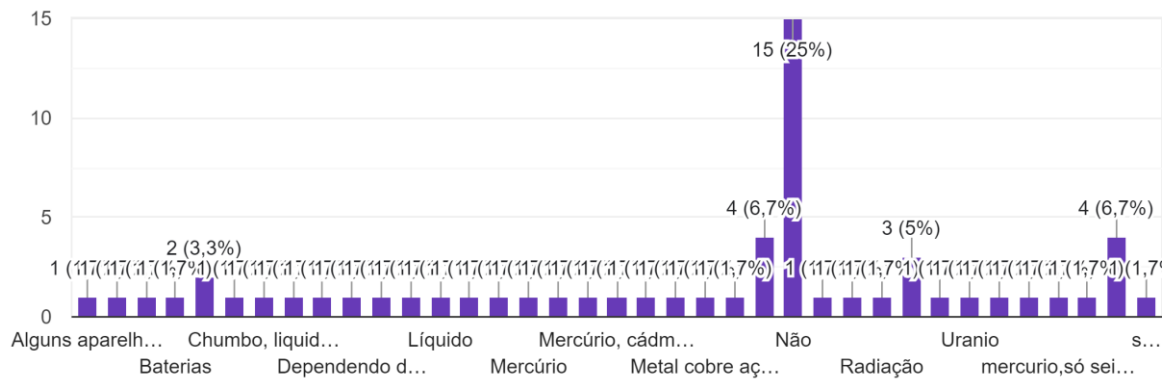
Onde devemos descartar o lixo eletrônico?

83 respostas



Você sabe quais são os materiais perigosos que podem ser encontrados em alguns aparelhos eletrônicos?

60 respostas



Você está disposto a pagar um pouco mais por um aparelho eletrônico se isso significar que ele será reciclado de forma adequada?

83 respostas

