

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS**

Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

KARLA CAROLINE RIBEIRO

SANTANA MIRIA VIANA DA SILVA

WARLEN DOS SANTOS LEITE

**LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICO:  
estudo**

de caso da empresa RPT Soluções Ambientais Eireli situada na  
Região Metropolitana de Belo Horizonte- MG

Belo Horizonte  
2021

KARLA CAROLINE RIBEIRO SANTANA

MIRIA VIANA DA SILVA

WARLEN DOS SANTOS LEITE

**LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICO:** estudo de caso da empresa RPT Soluções Ambientais Eireli situada na Região Metropolitana de Belo Horizonte- MG

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Logística Reversa.

Orientador: Prof. MS. Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

Co-orientador: Prof.(a). Ms. Inara de Pinho Nascimento Vidigal.

Orientador de Metodologia: Prof.(a). Ms. Raquel Ferreira

Belo Horizonte  
2021

## **CARTA DE ACEITE**

Certificamos para os devidos fins que o artigo ***LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICO: ESTUDO DE CASO DA EMPRESA RPT SOLUÇÕES AMBIENTAIS EIRELI SITUADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - MG*** foi aceito para publicação no **4º CADERNO DE COMUNICAÇÕES UNIVERSITÁRIAS** do Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão – SEAG, promovido pelo Centro de Extensão da FEAMIG, nos dias 14, 15 e 16/05/2021 – **ISSN 2675-1879**.

Belo Horizonte, 09 de junho de 2021.

Professora Raquel Ferreira de Souza  
Coordenadora do CENEX e do PPDC da FEAMIG  
E-mail: raquel.ferreira@feamig.br

---

---

## RESUMO

Os resíduos eletrônicos conhecidos como sucata eletrônica são os subprodutos gerados da fabricação, venda e uso de produtos eletroeletrônicos. Com a falta de fiscalização o descarte é realizado como lixo comum, o que pode gerar danos para o meio ambiente. Entretanto, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é de responsabilidade da organização “fabricante” acompanhar o ciclo do produto bem como realizar o descarte destes resíduos. Um meio para promover esse manejo adequado é a Logística Reversa, que se apresenta como tema moderno no campo da engenharia de produção, tomando destaques nos últimos anos pela preocupação que a sociedade assumiu, não somente quanto aos processos de criação das empresas, mas quanto ao destino final dos recursos oriundos dos processos produtivos no mundo empresarial, sobretudo os eletrônicos. O presente estudo tem como objetivo analisar a importância da Logística Reversa, meios e tecnologias que são utilizados para a reciclagem dos componentes eletroeletrônicos e o seu retorno para o mercado, realizado através de pesquisas e visita in-loco na empresa licenciada RPT Soluções Ambientais Eireli, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte responsável pelo recebimento e processamento destes resíduos sólidos. Os resultados da pesquisa apontaram que, embora o descarte incorreto de resíduos eletrônicos ainda seja um grave problema, com a implementação da Logística Reversa nas empresas esses resíduos se reduziram de maneira significativa. Diante disso, existe a necessidade da criação de mais empresas que recolham esses materiais e tenham como maior objetivo a conservação do meio ambiente.

**Palavras-Chave:** Logística Reversa. Reciclagem. Sustentabilidade e Resíduos Eletrônicos.

## **ABSTRACT**

Electronic waste known as electronic scrap is the by-products generated from the manufacture, sale and use of electronic products. With the lack of inspection, the disposal is carried out as common garbage, which can cause damage to the environment. However, according to the National Solid Waste Policy (PNRS), it is the responsibility of the "manufacturer" organization to monitor the product cycle as well as to dispose of this waste. A means to promote this adequate management is Reverse Logistics, which presents itself as a modern theme in the field of production engineering, taking prominence in recent years due to the concern that society has assumed, not only regarding the processes of creating companies, but also regarding final destination of resources from productive processes in the business world, especially electronics. This study aims to analyze the importance of Reverse Logistics, means and technologies that are used for the recycling of electronic components and their return to the market, carried out through research and on-site visit at the licensed company RPT Soluções Ambientais Eireli, located in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, responsible for receiving and processing this solid waste. The survey results showed that, although the incorrect disposal of electronic waste is still a serious problem, with the implementation of Reverse Logistics in companies, this waste would be significantly reduced. Given this, there is a need to create more companies that collect these materials and have the greatest objective of conserving the environment.

**Keywords:** Reverse Logistics. Recycling. Sustainability and Electronic Waste.

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública Resíduos Especiais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMRR	Centro Mineiro de Referência em Resíduos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FEAMIG	Faculdade de Engenharia de Minas Gerais
LR	Logística Reversa
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduo
NBR	Norma Técnica Brasileira
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SERVAS Social	Serviço Voluntário de Assistência Social
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1 Contexto do Problema.....	9
1.2 Problema de Pesquisa.....	10
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Geral.....	10
1.3.2 Específicos.....	10
1.4 Justificativa.....	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Resíduos sólidos.....	11
2.2 Resíduos Eletrônicos.....	12
2.3 Coleta dos Resíduos.....	16
2.3.1 Coleta dos Resíduos Eletroeletrônicos.....	16
2.3.2 Coleta de Resíduos Eletrônicos nas Empresas.....	18
2.4 Política Nacional dos Resíduos Sólidos.....	21
2.5 As Legislações para os Resíduos Eletroeletrônicos.....	22
2.6 Poluição Causada pelo Descarte Incorreto dos Eletroeletrônicos.....	24
2.7 Logística.....	25
2.8 Logística Reversa.....	27
2.8.1 Logística x Logística Reversa: Diferenças.....	29
2.9 Logística Reversa de Resíduos.....	30
2.9.1 Gestão e Monitoramento da Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos nas empresas.....	31
2.10 Estudo Gravimétrico.....	32
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
3.1 Tipos de pesquisa.....	34
3.2 Natureza da pesquisa.....	35
3.3 Quanto aos fins.....	36
3.4 Quanto aos meios.....	37
3.5 Universo e amostra.....	38
3.6 Formas de coleta e análise de dados.....	39
3.7 A organização em estudo.....	40
3.8 Limitações da pesquisa.....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>41</b>
4.1 Mapeamento do processo de logística reversa de resíduos eletrônicos na empresa objeto de estudo.....	41
4.2 Os desafios da logística reversa dos resíduos descartados de forma incorreta.....	47
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A Logística Reversa se apresenta como tema moderno no campo da engenharia de produção, tomando destaque nos últimos anos pela preocupação que a sociedade assumiu, não somente quanto aos processos de criação das empresas, mas também ao destino dos recursos oriundos dos processos produtivos no mundo empresarial. Tão importante quanto produzir é saber a destinação e o descarte adequados ao que se produziu.

Em sentido amplo, pode-se entender o termo “Logística Reversa” como a preocupação com os processos relacionados ao reaproveitamento das matérias produzidas. Entende-se também como as atividades logísticas de coletar resíduos que podem ganhar novas utilidades, que levam ao desenvolvimento industrial mais sustentável e ecológico buscando um ambiente mais protegido e saudável. Sem dúvida, a logística reversa tem assumido contornos de temas de importância ímpar ao estudo da engenharia e das ciências que ocupem tanto o processo produtivo quanto às políticas de gestão sustentáveis para o meio ambiente.

Embora a Logística Reversa esteja em crescimento quando se trata da gestão de processos produtivos em diversas empresas de diferentes ramos, ainda existe um campo onde ela é tão essencial quanto desafiante. Este ramo de produção é o de produtos eletrônicos, estes produtos são conhecidos por sua não durabilidade, alta rotatividade e riscos para o meio ambiente se descartados sem cuidados específicos.

Este tipo de resíduo sólido, também conhecido como e-waste, evidenciam um campo de preocupação para a engenharia de produção e para a gestão sustentável de empresas, já que representam um volume expressivo de lixo e seu consumo cresce na medida em que novos produtos são fabricados e adquiridos, sem preocupações com o que deve ser feito com eles no pós-consumo.

Este tipo de material, é culturalmente descartado em aterros sanitários e lixões, que constituem a forma de descarte mais utilizada – e também por isso a mais preocupante, já que não oferece proteção alguma ao meio ambiente, culminando na contaminação de solo, água e acidentes com pessoas que trabalham nestes locais, mesmo contrariando a legislação vigente. Portanto, este estudo tratará sobre a Logística Reversa dos resíduos eletrônicos, estudo gravimétrico, meios e



tecnologias que são utilizados para a reciclagem e revenda dos componentes eletroeletrônicos e o seu retorno para o mercado, através de pesquisas e visita in-loco na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, uma empresa Licenciada que está localizada na RMBH.

## **1.1 Contexto do Problema**

Um dos problemas com resíduos sólidos eletrônicos no Brasil, além da crescente fabricação, utilização e descarte desses materiais, é a falta de fiscalização de órgãos responsáveis e de conscientização do fabricante e do consumidor em relação a seu manejo e as consequências do descarte inadequado desses produtos.

Embora desde 2010 existam diretrizes instituídas na Política Nacional de Resíduos Sólidos- PNRS (BRASIL, 2010), que dispõem sobre a gestão integrada em termos dos resíduos eletroeletrônicos a responsabilidade compartilhada por meio de acordos setoriais entre o poder público, empresas geradoras de materiais dessa natureza e público gerador comum, ainda há dificuldades a serem vencidas nessa área. Uma dessas dificuldades é que as empresas produtoras dos materiais eletrônicos consigam realizar a gestão dos materiais eletrônicos descartados pelo consumidor doméstico.

Nesse sentido, enquanto a lei 12.305/2010 institui que a gestão desses resíduos se dê pela logística reversa, como instrumento adequado para o manejo dos resíduos sólidos provenientes de produtos eletroeletrônicos, sendo seus fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes obrigados a implantar e estruturar sistemas reversos de logística, ainda existe a necessidade de elaboração de planos mais eficientes pelas empresas para reaver o lixo eletrônico do consumidor doméstico e dar a ele destinação ambientalmente sustentável. Essa falta de compreensão e de estratégias mais eficientes e a distância entre as partes da cadeia produtiva (produtor – distribuidor – consumidor final) contribuem para o descarte inadequado dos materiais e impactos ambientais negativos, com repercussão inclusive na saúde das pessoas.

É preciso conscientizar as pessoas que o lixo eletrônico não é biodegradável, permanecem por dezenas e até centenas de anos no meio ambiente, portanto, deve haver certos cuidados em seu descarte. Isto porque, eles são compostos de metais nobres passíveis de reaproveitamento, o que seria muito mais produtivo se fossem

descartados de forma a serem reaproveitados, inclusive economicamente.

Assim, é importante que empresas e consumidores, compreendam a importância de se pensar estratégias de gestão desses resíduos para a saúde, a economia e o meio ambiente, diminuindo as distâncias entre uma e outra ponta, de forma economicamente viável e eficiente.

O estudo para a presente pesquisa será feito no setor de logística reversa de sucata eletrônica da empresa.

## **1.2 Problema de Pesquisa**

A logística reversa tem a capacidade de fazer o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo de uma forma que as empresas consigam obter grande diferencial competitivo?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Geral**

Analisar a importância da Logística Reversa, meios e tecnologias que são utilizados para a reciclagem e revenda dos componentes eletroeletrônicos e o seu retorno para o mercado na RPT Soluções Ambientais Eireli.

### **1.3.2 Específicos**

Como objetivos específicos espera-se:

- Mapear o processo de logística reversa de resíduos eletrônicos na empresa objeto de estudo;
- Os desafios da logística reversa dos resíduos descartados de forma incorreta;

## **1.4 Justificativa**

O Engenheiro de Produção deve estar envolvido em todas as etapas produtivas dentro da organização em seu setor de atuação, sendo tão importante sua atuação nas áreas produtivas quanto no gerenciamento de resíduos sólidos, que pode ser desenvolvido por meio da Logística Reversa e pode garantir à empresa melhores índices de envolvimento em questões ambientais, econômicas e competitividade. Para tanto, o Engenheiro de Produção deve conhecer e estar familiarizado com a instrumentalização de metodologias, legislações, vantagens e desvantagens do modelo. Esta é uma das justificativas para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Já para a empresa, a melhor gestão de todos os processos da cadeia produtiva, incluindo a gestão dos resíduos sólidos, sobretudo os eletrônicos, pode ajudar a reduzir os impactos ambientais de sua produção ou distribuição de produtos, pode aproximá-la de seus clientes e fortalecer sua marca como uma empresa ambientalmente responsável. A relevância do problema de pesquisa, então, se mostra nas vantagens acima descritas para as empresas, que culminam em entregas limpas e conscientes, além de reduzir descartes perigosos, o que influencia diretamente nas questões de consumo consciente e proteção ambiental, discussões bastante atuais e relevantes.

Para a sociedade, o trabalho se justifica na busca a partir da compreensão que a logística reversa de resíduos eletrônicos é uma estratégia que pode evitar o descarte inadequado desses produtos, que são compostos por materiais muitas vezes de risco para a saúde humana e para o meio ambiente. Assim, é preciso compreender a natureza desses resíduos, e as possibilidades de destinação deles, inclusive com reuso e reciclagem, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos, para toda a sociedade.

Desta forma, o tema estudado promove aos pesquisadores, ampla ciência e visão do objeto em pesquisa, conseguindo compreender de forma dinâmica, como é possível a redução de impactos do lixo eletrônico para a comunidade, as empresas e o meio ambiente.

Os benefícios à sociedade e ao meio ambiente podem ser notados, visto que, o retorno da sucata e transformação do material acarreta diminuição da quantidade de sucata eletrônica produzida, reduzindo assim a quantidade de resíduos produzidos para descarte.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Resíduos Sólidos

Existem diversas definições do que sejam Resíduos Sólidos, linhas gerais, podem ser vistos como as sobras da interação humana com o meio ambiente. Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Técnica Brasileira (NBR) (2004), Resíduos Sólidos Urbanos são aqueles encontrados tanto nos estados sólido e semissólido, que derivam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, além daqueles obtidos após serviços de limpeza urbana.

Em recente pesquisa, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), obteve dados que informam que o Brasil produz cerca de 76.387.200 toneladas anuais – dados de 2013 -, sendo que 209.280 toneladas geradas todos os dias. Importante ressaltar, que a Região Sudeste é que gera maior quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), isto porque, é a região com maior número de habitantes.

Quanto à gestão desses resíduos, pode-se dizer que tem representado uma preocupação atualmente, no Brasil e no mundo, sendo que a forma mais utilizada de armazenagem dos RSU ainda são os aterros sanitários. No país, os aterros têm sido vistos como uma alternativa segura e econômica para a disposição dos RSU. Dados dão conta de que 58,3% dos resíduos urbanos coletados foram para aterro sanitário, os demais para aterros controlados (24,3%) e lixões (17,4%), significa dizer, que grande parte dos RSU ainda não são geridos de forma ecológica no Brasil, sendo depositados imprópriamente na natureza (ABRELPE, 2013).

Galvão *et al.*, (2016), assevera que o lixo é um indicador de desenvolvimento de uma nação, assim, na lógica capitalista, quanto maior for a quantidade de resíduos gerados significa que a economia está em avanço, já que as pessoas consomem e descartam materiais, com maior frequência. O grande problema, na atualidade, é que os municípios brasileiros não contam com estrutura adequada para suportar esse crescimento, sobretudo, quanto à gestão dos RSU produtos do consumo exacerbado.

Para Chian e Carvalho (1997), indicam ser o tratamento dispensado ao lixo como um dos maiores indicadores dos níveis de desenvolvimento de determinada localidade. O lixo urbano é classificado como RSU e quando sua coleta fica a cargo do Poder Público Municipal, pode ser classificado como lixo domiciliar, comercial e público. Existem diversos tipos de RSU, onde cada tipo de lixo exige determinada forma de

tratamento, seguindo uma metodologia denominada de Gerenciamento Integrado de Resíduos que visa tratar da forma mais adequada esta questão.

O que se observa na realidade é que as empresas e o Poder Público não têm dinheiro para realizar uma política eficiente e ecológica de gestão desses resíduos bem como não há espaço adequado para a destinação deles (GALVÃO *et al.*, 2016). As práticas voltadas para a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos devem levar em consideração a estratégia dos 3 R's, isto é, "Reduzir", "Reutilizar" e "Reciclar", apenas após o estudo da aplicabilidade das três possibilidades a um determinado RSU ele deve ser, de fato, descartado. Assim, entende-se atualmente que, em primeira análise, deve-se tentar reduzir a demanda por determinado recurso e seu posterior descarte, após, é preciso tentar reutilizar a matéria de formas não nocivas à saúde para, em seguida, aplicar a reciclagem sobre o resíduo produzido e, por fim, o descarte final deve ser efetuado (KANAYAMA, 1999).

A partir das reflexões acerca do tratamento dispensado aos RSU como medidores de desenvolvimento social, nasceu o PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos), em 2012, que previa a extinção dos lixões até o ano de 2014. O plano surgiu para cobrir uma lacuna no que tangia à regulamentação do tratamento dispensado aos RSU, sobretudo, no âmbito municipal a fim de que estes passassem a planejar uma gestão eficiente dos resíduos sólidos, com vista a um tratamento ecologicamente correto (GEREMIA, 2013).

Os diferentes tipos de resíduos sólidos podem ser classificados conforme sua origem, como:

- a) Resíduos domiciliares: gerados por atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: gerados por varrição, limpeza de ruas e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- d) Resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- e) Resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e

escavação de terrenos para obras civis;

f) Resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

g) Resíduos de serviços de transportes: gerados em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

h) Resíduos de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

Os resíduos sólidos também podem ser classificados conforme à sua natureza e periculosidade:

a) Resíduos perigosos: aqueles que apresentam risco à saúde pública ou qualidade ambiental em razão de suas características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade;

b) Resíduos não perigosos: todos os outros tipos de resíduos que não se enquadram na classificação acima.

Pode-se associar o resíduo sólido a todos os materiais restantes da limpeza de uma residência, por exemplo, é tudo aquilo que se descarta como sujeira, inutilidades, que não podem ser reaproveitadas ou reutilizadas, podem ser resultantes da atividade industrial, comercial, hospitalar, entre outras. Segundo a NBR 12.980/1993, eles recebem a definição de lixo por serem materiais que não possuem qualquer serventia aos descartadores (FERREIRA, 2003).

A legislação brasileira classifica os resíduos sólidos de acordo com sua origem, características físicas e os riscos que oferecem para o homem e a natureza. Assim, a NBR 10.004/2004, é responsável por determinar a seguinte classificação para os resíduos provenientes da construção civil da seguinte forma, Resíduos classe I – Perigosos; Resíduos classe II – Não perigosos; estes, por sua vez, subdividem-se em Resíduos classe II A, Não inertes e Resíduos classe II B, Inertes (CALDERONI, 2003).

## **2.2 Resíduos Eletrônicos**

O melhor conceito de resíduos eletrônicos é aquele que compreende essa categoria de resíduos como aquele proveniente de produtos eletrônicos, resultantes do fim de sua vida útil. Entretanto, o conceito que caracteriza melhor o lixo eletrônico resultante do uso e descarte de produtos como peças de computadores, celulares e eletrodomésticos descartados é a de resíduos de equipamentos eletrônicos, isto porque, embora esses produtos tenham componentes potencialmente causadores de risco à saúde humana e meio ambiente, eles também possuem componentes como metais de alto valor que podem ser recuperados e fazer parte novamente do ciclo de produção, inclusive com geração de lucro (DWIVEDY; MITTAL, 2012).

O consumo cada vez maior de produtos eletrônicos, como celulares, computadores e eletrodomésticos também faz com que cresça a geração de resíduos eletrônicos. Segundo Sant'anna *et al.*, (2015) isso ocorre porque muitos desses produtos têm sua vida útil encurtada com a adoção de inovações tecnológicas, que os torna quase descartáveis, tudo isso aliado à falta de envolvimento do Estado na gestão desses resíduos, tornam o lixo eletrônico um problema ambiental sério e urgente de ser discutido.

Embora os avanços tecnológicos sejam importantes para o mundo em que vivemos, facilitando a vida das pessoas, aproximando distâncias, também são responsáveis por colocar no mercado produtos com ciclos de vida cada vez menores.

Isso impacta diretamente na necessidade de criação de estratégias para lidar com o resíduo eletrônico produzido, que também aumenta, já que se o produto não retorna à cadeia produtiva é descartado inadequadamente, se amontoando nos chamados lixões, causando impactos negativos no meio ambiente e deixando de explorar uma oportunidade de negócios que pode ser o reaproveitamento e o reuso, a partir de estratégias de logística reversa desses materiais (SANT'ANNA *et al.*, 2015).

Em recente debate sobre o assunto, aconteceu a edição do estudo Global E-Waste Monitor (ITU, 2017). Neste documento, foi realizado um levantamento que mostra que foram descartados 44,7 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos no mundo apenas no ano de 2016 – um crescimento de 8% desde 2014. O estudo também mostra que os equipamentos eletrônicos descartados – materiais com baterias, plugues, televisores, painéis solares, celulares, computadores – pesam juntos cerca de 4,5 mil torres Eiffel.

Até 2021, os especialistas preveem um aumento de 17% no descarte desses

materiais, com 52,2 milhões de toneladas geradas (ARAGÃO *et al.*, 2018).

Segundo o relatório, ainda, cerca de 20%, ou aproximadamente 8,9 milhões de toneladas destes resíduos eletrônicos gerados em 2016 foram reciclados, o que evidencia uma carência nesse setor, ao mesmo tempo em que expõe um setor que pode ser explorado, já que esse resíduo é composto por materiais com valor comercial e de reuso, como ouro, prata, cobre, platina e paládio, o que mostra, segundo Almeida (2018), que as oportunidades de negócio na reciclagem são muitas, e podem ser exploradas por meio do planejamento da coleta e logística desse resíduo.

### **2.3 Coleta dos Resíduos**

Por coleta, compreende-se a alocação dos resíduos de acordo com sua classificação, conforme seu estado físico material, isto é, podem ser gases, líquidos ou sólidos, de origem comercial, industrial, ou de limpeza urbana, inclui-se nessa categoria os de qualquer natureza mesmo os de tratamento de esgotos, para controlar a poluição e cujas características os tornem impróprios para relançamento nas redes públicas ou que exijam pesquisas técnicas e economicamente acessíveis para fins ambientalmente corretos. Entre esses, estão os resíduos resultantes da construção civil e da demolição (ROCHA, 2006).

Segundo Leite (2003), a coleta de resíduos sólidos pode ser dividida em três diferentes modalidades, a coleta do lixo urbano, a seletiva e a informal. Assim, a coleta do lixo urbano pode ser definida como sendo a forma pela qual se recolhe todo o resíduo descartado por habitantes de um espaço urbano, o chamado lixo residencial, podem ser resíduos orgânicos e inorgânicos, de diferentes volumes e que, após a coleta são colocados à disposição dos órgãos públicos para destinação específica, geralmente esta coleta é realizada por meio de aparato público, como as empresas de limpeza urbana.

A segunda modalidade, é a coleta seletiva que se realiza de forma muito próxima à coleta de resíduo domiciliar urbano, ela é realizada de forma individual, tanto em nível domiciliar quanto em resíduo de origem comercial, ou ainda por meio de pontos de entrega voluntária. Este tipo de coleta visa separar o lixo que deve ser descartado daquele que pode ser reciclado.

Por fim, a coleta informal é caracterizada pela captação manual e em pequenas



quantidades do resíduo sólido, realizado por catadores, de maneira informal ou ainda por cooperativas de reciclagem, sendo uma das que mais contribui para a reciclagem de resíduos reaproveitáveis (BARROSO-KRAUSE, 2005).

### **2.3.1 Coleta dos Resíduos Eletroeletrônicos**

Uma das maiores dificuldades no que se refere à coleta de Resíduos sólidos, especialmente os eletrônicos, no Brasil é que ao contrário das regulamentações na Europa e Estados Unidos que a legislação a este respeito é sempre atualizada e implementada conforme avançam as demandas de produção e descarte, com metas e sanções econômicas adequadas aos seus resíduos, no Brasil ainda está em fase de discussão da criação de leis que responsabilizam os geradores pela destinação (GALVÃO, 2002).

Ainda assim, existem algumas regulamentações e medidas já implementadas como a assinatura da Convenção de Basiléia, um reconhecido esforço mundial que busca estabelecer regras para a movimentação transfronteiriça de resíduos sólidos contaminantes como os eletrônicos. A Convenção de Basiléia é um documento que entrou em vigor em maio de 1992, quatro anos após a realização da conferência diplomática promovida no âmbito do Programa da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), quando 105 países e a comunidade europeia assinaram a Convenção. No Brasil ela foi ratificada pelo Decreto nº 875/93, com a Resolução 23 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 23/96 tratando sobre os procedimentos necessários para sua realização (LEITE, 2003).

Outro importante documento nesse sentido é a Quarta Conferência das Partes que aprovou, ainda na década de 1980, três listas que dividiam os resíduos por tipo e destinação, sendo que os resíduos provenientes de produtos ou lixo de aparelhos elétricos/eletrônicos foram classificados como resíduos perigosos sujeitos a banimento, entrando na lista A (anexo VIII da Convenção). No que se refere ao caso brasileiro, uma das únicas e mais fortes regulamentações nesse sentido é a resolução de número 257 do CONAMA de 30 de junho de 1999, que estabelece limites para o uso de substâncias tóxicas em pilhas e baterias, e imputa aos fabricantes a responsabilidade de ter sistemas para coleta destes materiais e encaminhá-los para reciclagem (DOWLATSHAHI, 2000).

Já em 2008, também foi elaborada e entrou em vigor a resolução 401 do CONAMA

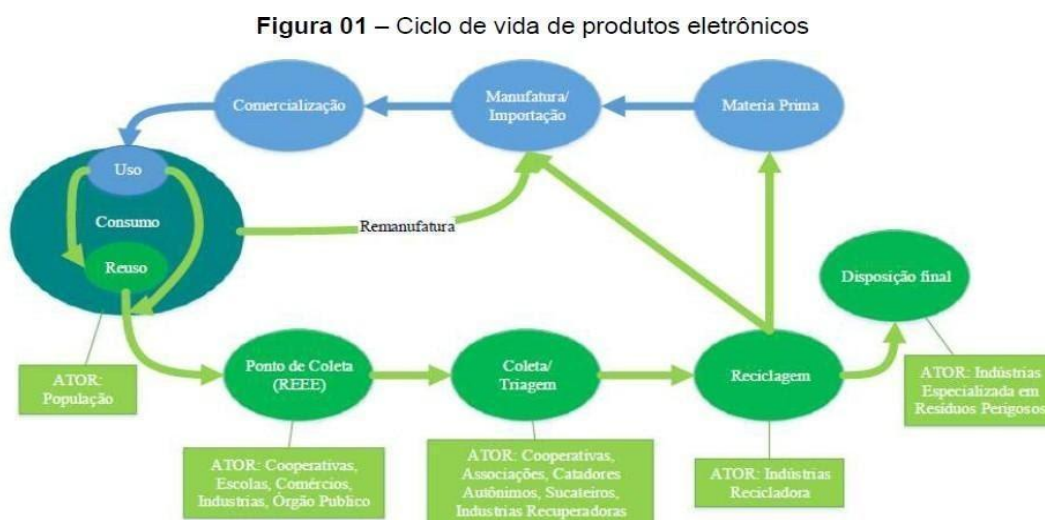
que reduziu os níveis máximos permitidos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias, para níveis equivalentes aos tolerados pela Comunidade Europeia, um avanço no que se refere à redução desse tipo de descarte no país.

Ademais, a supramencionada resolução também exige dos fabricantes a responsabilidade pela educação ambiental. Disposto em artigo 14 do CONAMA (2008) que:

Nos materiais publicitários e nas embalagens de pilhas e baterias, fabricadas no País ou importadas, deverão constar de forma clara, visível e em língua portuguesa, simbologia indicativa da destinação adequada, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem encaminhadas aos revendedores ou à rede de 24 assistência técnica autorizada (CONAMA, 2008, artigo 14).

De acordo com o artigo 19 da Resolução 401 do CONAMA, todos os pontos de vendas de pilhas e baterias são obrigados a fornecerem pontos de recolhimento adequados. Mais um documento importante na luta pelo correto tratamento do resíduo eletrônico, também chamado de e-waste, é a PNRS, que já foi tratada, ela se constitui em uma importante ferramenta para combater a geração e o descarte indevido de e-waste, reduzindo os riscos para a saúde, pessoas e meio ambiente, responsabilizando o fabricante pelo gerenciamento do seu produto após o término da vida útil, embora ainda não haja uma política de fiscalização e responsabilização mais efetiva e severa (DOWLATSHAHI, 2000).

O ciclo ideal pensado para o resíduo sólido eletrônico deve se preocupar com os impactos deste tipo de eletrônico desde a produção, comercialização, ciclo de distribuição, descarte e reaproveitamento. Como a Figura 1, mostra.



Fonte: adaptado de Hideck (2014).

A Figura 1 descreve, como o ciclo de vida dos produtos eletrônicos, a Logística Reversa desses materiais pode ser também uma oportunidade de negócios, de lucro na cadeia produtiva direta e indiretamente, por meio do reaproveitamento de componentes, materiais constituintes ou de ganho de imagem, de diferentes formas.

Outro ponto de exploração para as organizações é a ideia de preocupação com o meio ambiente, as empresas estão adquirindo uma nova visão de marketing social, ambiental e, principalmente, de responsabilidade empresarial, por terem consciência que, mesmo involuntariamente, acabam poluindo e causando danos ambientais, o que as aproxima do público que pretende praticar o consumo consciente (LEITE, 2003).

Assim, as questões ambientais e de saúde demonstradas com a adoção de uma gestão de resíduos sólidos eletrônicos também pode ser considerada um “driver”, ou seja, um direcionador estratégico da logística reversa, alinhando ação e marketing verde. Além de oportunidade econômica, já que adotar a logística reversa pode acarretar na diminuição de custos e provocar melhorias ambientais, pois sistemas de logística reversa recuperam recursos que, de outra maneira, não seriam utilizados, sendo que os produtos eletrônicos, muitas vezes, são compostos de materiais que não perdem seu valor com o desuso do equipamento, como os metais valiosos (DOWLATSHAHI, 2000).

### **2.3.2 Coleta de Resíduos Eletrônicos nas Empresas**

Outra dificuldade na coleta dessas sucatas é por parte das empresas, que deveriam ser as maiores interessadas na logística reversa desses produtos que representam uma oportunidade de negócios. Entretanto, a maior parte delas ainda têm dificuldades em elaborar essa gestão, de forma a privilegiar o descarte adequado, o reuso e a reciclagem, por diversos fatores, entre eles, a logística (XAVIER, 2010).

Não obstante, diversas empresas já perceberam a gestão desses resíduos como uma oportunidade e tem se envolvido em estratégias de coleta, e gestão ambiental para destinar adequadamente seus produtos obsoletos, seja por meio de políticas de reciclagem, logística reversa e reuso. Essas iniciativas envolvem um planejamento complexo que envolve, desde a colocação do produto eletrônico no mercado, até a conscientização para o descarte adequado em pontos de devolução, passa pela separação desses equipamentos, e reaproveitamento de parte desse resíduo no

processo de produção novamente (LEITE, 2003).

Essas estratégias de coleta de resíduos eletrônicos, envolve a colocação de postos de recolhimento em localidades estratégicas como grandes supermercados, lojas de produtos eletrônicos e redes de papelarias, até mesmo nas dependências das próprias empresas. Elas também demonstram preocupação socioambiental, buscando a recuperação desses equipamentos para posterior doação ou por tecnologias apropriadas para fabricação de equipamentos que degradam menos o meio ambiente, a extinção ou diminuição de alguns materiais nos processos de produção e embalagem, por exemplo (XAVIER, 2010).

Algumas iniciativas do poder público também podem ser citadas na coleta de resíduos eletrônicos, como a da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) do Estado de São Paulo, que envolveu entidades do terceiro setor e empresas de venda de eletrônicos. Por meio da resolução da SMA Nº 38/2011, a Secretaria estabeleceu uma lista dos produtos que resultam em resíduos de significativo impacto ambiental, que incluem os produtos eletroeletrônicos. Após receber propostas das empresas e analisá-las, a SMA e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) passaram a estabelecer Termos de Compromisso junto aos setores para traçar estratégias de coleta e destinação para estes resíduos (USHIZIMA, 2014).

A partir do termo de compromisso assinado com diversas empresas do setor de telefonia, estas empresas se comprometeram a disponibilizar postos de coleta em todas as lojas próprias e revendas autorizadas, o programa possibilitou o adequado descarte (por parte de consumidores) e a coleta seletiva (por meio das empresas) de resíduos eletrônicos como aparelhos celulares, baterias e acessórios nos pontos de coleta. Depois de recolhidos, esses resíduos são encaminhados a um Centro de Armazenamento (para posterior envio para reciclagem) ou diretamente a um reciclador, essa iniciativa recebe cerca de um milhão de aparelhos celulares por ano (CETESB, 2013). No Estado de Minas Gerais, uma iniciativa do poder público é a integração de ações entre a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) e do Serviço Voluntário de Assistência Social (SERVAS), para recolhimento de material proveniente de resíduo eletrônico, tratamento, e destinação ambiental adequada. Inclusive, com o desenvolvimento de Curso de Montagem, Manutenção e Recondicionamento de Computadores, o que mostra o potencial desses resíduos, se recolhidos adequadamente, como a Política Nacional de Resíduos sólidos, sobre a qual o trabalho trata a seguir (USHIZIMA, 2014).

## 2.4 Política Nacional dos Resíduos Sólidos

Assim, visando uma política apropriada a este fim, nasceu a Lei 12.305/2010, que institui a PNRS, dispondo sobre seu gerenciamento bem como sobre as responsabilidades acerca do tema:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Art. 2º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta Lei, nas Leis nos 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966, de 28 de abril de 2000, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) (BRASIL, 2012).

Sem embargo, está contida na lei 12.305, de 02/08/2010, a conceituação legal da logística reversa: Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Leite (2003), subdividiu os produtos relacionados à logística reversa em dois grupos – os bens de pós-venda e bens de pós-consumo. Como o próprio nome diz, o produto pós-venda é aquele que retorna à cadeia de suprimentos após sua venda, por motivos de término de contrato, estoque excessivo, problemas de qualidade e consignações. Os bens de pós-consumo são aqueles descartados pela sociedade, geralmente esse descarte se dá quando o material chega ao fim de sua vida útil.

Leite (1999) conceitua também a Logística Reversa como sendo o fluxo de materiais de pós-consumo até sua reintegração ao ciclo produtivo, na forma de um produto equivalente ou diverso do produto original. A preocupação da Logística Reversa é fazer com que esse material, sem condições de ser reutilizado, retorne ao seu ciclo produtivo ou para o de outra indústria como insumo, evitando uma nova busca por recursos na natureza e permitindo um descarte ambientalmente correto.

Se a matéria assumiu status legal, a preocupação com ela é a demanda do mercado globalizado e a busca constante dos grupos envolvidos que procuram tecnologias conscientes que valorizem o meio ambiente e se preocupem com as gerações futuras. Tanto é assim que há em trâmite a adoção de uma Política Nacional neste sentido. De acordo com a PNRS, a Logística Reversa passou a vigorar em 2014 e deveria estar implantada em todo país até o ano de 2015. Porém, já existem muitas indústrias utilizando a Logística Reversa em função da política de responsabilidade ambiental que possuem (GUARNIERI, 2014).

Vale destacar que, embora a Lei 12.305/10 institua a política nacional a respeito dos resíduos sólidos, é o Decreto 7404/10 que regula as relações provenientes desta política e traça as definições legais sobre o assunto.

Neste sentido, a ideia é fazer com que produtos, embalagens e materiais que seriam descartados retornem ao processo de produção, evitando uma nova utilização de recursos naturais e um consumo em excesso indevido. Esta consciência sustentável já é aplicada em novos modelos de produção. Há empresas que adotam um tamanho menor em suas embalagens – sem afetar o conteúdo – para que possam gerar menos lixo. Outras pensam na montagem de seus equipamentos a partir da facilidade da desmontagem, com o intuito de reciclá-los; fora as que já inserem materiais reciclados na confecção de novos produtos. Além do refinamento da imagem da empresa, devido à sua preocupação ambiental, esta vertente da logística também proporciona um melhor potencial econômico: o que é considerado lixo hoje, se bem empregado, pode valer dinheiro em longo prazo (GUARNIERI, 2014).

Um dos principais pontos desta política e o mais relevante para este trabalho são os avanços nas legislações acerca dos resíduos sólidos eletrônicos, que necessitam atenção especial do poder público e da sociedade, como se verá adiante.

## **2.5 As Legislações para os Resíduos Eletroeletrônicos**

Embora a coleta e o descarte adequado dos resíduos sólidos eletrônicos ainda representem um problema social, econômico e ambiental carente de estratégias efetivas, já ocorrem avanços nesta área, no que se refere à edição de legislações que sirvam para regular o tratamento dos resíduos eletrônicos.

No mundo, em 2017, 67 países já tinham regulação específica para esta matéria, 44% a mais que em 2014.

Ainda que a regulação legal não seja capaz de resolver o problema sozinha, ela é importante para que seja possível fiscalizar a cadeia de produção e descarte, além de estimular a reciclagem adequada desses materiais, além de conscientizar consumidores e empresas sobre a importância do tema (ITU, 2017).

Segundo o relatório Global E-Waste Monitor, a América Latina produziu, apenas em 2014, cerca de 6,6 kg de resíduos eletrônicos por pessoa, dos quais 29 g representam lixo eletrônico de aparelhos celulares, ou aproximadamente 0,3 celulares descartados por pessoa por ano. Enquanto isso, apenas um pequeno número de países da América Latina tem leis específicas sobre o lixo eletrônico, a maioria está atualmente desenvolvendo legislações (ARAGÃO *et al.*, 2018.).

No Brasil, a questão é regulamentada pelo artigo 49 da PNRS, que prevê a proibição da importação de resíduos sólidos perigosos, como alguns componentes de resíduos eletrônicos. A PNRS foi editada em 2010 e reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelos poderes públicos, com vista à prevenção e redução dos resíduos sólidos gerados no Brasil através da prática de atividades de consumo sustentável e um conjunto de princípios que incentivam a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos e/ou sua destinação correta (BRASIL, 2010). Avançando no tema, em 2017 foi publicado o decreto presidencial número 9.177/17, que regulamenta o artigo 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que prevê:

“Art. 1º Este Decreto estabelece normas para assegurar a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas aos fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens sujeitos à logística reversa obrigatória. Art. 2º Os fabricantes, os importadores, os distribuidores e os comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens aos quais se refere o caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e de outros produtos, seus resíduos ou suas embalagens objeto de logística reversa na forma do § 1º do referido artigo, não signatários de acordo setorial ou termo de compromisso firmado com a União, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, consideradas as mesmas obrigações imputáveis aos signatários e aos aderentes de acordo setorial firmado com a União (BRASIL, 2017).

A referida regulamentação se destina a suprir a necessidade de uniformização e isonomia de todos os atores responsáveis pela implantação e operacionalização da logística reversa de eletroeletrônicos no Brasil, ou seja, os fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de produtos que geram resíduos eletrônicos.

Mais recentemente, foi editado o Decreto nº 10.240/2020, que regulamenta a logística

reversa de produtos eletroeletrônicos, implantada pela Lei nº 12.305/2010.

A legislação obriga empresas do setor a implantarem sistemas de coleta dos resíduos e equipamentos obsoletos e dar sua destinação correta, espera-se que este seja um novo marco e que as empresas consigam traçar estratégias de descarte, coleta e destinação adequados desses resíduos de forma mais ampla (BRASIL, 2020).

## **2.6 Poluição Causada pelo Descarte Incorreto dos Eletroeletrônicos**

Como já mencionado, o tratamento dispensado ao lixo como um dos maiores indicadores dos níveis de desenvolvimento de determinada localidade, também já foi mencionado que cada tipo de resíduo exige determinada forma de tratamento, seguindo uma metodologia já que cada um deles produz diferentes impactos no meio ambiente e na saúde humana de acordo com sua classificação, uso e destinação (CHIAN e CARVALHO, 1997).

Nesse sentido, os equipamentos eletrônicos, quando são utilizados e estão em ponto de descarte, denominados resíduos sólidos eletrônicos, são compostos por diversos de materiais com alto potencial poluidor e contaminante, dentre eles estão os plásticos, vidros e metais pesados. Portanto, é crucial que seu descarte e destinação sejam realizados de maneira adequada, conforme parâmetros de gestão de resíduos sólidos, já que quando descartados indevidamente no meio ambiente, podem proporcionar sérios danos, uma vez que causam a poluição e contaminação do solo e das águas, além de danos indiretos à saúde humana, fauna e flora (GONÇALVES, 2008). Isto porque, além dos metais presentes nos artefatos eletrônicos, eles também são compostos por material plástico e vidros, sendo que estes são materiais com longo tempo de decomposição quando dispostos de forma irregular no solo, enquanto que os metais pesados, tais como chumbo, mercúrio e cádmio, presentes nas pilhas e baterias, são altamente tóxicos aos seres vivos, provocando doenças graves em animais e plantas, além de sofrerem o processo de bioacumulação de materiais inorgânicos no solo, e de biomagnificação, que é o acúmulo de substâncias nos organismos vivos (nota pessoal do autor).

Segundo Corrêa (2006, p. 163) “Os metais pesados liberados no ambiente se acumulam nos organismos, percorrendo as cadeias tróficas, a partir da acumulação em plantas e destas passando aos herbívoros e carnívoros, inclusive os humanos.”



A questão com os materiais eletrônicos ultrapassa os problemas com lixo e resíduos de outras origens, já que não só poluem o meio ambiente, mas podem ser de natureza tóxica para diferentes seres vivos, causando prejuízos ambientais e de saúde. Por outro lado, quando descartados corretamente, podem ser fonte geradora de recursos econômicos (GONÇALVES, 2008). Outro problema na gestão dos resíduos nas empresas, sobretudo, no que se refere aos produtos eletrônicos e seus excedentes é o descarte inadequado desses produtos, isso porque, são perigosos e podem tornar-se insalubres tendo em vista o risco de acúmulo na água e nos animais, além de representarem poluição visual do ambiente urbano. São exemplos da insalubridade acarretada pelo descarte inadequado de resíduos sólidos eletrônicos e a contaminação dos leitos de rios, além das dificuldades causadas aos pedestres, comprometimento da paisagem, além de poluição com a emissão de gases como o CO<sub>2</sub> (FIEB, 2010).

## **2.7 Logística**

A Logística é antiga conhecida dos estudiosos da Ciência da Administração e do mercado, sendo vista como uma forma de gestão em que os esforços estão voltados para a maneira de armazenagem, circulação, distribuição de mercadorias e serviços de forma eficiente para a garantia de ganho e extensão de mercado. Pode-se dizer que o termo Logística é um conceito familiar aos profissionais do ramo da Administração e Gestão em geral. O que surge como um tema novo é a Logística Reversa que cuida do oposto do que é a Logística Tradicional.

A Logística tem como objetivo precípua criar meios – e os gerenciar – de ser mais ágil a entrega e a distribuição de produtos, que podem ser mercadorias ou serviços, para que os mesmos cheguem ao seu consumidor final satisfatoriamente e ao mesmo tempo, reduzam os custos para as empresas envolvidas nesse processo, sempre com vistas ao lucro e a consolidação de mercado com economia e celeridade. A Logística propõe agregar pessoas, bens e serviços, diminuindo distâncias e custos (GONÇALVES, 2008).

Francisco Ferraz Neto (2010), em importante obra sobre o assunto, define a logística como:

Pode-se definir logística como sendo a junção de quatro atividades básicas e de aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. Para que essas atividades funcionem é imperativo que as atividades de planejamento logístico, quer sejam de materiais ou de processos, estejam intimamente relacionadas com as funções de manufatura e marketing (FERRAZ NETO, 2010, p. 2).

A partir da Revolução Industrial, com o avanço das tecnologias e a consagração do capitalismo como sistema econômico mais difundido, os meios de produção de bens e mercadorias tiveram de se tornar mais rápidos devido às demandas mais urgentes por parte dos consumidores. A necessidade de obtenção de lucro para o sucesso empresarial se consolidou como uma forma de organização da nova sociedade de consumo, que passou a exigir cada vez mais meios de entrega e distribuição de bens e serviços inteligentes, capazes de fazer leitura e atender prontamente essas novas demandas. Com a globalização da economia e da produção, os saberes logísticos se apresentam como essenciais a qualquer empresa que deseje ver sua mercadoria ou serviços como marcas consolidadas no mercado econômico (GUARNIERI, 2014).

Existem diversas empresas que lançam mão da utilização da Logística e seus ramos de conhecimento, como as empresas de manufatura, de transporte de pessoas e mercadorias, alimentícias, militares, hospitais, distribuição de combustíveis, entre outras. Entretanto a Logística se subdividiu em um novo ramo de conhecimento que não diz respeito apenas à organização e distribuição de recursos até seu consumidor final, mas trata-se com mais profundidade dos processos de recolha de materiais até seu distribuidor de origem. Sendo voltada para a sustentabilidade dos processos de produção de materiais de forma a se encaixar em uma nova organização dos processos produtivos, os quais são mais conscientes para as questões ambientais de reciclagem e reutilização, bem como de descarte adequado de materiais. Esse ramo da Logística recebe o nome de Logística reversa e será tratado a seguir ramos de conhecimento, como as empresas de manufatura, de transporte de pessoas e mercadorias, alimentícias, militares, hospitais, distribuição de combustíveis, entre outras (LACERDA, 2003).

## **2.8 Logística Reversa**

A Logística Reversa é um termo genérico, em sentido amplo pode significar todas as operações relacionadas à reutilização de materiais, se refere às atividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos e materiais destinados a assegurar uma recuperação sustentável. Como procedimento próprio da Logística, se ocupa do fluxo de materiais que, por qualquer motivo, retornam à empresa, seja pela devolução de clientes, retorno de embalagens, ou de materiais que estejam atendendo à legislação. Geralmente, é uma área que não se envolve com o lucro e, portanto, é negligenciada por algumas empresas (GONÇALVES, 2008).

Esse processo pode ser definido, segundo a Associação Brasileira de Logística, por Gonçalves (2008, p.130), como:

O processo de planejamento, instalação e controle do fluxo e armazenagem eficientes e de baixo custo de matérias primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente (ROGERS e TIBBEN- LEMBKE, 1999,)

Segundo Stock (1998, p. 465), Logística Reversa se refere ao papel da logística no retorno de produtos, redução da fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição dos resíduos, reforma, reparação e remanufatura. Ou seja, ela se ocupa da destinação final do produto, sua recolha. É importante destacar, que ter um meio ambiente equilibrado através de processos produtivos conscientes, bem organizados e sustentáveis, é uma preocupação que tem atingido também os consumidores, portanto, as adoções de medidas nesse sentido valorizam a marca da empresa, bem como, sua presença no mercado.

Nesse sentido, Lacerda (2004, p. 30) alega que, os clientes valorizam empresas que possuem políticas de retorno de produtos, pois isso garante-lhes o direito de devolução ou troca destes. Este processo envolve uma estrutura para recebimento, classificação e expedição de produtos retornados, bem como um novo processo no caso de uma nova saída desse mesmo produto. Dessa forma, empresas que possuem um processo de logística reversa tendem a se sobressair no mercado, uma vez que podem atender aos seus clientes de forma melhor e diferenciada de seus concorrentes.

Segundo Lacerda (2004), pode-se definir assim Logística Reversa:

É o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado (LACERDA, 2004, p. 47).

Na nova organização mundial dos meios produtivos deve existir lugar para se preocupar mais com o que o mercado consome em termos de produtos não recicláveis, e que haja maior engajamento nas formas de descarte e reutilização.

Tanto é assim que há regulamentação legal para a logística reversa. Donato (2008) assinala que a Logística Reversa surgiu no final do Século XX, e entre os fatores responsáveis por desencadear esses processos encontram-se:

- Crescente poluição ambiental decorrente da emissão de gases gerados pela combustão incompleta dos combustíveis fósseis durante diversos sistemas de transporte.
- A crescente contaminação dos recursos naturais como consequências de cargas desprotegidas, tais como: acidentes de caminhões que transportam produtos químicos, já que esses produtos após os acidentes, contaminam o meio ambiente.
- No setor de movimentação e armazenagem destacou-se o fator de extrema importância que forma os impactos causados por vazamentos e descartes dos produtos. Além desses que foram os principais fatores para o surgimento da logística verde, também houve a pressão que as empresas sofreram por parte do governo para que houvesse uma proteção ambiental (GUARNIERI, 2014).

Este conceito tem a ver com a necessidade de se definir destinos para os resíduos sólidos. Assim, visando uma política apropriada a este fim, nasceu a Lei 12.305/2010, que institui a política para resíduos sólidos no Brasil dispondo sobre seu gerenciamento bem como sobre as responsabilidades acerca do tema:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Art. 2º Aplicam-se aos resíduos sólidos, além do disposto nesta Lei, nas Leis nos 11.445, de 5 de janeiro de 2007, 9.974, de 6 de junho de 2000, e 9.966,

de 28 de abril de 2000, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema

Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro) (GUARNIERI, 2014, p. 30).

Sem embargo, está contida na lei 12.305, de 02/08/2010, a conceituação legal da logística reversa:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Seu objetivo estratégico é o de agregar valor a um produto logístico que é devolvido por razões comerciais ou legais (legislação ambiental), erros nos processamentos dos pedidos, garantia dada pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento no produto, avarias no transporte, entre outros motivos (LIVA *et al.*, 2003).

### **2.8.1 Logística x Logística Reversa: Diferenças**

No mundo atual, produzir não é o suficiente, sendo necessário também conhecer a destinação final do produto e, ao mesmo tempo, se ocupar em criar estratégias que protejam o meio ambiente para as gerações futuras. A logística reversa serve perfeitamente a essa preocupação quando se ocupa dos meios de recolha na destinação final do produto, dos processos que viabilizem a reciclagem, a reutilização e o descarte adequado de materiais já consumidos (GONÇALVES, 2008).

Enquanto a Logística Reversa estuda meios para inserir produtos descartados novamente no ciclo de negócios, agregando-lhes valor de diversas naturezas.

Enquanto a Logística Verde planeja e diminui impactos ambientais da logística comum, a Logística comum pode ser compreendida como um encadeamento de operações que visam gerenciar suprimentos e distribuição de produtos de forma racionalizada, o que proporcionará à empresa o planejamento, coordenação, e a execução de um processo de controle de todas as atividades ligadas à aquisição de materiais para a formação de estoques, desde o momento de sua concepção até seu consumo final (RESENDE, 2004).

Nos dois processos a questão econômica não pode ser esquecida, o lucro ainda é uma grande preocupação econômica no mundo empresarial, é uma maneira de angariar e fidelizar os consumidores em um novo mercado, muito consciente de questões ligadas ao meio ambiente e sustentabilidade, sucesso na entrega a consumidores finais, com

aumento da competitividade. Não por acaso, a Logística Reversa está cada vez mais relacionada à questão econômica, assim como a logística, pois contribui para o lucro e para a diminuição dos prejuízos, sempre fundamentado nos aspectos ambientais. Isto acontece principalmente devido às legislações ambientais atuais, onde desrespeitar o meio ambiente é passível de punições monetárias (GUARNIERI, 2014).

## **2.9 Logística Reversa de Resíduos**

Existem diversas definições do que sejam Resíduos Sólidos, linhas gerais, podem ser vistos como as sobras da interação humana com o meio ambiente.

Para a ABNT NBR (2004), RSU são aqueles encontrados tanto nos estados sólido e semissólido, que derivam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, além daqueles obtidos após serviços de limpeza urbana (ABNT, 2004). Quanto à gestão desses resíduos, pode-se dizer que tem representado uma preocupação atualmente, no Brasil e no mundo, sendo que a forma mais utilizada de armazenagem dos RSU ainda são os aterros sanitários. No país, os aterros têm sido vistos como uma alternativa segura e econômica para a disposição dos RSU. Dados dão conta de que 58,3% dos resíduos urbanos coletados foram para aterro sanitário, os demais para aterros controlados (24,3%) e lixões (17,4%), significa dizer, que grande parte dos RSU ainda não são geridos de forma ecológica no Brasil, sendo depositados impropriamente na natureza (ABRELPE, 2013).

As práticas voltadas para a gestão de RSU devem levar em consideração a estratégia dos 3 R's, isto é, "Reduzir", "Reutilizar" e "Reciclar", apenas após o estudo da aplicabilidade das três possibilidades a um determinado RSU ele deve ser, de fato, descartado. Assim, entende-se atualmente que, em primeira análise, deve-se tentar reduzir a demanda por determinado recurso e seu posterior descarte, após, é preciso tentar reutilizar a matéria de formas não nocivas à saúde para, em seguida, aplicar a reciclagem sobre o resíduo produzido e, por fim, o descarte final deve ser efetuado (KANAYAMA, 1999).

Todo oposto nasce da conscientização das empresas e dos consumidores quanto à questão ambiental no que tange a destinação final de produtos, ou seja, seu descarte. No mundo do consumo atual existe uma grande preocupação com o descarte de matérias, a disposição correta dos resíduos para minimizar os impactos ambientais dessa produção de consumo. Isto tem formado uma grande pressão em torno das

empresas no sentido de dar destinação correta ao resíduo, aos produtos e à redução do consumo. Com a adoção de medidas, como a Logística reversa, isto irá proporcionar o progresso desta área da logística e se tornará em um diferencial competitivo para as organizações (LACERDA, 2004).

No processo de logística reversa a comercialização de um produto não se encerra na sua entrega ao cliente – o momento do consumo, pelo contrário, é seu ponto de partida, formando assim um ciclo. Após a entrega e utilização do produto, por seu consumidor final, é quando as empresas se organizarem na coleta do resíduo para que o mesmo possa ser reciclado, reaproveitado ou descartado ecologicamente.

Muitas empresas de bebidas já lançavam mão da Logística Reversa na recolha de materiais após seu descarte pelos consumidores finais, e atualmente são empresas de celulares que montam postos de recolhimento de baterias para descarte adequado, evitando desta maneira que essas baterias contaminem as águas, rios, entre outros (GONÇALVES, 2008).

### **2.9.1 Gestão e Monitoramento da Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos nas empresas**

No que se refere à logística reversa, ela pode ser compreendida como uma forma de gerenciamento de resíduos sólidos, mas deve ser monitorada por meio de instrumentos próprios. No setor de eletrônicos, o gasto de recursos e a geração de resíduos podem variar conforme se modificam as localidades, os modelos, os tipos de materiais utilizados, além de fatores culturais e demográficos dos consumidores deste tipo de material (GUARNIERI, 2014).

Isto porque, pode haver localidades onde tanto as empresas quanto os consumidores tenham maior conscientização em torno na geração e da gestão dos resíduos sólidos eletrônicos, com a educação, industrialização e natureza estrita relação com os índices de resíduos resultantes, a data validade e tempo de necessidade de substituição das peças, ações que sempre dependerão de gastos de recursos naturais (JOHN, 2000). A geração de resíduos eletrônicos provém, basicamente, do uso e da substituição de tecnologias, que se transformam a cada dia, e aumentam ainda mais os impactos ambientais oriundos tanto do uso dos recursos naturais, quanto da necessidade rápida de substituição de peças próprias do setor. Uma das dificuldades dessa gestão de resíduos nas empresas distribuidoras e produtoras de materiais eletrônicos, é a rapidez

com que estes materiais são substituídos e, por conseguinte, descartados, além da conscientização das pessoas sobre os impactos do descarte inadequado e a escassez de estratégias de coleta adequada desses materiais (GUARNIERI, 2014). Para um bom gerenciamento dos resíduos sólidos, especialmente, os eletrônicos devem ser iniciados por meio do conhecimento da natureza desses produtos, isto porque, é este conhecimento e mensuração que possibilita uma maior compreensão acerca da quantidade e da qualidade dos resíduos.

Uma das ferramentas de mensuração e posterior gestão desses resíduos é a obtenção da composição gravimétrica dos resíduos gerados e manuseados por empresas especializadas nesse sentido, como será feito neste trabalho (LACERDA, 2004). Assim, o gerenciamento dos resíduos sólidos quando baseados em informações sobre a composição e as condições do mercado para recicláveis tendem a obter maior êxito quando comparados a programas ambiciosos ou que não representam a realidade local, com suas especificidades. Ademais, quando o gerenciamento dos resíduos passa por estudo gravimétrico, permite a determinação dos custos da coleta, demanda do local, o correto dimensionamento delas, bem como do retorno econômico (GONÇALVES, 2008).

## **2.10 Estudo Gravimétrico**

O Estudo gravimétrico é um método de caracterização e mensuração de resíduos sólidos, empregado para o planejamento da gestão desses resíduos. Este estudo é empregado para determinar, em uma determinada localidade, a relevância da possibilidade de aproveitamento comercial das frações recicláveis, como os resíduos sólidos eletrônicos. A análise gravimétrica ou gravimetria, é um método analítico quantitativo cujo processo envolve a separação e pesagem de um elemento ou um composto do elemento na forma mais pura possível (SLAVEC *et al.*, 2016).

Uma das formas de se realizar um estudo gravimétrico é por meio da separação de uma quantidade conhecida do resíduo a ser estudado, neste caso, os resíduos eletrônicos. O estudo gravimétrico envolve uma variedade de técnicas, onde a maioria envolve a transformação do elemento ou composto a ser determinado num material puro e estável e de estequiometria definida, cuja massa é utilizada para determinar a quantidade do original. Assim, o peso do elemento ou composto pode ser calculado a partir da fórmula química do composto e das massas atômicas dos elementos que constituem o composto pesado (SLAVEC *et al.*, 2016).



## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Tipos de pesquisa**

Segundo Gil (2006), as pesquisas científicas podem ser de dois tipos distintos, a pesquisa aplicada e a pesquisa básica. Elas são empregadas conforme os objetivos, finalidades e abordagem que o pesquisador empregará em seu trabalho.

Sobre os conceitos de cada uma delas, tem-se que:

- a) Pesquisa aplicada: segundo Gil (2006), a pesquisa aplicada é aquela que objetiva a busca e emprego de uma gama de informações disponíveis a fim de tornar possível a elaboração de novas tecnologias e métodos, capazes de transformar a sociedade, os processos produtivos e as relações tecnológicas e de trabalho. Pode-se dizer que, diferentemente da pesquisa básica, a aplicada é capaz de demonstrar resultados mais palpáveis.
- b) Pesquisa básica: A pesquisa básica tem como objetivo gerar conhecimento que seja útil para a ciência e tecnologia, sem necessariamente haver uma aplicação prática ou para obtenção de lucro. É um modelo muito usado pelas universidades mais tradicionais, as quais não contam com financiamento de empresas e grandes corporações. Entretanto, há instituições e centros de pesquisas os quais produzem pesquisas voltadas para a indústria corporativa.

Assim, a presente pesquisa é aplicada, já que se tratará de um estudo empírico e gravimétrico sobre os desafios da logística reversa de sucata eletrônica na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG (RMBH).

#### **3.1.1 Natureza da pesquisa**

Já quanto à natureza da pesquisa, é preciso ter em mente que este conceito diz respeito à abordagem, o paradigma em que a pesquisa se desenvolverá, elas podem ser de duas orientações, a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa.

- a) Pesquisa qualitativa: Esse tipo de pesquisa pode ser compreendido como aquela que “tem por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos no mundo social; trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação” (GIL, 2006).

b) Pesquisa quantitativa: Para o mesmo autor, é uma técnica de pesquisa que emprega técnicas estatísticas a fim de quantificar opiniões e informações sobre um determinado tema a ser discutido (GIL, 2006).

Nesse sentido, aponta-se que a natureza desta pesquisa será quali - quantitativa, pois alia dois métodos, e se tratará de um estudo empírico e gravimétrico sobre os desafios da logística reversa de sucata eletrônica na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli.

### **3.1.2 Quanto aos fins**

Na concepção de Vergara (2005), as pesquisas podem ser definidas por dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios. Para o autor quanto aos fins, a pesquisa pode apresentar três classificações: exploratória, descritiva e explicativa.

- Pesquisa exploratória

Segundo Gil (2006, p. 41), são investigações empíricas cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: Desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para realização de uma pesquisa futura mais precisa, ou modificar e clarear conceitos.

- Pesquisa descritiva

Têm por objetivo a descrição de determinadas características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. A pesquisa descritiva compreende o estabelecimento de relações entre variáveis presentes no objeto a ser estudado. Essas variáveis podem estar relacionadas à classificação, medida, quantidade, entre outras, que podem ser alteradas com a atividade do pesquisador (GIL, 2006).

- Pesquisa explicativa

Esse tipo de pesquisa é aquele que tem como objetivo explicar as razões, os motivos pelos quais os fenômenos ocorrem e como ocorrem, aprofundando-se no conhecimento de uma dada realidade. Usualmente, tendo em vista sua natureza investigativa dos fenômenos naturais, ela é empregada em grande medida nas

ciências físicas e naturais. Nesse tipo de pesquisa, é preciso estar atento às margens de erro, ainda assim, sua contribuição para a academia é bastante significativa, dada a sua aplicação prática (YIN, 2001).

Essa pesquisa classifica-se em pesquisa descritiva, pois será realizado levantamento de dados, análise dos dados, entrevistas e uso de questionários, com o objetivo de analisar características, fenômenos e experiências observadas no setor de logística reversa de sucata eletrônica na empresa objeto de estudo.

### **3.1.3 Quanto aos meios**

Quanto aos meios, a classificação das pesquisas é dada pela forma de investigação utilizada. Diante disso temos as seguintes possibilidades:

a) Pesquisa bibliográfica:

É o método realizado a partir da revisão da literatura e materiais publicados disponíveis na internet, jornais e revistas em geral e permite corroborar conhecimentos e hipóteses já conhecidas (GIL, 2006).

b) Estudo de caso:

Em linhas gerais, o estudo de caso visa a tentativa de esclarecimento sobre a tomada de decisão em uma determinada realidade. Assim, os pesquisadores devem investigar um fenômeno atual partindo do seu contexto real, utilizando de múltiplas fontes de evidências. Trata-se de uma maneira de aprofundar o conhecimento sobre os fenômenos em uma unidade individual. Ele serve para responder questionamentos que o pesquisador não tem muito controle sobre o fenômeno estudado (GIL, 2006).

c) Pesquisa-ação:

Esta modalidade de pesquisa consiste em uma metodologia de ação planejada de caráter social/ educacional, técnico entre outros. Serve para possibilitar aos investigadores (participantes) a investigação de sua própria prática, a partir de uma postura e um olhar mais crítico e reflexivo sobre sua realidade. Na pesquisa-ação estão incluídos tanto os pesquisadores quanto os investigados na pesquisa. Assim, busca-se a solução de problemas observados de dentro (YIN, 2005).

d) Documental:

Pode ser apontada como o meio de pesquisa que busca elaborar a leitura e a análise de materiais bibliográficos e documentais diferentes, a exemplo de fotografias, atas, relatórios, cartas, leis e outros documentos. A partir da leitura e interpretação desses

documentos é possível realizar uma pesquisa qualitativa do fenômeno em apreço. Por sua natureza, a pesquisa documental é comumente empregada nas pesquisas em ciências humanas e Sociais (VERGARA, 2005).

e) Estudo de campo:

Por fim, mas não menos importante, o estudo de campo é o meio de pesquisa que ocorre a partir da observação de um determinado local ou de uma específica situação. Nesse sentido, o pesquisador ao mesmo tempo em que tece observações sobre o local pode desenvolver soluções para problemas encontrados. É preciso ter em mente que no desenvolvimento de um estudo de campo a observação de fatos e fenômenos ocorram com fidelidade ao que acontece na situação real e que sejam escolhidos instrumentos de coleta de dados capazes de capturar os fatos relevantes e que os pesquisadores sejam fiéis na análise e interpretação desses dados (GIL, 2006).

A presente pesquisa, no que se refere a seus meios, será uma pesquisa por meio de pesquisa bibliográfica, documental e estudo de campo. A pesquisa bibliográfica será realizada por meio de materiais disponíveis na internet e através do site da empresa RPT Soluções Ambientais Eireli.

Por meio documental através de reunião virtual, visita in-loco, manual da empresa e relatórios fotográficos no setor de logística reversa da empresa. Por fim, a pesquisa de campo, onde a sua principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, onde será realizado análise e coleta de dados para que seja possível identificar os desafios da logística reversa.

#### **3.1.4 Universo e amostra**

Quanto aos conceitos de universo e amostra, trata-se de definir toda a população e a população amostral. O universo é, então, um grupo de pessoas, empresas, que contenham as mesmas características, já a amostra – ou população amostral -, é um subconjunto retirado desse universo para ser estudado em profundidade (GIL, 2006).

Portanto:

Entenda-se, aqui, por população não o número de habitantes de um determinado local, como é largamente conhecido o termo, mas um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo) que possuem características que serão objetos de estudo, População ou amostra é uma parte do universo (população) escolhida segundo algum critério de representatividade. (VERGARA, 2005, p. 33).

A coleta de informações de universo e amostra para a presente pesquisa, será feita no setor de sucatas eletrônicas na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte.

### **3.2 Formas de coleta e análise de dados**

As formas de coleta de dados dizem respeito à maneira como as informações serão colhidas e como servirão de apoio à discussão e os resultados obtidos no processo (VERGARA, 2005). Essas informações, que servirão de base para a discussão e o apontamento de soluções, podem ser obtidas e organizadas de diferentes formas, que estão elencadas abaixo.

- a) Documentação: essa técnica de coleta consiste em buscar em documentos, informações relevantes sobre o fenômeno discutido na pesquisa a fim de elaborar hipóteses, discutir resultados e pensar intervenções. Como documentos, pode-se compreender as cartas, imagens, livros, leis ou documentos internos (nos casos de empresas). Documentos obtidos em arquivos históricos, entre outros (GIL, 2006).
  
- b) Entrevistas: as entrevistas consistem em uma técnica de coleta de dados na qual o pesquisador vai a campo e elaborar perguntas para um ou mais participantes acerca da realidade a ser estudada. As entrevistas podem ser estruturadas, nas quais as perguntas são mais fechadas e pré-definidas. Podem ser, ainda, semiestruturadas em que as perguntas podem guardar uma margem de liberdade conforme avance a conversa com o público entrevistado. Por fim, podem ser entrevistas não estruturadas, nas quais se vai a campo com interesse naquilo que o entrevistado quiser relatar.
  
- c) Observação: já a observação, constitui uma técnica de coleta de dados em que o investigador vai necessitar empregar sua própria visão de vida, seus sentidos e sua própria observação da realidade que busca compreender. A observação também pode se dividir em três diferentes subtipos, a observação simples, na qual fica a cargo apenas do observador presenciar o fato e elaborar análises de suas próprias impressões. A observação participante em que o pesquisador observa e participa da realidade. E a observação sistemática, na qual o pesquisador já sabe, de antemão, quais os aspectos ele vai observar e os objetivos a que pretende chegar nas suas análises (VERGARA, 2005).

- d) Registro de arquivos: nesta modalidade de técnica de coleta de dados, há a sistematização dos dados obtidos a fim de que possam ser consultados em pesquisa futura. Como exemplos, pode-se citar os processos de formação de arquivos públicos, bibliotecas, registros e arquivos das organizações, mapeamento de funções e cargos, entre outros (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para a coleta e análise de dados desta pesquisa será realizado através de entrevista virtual e visita presencial dos integrantes do grupo a empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, para fins de realizar o levantamento interno do processo de logística reversa, diferencial, meios e recursos que são utilizados pela empresa para a logística reversa de sucata eletrônica. A entrevista virtual será respondida pelo gerente de logística do setor de logística reversa da empresa e pelos 3 integrantes deste trabalho.

A visita presencial será feita, dentro das normas estabelecidas para medidas preventivas contra o COVID-19, pelos integrantes do grupo, para coleta de dados. Será utilizado o manual da empresa a fim de estudar o processo de logística reversa utilizado.

Já a análise de dados será realizada pela interpretação dos dados obtidos na observação e no estudo de caso da empresa especializada em linhas de transmissão, de forma qualitativa, portanto, a partir da análise de conteúdo em categorias (BARDIN, 2016).

### **3.3 A organização em estudo**

A empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, situada na região Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), está há mais de 15 anos no mercado atuando na área de gerenciamento de resíduos industriais. Todas as Tecnologias da empresa são exemplos de segurança e cuidado ambiental. Por meio da logística reversa é possível retornar a matéria prima reciclada para a indústria, poupando os recursos naturais finitos. Além de realizar o gerenciamento de resíduos industriais a RPT Soluções Ambientais incentiva e conscientização ambiental de seus funcionários por meio de palestras, teatros e cartilhas, desta forma estabelece o princípio dos 3 Rs- Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

### **3.4 Limitações da pesquisa**

A limitação de pesquisa percebida foi a dificuldade de contato e morosidade na liberação da autorização da empresa RPT Soluções Ambientais Eireli para coleta de informações, entrevistas virtuais e agendamento de visitas para a realização do presente trabalho.

A falta de bibliografia sobre o tema também dificultou o avanço das informações, por não ser um tema tão discutido e a falta de informações precisas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

De acordo com Leite (2003), a Logística Reversa é a área da logística que planeja, opera e controla o fluxo de produtos e informações logísticas do consumidor final até o ciclo produtivo, por meio de canais reversos de distribuição, portanto, implementar a LR em uma empresa ocasiona diversos benefícios, tais como a diminuição de impactos negativos ocasionados pelo descarte incorreto dos resíduos e o aumento dos lucros com a diminuição de aquisição de matéria prima pela empresa, tornando a instituição mais bem vista devido ao seu interesse sustentável.

### **4.1 Mapeamento do processo de logística reversa de resíduos eletrônicos na empresa objeto de estudo**

No dia 10/03/2021, foi realizada uma visita in-loco na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, por todos os integrantes do grupo, para analisar e mapear o processo de Logística Reversa utilizado pela empresa. Atualmente, a sucata eletrônica que a empresa recebe são geradas por indústrias.

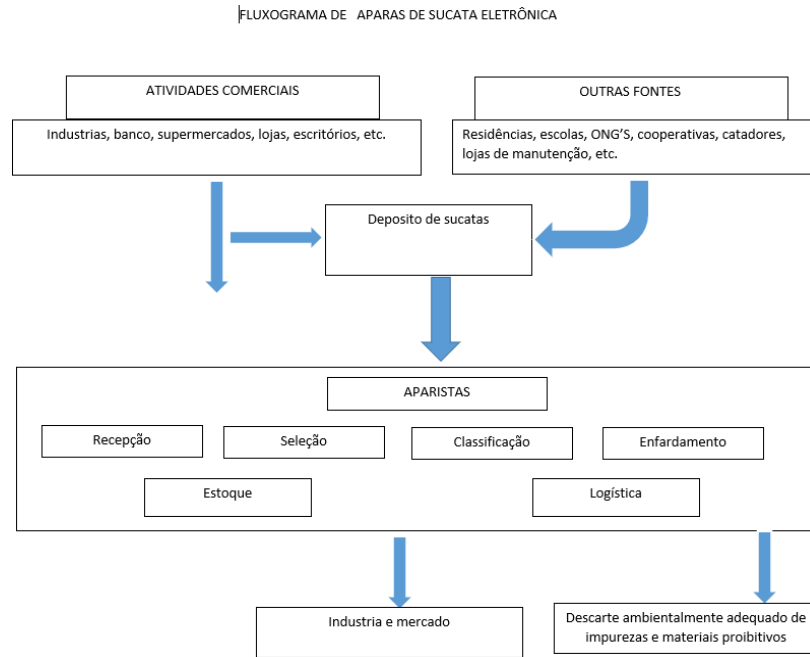
A empresa geradora de sucata eletrônica é responsável pelo seu transporte e destinação final, onde a sucata precisa ser acondicionada em equipamentos apropriados, sendo: caçambas abertas ou caçambas fechadas de modo que o transporte ocorra de modo seguro.

Na Figura 2, é possível identificar os tipos de geradores da sucata eletrônica, após utilização as sucatas são armazenadas em depósito e em seguida é realizada a inspeção das mesmas.

A empresa geradora realiza um levantamento para saber se alguma sucata tem reaproveitamento, caso tenha a mesma é enviada para a empresa recicladora, a RPT Soluções Ambientais Eireli, passa por uma manutenção e retorna para o mercado, caso não tenha reaproveitamento é feita a destinação final, sendo este o processo por onde a sucata eletrônica passa até chegar em seu destinador final.



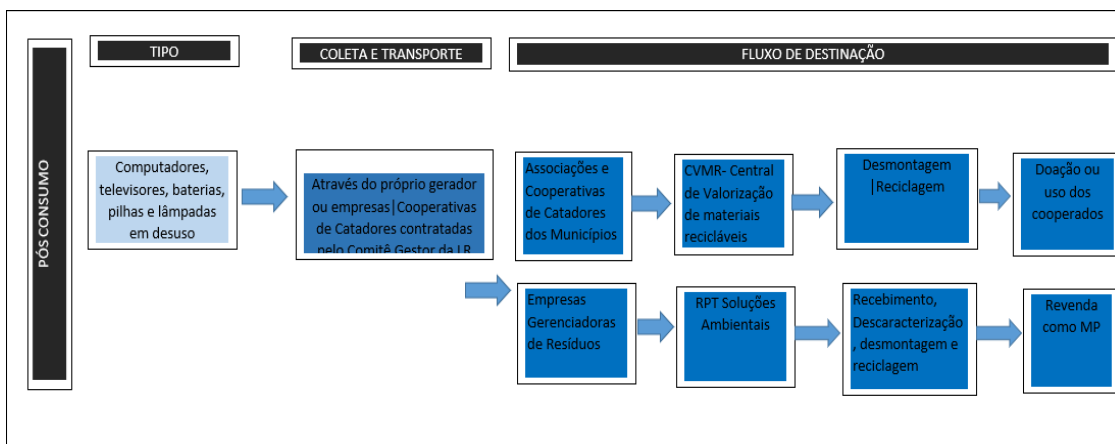
**Figura 2: Fluxograma de aparas**



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É possível acompanhar o caminho que os equipamentos eletrônicos pós-consumo percorrem, se tornando sucatas e então, sendo direcionadas para a empresa destinatária RPT Soluções Ambientais Eireli, observando a Figura 3.

**Figura 3: Fluxograma pós consumo**



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Há um descaso quanto à falta de recursos financeiros por parte do Estado para com

os órgãos de fomento à pesquisa e inovação tecnológica no pós-consumo, fazendo com que se tenha baixos níveis de devolução e reciclagem de produtos eletrônicos e que, por consequência, contaminam o solo e leitos de rio por seu descarte incorreto em lixões e/ou aterros sanitários (DOMINGOS e BLANCHET, 2019).

O Quadro 1 mostra a relação dos produtos e a quantidade que a empresa recebe de seus clientes. É possível observar que a maioria das sucatas que a RPT Soluções Ambientais recebe são materiais de informática.

**Quadro 1:** Quadro de importação

Produto	Quantidade importada
Notebook	70
Teclado	175
Monitor	61
Telefone	15
Roteador	40
Aparelho Sky	8
CPU	80
Televisão	1

Registro de ponte	1
Leitor de tape	1
Caixa de tape	6
Switch	11
Servidor	3
Impressora	7
Projetor	14
Picador de papel	5
HD	18
Caixa de som	2
Processador	5

Cooler	8
Celular	6
Fio desencapado	440
Computador montado	1

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021)

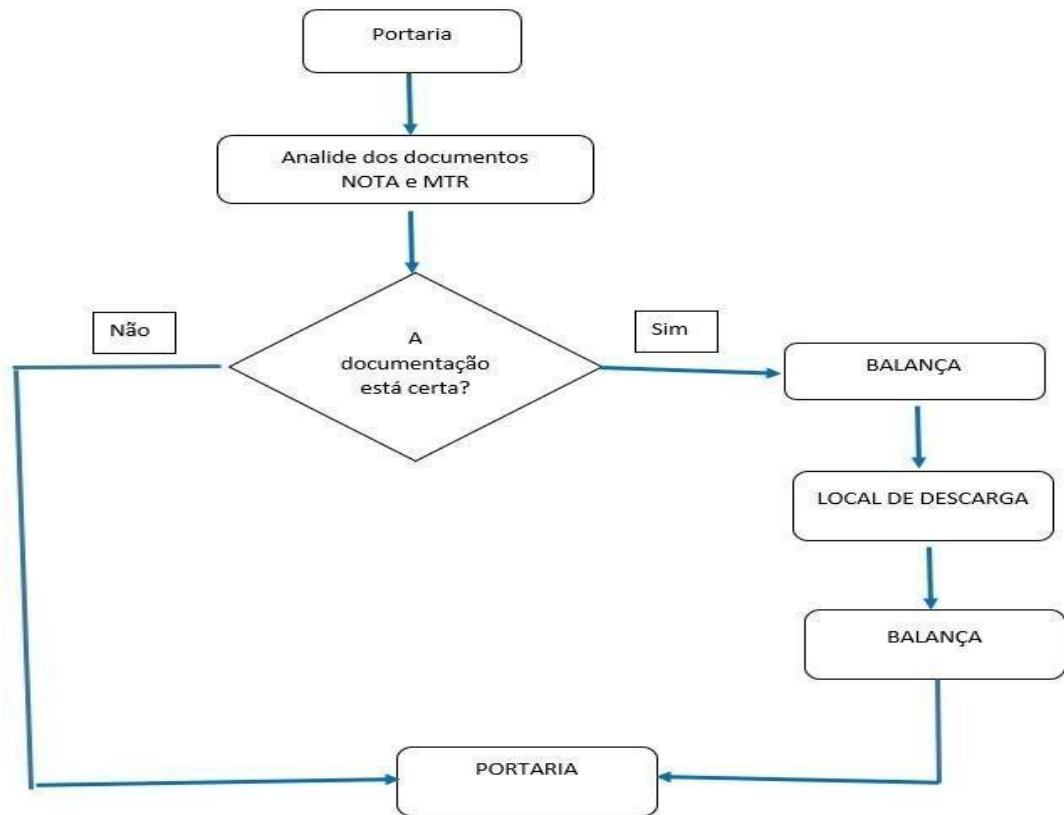
Os produtos que são recebidos em maior quantidade pela empresa são, respectivamente: fio desencapado, teclado, CPU e notebook. Percebe-se que há uma grande diferença entre os materiais mais e menos recebidos.

De forma geral, as sucatas recebidas são desmontadas e separadas de acordo com seu nível de reaproveitamento e tipo de produto, por exemplo, os computadores, após a chegada do mesmo na empresa é realizada a identificação do produto e, em seguida, a separação e descaracterização de seus componentes (plásticos, metais, placas de circuito impresso, etc.). O volume é reduzido por trituração, para que assim seja minimizado os custos do transporte (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

Com a ajuda do fluxograma (Figura 4), é possível acompanhar o processo de recebimento da sucata eletrônica na empresa. O veículo que está transportando a sucata passa pela portaria, o porteiro é responsável por verificar a documentação “NOTA e MTR ELETRÔNICO (Manifesto de Transporte de Resíduo)”, com a documentação correta e liberada pelo porteiro o veículo é direcionado para a balança onde é realizado sua pesagem, em seguida o veículo é encaminhado para o local onde será iniciado o processo de descarga. A carga é descarregada na área da Logística Reversa que fica no setor superior do pátio da RPT Soluções Ambientais Eireli. Após a descarga o veículo é pesado novamente para que seja possível obter o peso bruto da carga.

**Figura 4:** Fluxograma de recebimento

FLUXOGRAMA DE PROCESSO DE RECEBIMENTO DA SUCATA ELETRÔNICA DENTRO DA RPT  
SOLUÇÕES AMBIENTAIS EIRELI



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Processo após recebimento da sucata eletrônica na empresa:

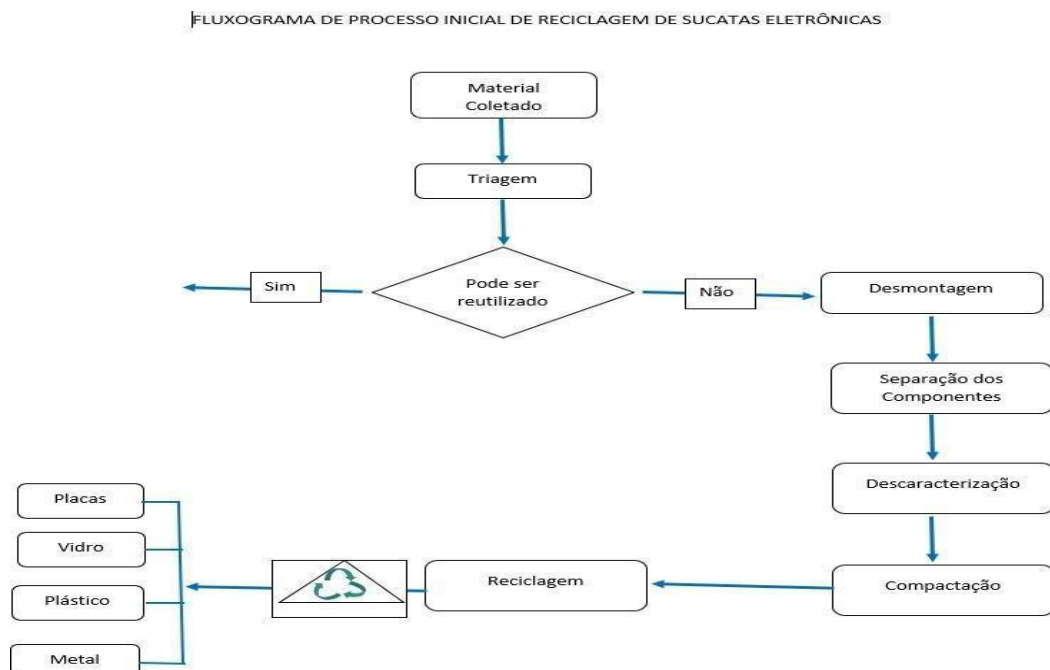
- Descaracterização de documentos;
- Descarte de arquivo morto;
- Descarte de fitas magnéticas;
- Destruição de arquivos.

A reciclagem dos resíduos eletrônicos contribui para a redução da extração de recursos naturais não renováveis que podem ser recuperados no processo, além da preservação do meio ambiente, que inclui a preservação de fontes naturais, mas para que isso ocorra, a participação da sociedade deve ser maior.

O processo de reciclagem das sucatas eletrônicas recebidas pela empresa inicia-se pelo processo de triagem, como é possível observar na Figura 5, em seguida é realizada uma análise para identificar as sucatas que possuem reaproveitamento; as que não possuem são direcionadas para descarte no ATERRO CLASSE I e as que

possuem reaproveitamento são encaminhadas para o processo de desmontagem. O equipamento é desmontado e então é realizada a separação dos componentes, em seguida é feito a descaracterização e a compactação, em alguns eletrônicos é realizada a destruição dos arquivos mortos.

**Figura 5:** Fluxograma de processo inicial de reciclagem de sucatas eletrônicas



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021)

Já na reciclagem energética, os resíduos plásticos são utilizados como combustível na geração de energia elétrica. O calor liberado com a incineração do plástico é similar ao liberado com a queima de óleo combustível (1 kg de plástico libera energia equivalente à queima de 1 kg de óleo combustível) (GERBASE; OLIVEIRA, 2012). O processo de incineração vai fazer com que o resíduo se torne menos perigoso, ou seja, se ele é um resíduo Classe I, quando ele passa pela incineração se torna um resíduo Classe II pois é levado a queima em alto forno, liberando seus gases.

Por fim a sucata eletrônica retorna para o mercado como matéria prima, sendo:

- Ferroso: Retorna em forma de perfis, chapas, vergalhões e granalha;
- Pilhas e baterias: É realizado a incineração em cimenteiras, onde a mesma retorna para o mercado como forma de Biomassa tornando se inerte;
- Componentes eletrônicos: É realizado o processo de trituração, em

seguida é retirado os resíduos não ferrosos e materiais nobres, tais como: Ouro, sílica, alumínio, cobre e tungstênio;

- Lâmpadas, televisores (antigos) e monitores: É realizado o processo de trituração, onde são retirados os resíduos não ferrosos, o vidro da lâmpada libera um pó conhecido como pó de fósforo, é realizada a incineração deste pó e o mesmo retorna para o mercado como biocombustível.

#### **4.2 Os desafios da logística reversa dos resíduos descartados de forma incorreta**

Os equipamentos eletrônicos descartados pós-consumo tornaram-se um problema ambiental e as suas proporções estão cada vez maiores. Essa sucata libera substâncias que estão presentes em seus componentes e quando dispostas inadequadamente causam a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além de terem efeito acumulativo em todos os níveis tróficos, que conseqüentemente trará danos à saúde humana.

Dessa forma, é indispensável o desenvolvimento de um planejamento de gestão ambiental que visa amenizar e/ou resolver a questão. Como objetivo de minimizar esse problema a reciclagem dos resíduos é uma prática eficiente (DEL GROSSI, 2011).

Um dos principais desafios de se fazer possível a reciclagem de um resíduo que fora descartado de maneira incorreta é a dificuldade de reutilização pela degradação de seus componentes, além do custo para com a regeneração e limpeza.

Na reciclagem dos materiais plásticos, a RPT Soluções Ambientais Eireli responsabiliza-se por uma linha de lavagem e de extrusão, assegurando um elevado nível de pureza do produto final, de forma com que os padrões de qualidade estabelecidos pela empresa sejam mantidos.

## 5 CONCLUSÃO

O Brasil não conseguiu acompanhar o crescimento do consumo de produtos tecnológicos que geram resíduos eletrônicos, não sendo capaz de realizar a reciclagem desses resíduos de forma com que o meio ambiente não fosse afetado de maneira tão severa, tampouco a sociedade está preparada para lidar com os resíduos desses produtos.

Quando comparado, é perceptível as diferenças na gestão do lixo eletrônico entre países que possuem estratégias e políticas para o recolhimento correto dos resíduos eletrônicos e países que não os possuem. Diante disso é importante garantir que as empresas utilizem a logística reversa como tecnologia voltada para o recolhimento e o tratamento correto dos resíduos eletrônicos, retornando-os para o mercado.

No Brasil existem poucas empresas como a RPT Soluções Ambientais Eireli que atuam na área da coleta e destino de resíduos industriais, sendo uma empresa que tem consciência ambiental, que tem como preocupação primordial, o meio ambiente, razão porque dispõe de licença de atuação junto ao Conselho de Política Ambiental (COPAM)/Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) , estando apta a trabalhar com resíduos industriais não tóxicos.

A empresa que realiza a Logística Reversa internamente consegue zerar o resíduo gerado e assim valorizar o mesmo. Quando a empresa realiza a compra do resíduo a partir de terceiros e os processa, ela tem uma matéria-prima no valor de 50% da matéria-prima virgem. Outras empresas utilizam um percentual de material virgem e uma outra porcentagem reciclável fazendo uma blenda que também proporciona uma economia significativa.

Após mapear a RPT Soluções Ambientais Eireli foi possível concluir que é possível a minimização de resíduos sólidos urbanos (RSU) englobando a utilização conjunta da trituração, a compactação, incineração e reciclagem de materiais, possibilitando a reintegração desses resíduos no mercado.

Para diminuir a quantidade de “rejeitos”, pode-se sugerir a fabricação de produtos que possuam um ciclo de vida mais duradouro, diminuindo a compra excessiva que acarreta em uma produção maior de resíduos descartados.

As pessoas irão implementar e realizar a logística como uma tecnologia utilizada em seu dia-a-dia somente quando forem criadas políticas públicas de educação ambiental para a separação dos resíduos sólidos por parte dos consumidores, além da implementação de práticas inteligentes para reutilização desses produtos.

Outra estratégia é induzir as empresas produtoras de materiais eletrônicos a criarem pontos de coleta e descarte para que os consumidores possam realizar o despojo corretos dessas sucatas, possibilitando uma melhor forma de reaproveitamento para os resíduos que podem ser considerados como lixo e despejados de forma inadequada em aterros ou lixões. Através das propostas apresentadas, têm como expectativa a elaboração de trabalhos futuros baseados nas empresas geradoras de resíduos, incentivando-as a utilizar materiais reciclados e na implementação de pontos de coletas de resíduos eletrônicos, tendo como principal objetivo a conservação do meio ambiente.



## 6 REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2015.

ARAGÃO, R. W. et al., Gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletrônicos no IFPB–Campus de Sousa: Análise à luz da sustentabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 01-08, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 10004: **Resíduos sólidos–classificação**. Rio de Janeiro, p. 9-11, 2004.

BARROSO-KRAUSE, C. **Eficiência energética em habitações de interesse social**. Ministério das Cidades, 2005.

BORGES, A. **Lixo eletrônico vira montanha de problemas**. Computerworld – Edição 421. 2004.

BRASIL. LEI 12.305 de 2010 < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>, Acesso em agosto de 2020.

BRASIL. Lei nº 2061, de 2007. **Dispõe Sobre A Coleta, A Reciclagem e A Destinação Final de Aparelhos Eletrodomésticos e Eletroeletrônicos**. Distrito Federal, 2007.

CALDERONI, S. **Bilhões \$ perdidos \$ no lixo**. 4ª edição. São Paulo: Humanitas/USP, 2003.

CETESB. **Motivadores e Objetivos da Logística Reversa**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites>. 2013. Acesso em setembro de 2020

CHIAN, CCT. CARVALHO, CE. **Avaliação dos Custos Completos dos Recursos Energéticos na Produção Integrada de Termofosfatos no MPP**. Relatório Final do Projeto de Formatura. PEA–EPUSP, São Paulo, 1997.

CORRÊA, T. L. **Bioacumulação de metais pesados em plantas nativas a partir de suas disponibilidades em rochas e sedimentos: o efeito na cadeia trófica.** Dissertação de mestrado, Ouro Preto, 2006.

DOMINGOS, I. M. N.; BLANCHET, L. A. Programas de compliance e a responsabilidade da empresa na fase de pós-consumo de lixo eletrônico. **Veredas do direito**, v. 16, n. 35, P. 269-295, maio/agost. 2019.

DONATO, V. Logística Verde: Uma Abordagem Sócio-Ambiental. 1.ed.: **Editora Moderna**, 2008. 276p.

DOWLATSHAHI, S. **Developing a theory or reverse logistics.** Divisão de Administração da Universidade de Missouri. Kansas. 2000.

DWIVEDY, M.; MITTAL, R. K. An investigation into e-waste flows in India. **Journal of Cleaner Production**, v. 37, p. 229-242, 2012.

FERRAZ NETO, F. **A relação da logística com a administração financeira e seus impactos nos índices financeiros de uma organização.**

FERREIRA, J, M. B. de; FERREIRA, C. A. A Sociedade da Informação e o Desafio da Sucata Eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. Vol. III, N°. 3, Ano 2008.

FIEB (2010) **Estatísticas da Federação das Indústrias do Estado da Bahia.** Disponível em [www.fieb.org.br](http://www.fieb.org.br) , acesso em setembro de 2020.

GALVÃO, H. M.; BRENZAN, R.; DE OLIVEIRA, L. M. **A logística reversa aplicada na política nacional de resíduos sólidos e na lei estadual paulista do resíduo tecnológico em Pindamonhangaba–SP.** Diálogo, n. 33, p. 141-169, 2016.

GALVÃO, L. C. R. **Energia de resíduos sólidos como mecanismo de desenvolvimento limpo.** Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012.

GEREMIA, G. **Viabilidade energética da operação de motores a biogás acoplados a sistema de remoção de gás carbônico**. 2013.

GIL, A. C. **Metodologia científica**. São Paulo, v. 3, 2006.

GOMES; C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação**. 1. ed.: **Editora Thomson**, 2004. 372p.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa**. **Editora Clube dos Autores**. 2014. Disponível em: <http://www.cempre.org.br>. Acesso em: agt de 2020.

ITU CONFERENCE. **The International Telecommunication Union**. Nairobi (2017).

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

KANAMURA, A. H. **Projeto Social e Mortalidade infantil: o caso Paraisópolis**. São Paulo: **Instituto Israelita de Responsabilidade Social da Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein–SBIBAE**, 2009.

KANAYAMA, P. H. **Minimização de resíduos sólidos urbanos e conservação de energia**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LACERDA, M. G. **Análise de uso de SIG no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares em uma cidade de pequeno porte**. 2003.

LEITE, P. R. **Logística reversa – meio ambiente e competitividade**. **Ed. Pearson Education, do Brasil Ltda**. 2003.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

MARTINS, V. M. A.; SILVA, G. C. C., **Logística Reversa no Brasil: Estado das Práticas**. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP**. In: **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza, 2006.

RESENDE, E.L. **Canal de Distribuição Reverso na Reciclagem de Pneus:**

**Estudo de Caso.** 2004. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial/Rio de Janeiro/2004.

ROCHA, E. G. de A. **Os resíduos sólidos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização: um estudo de caso no Distrito Federal.** 2006.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; DE BRITO, M. J. Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 2, 2015.

SLAVEC, G. de B.; MANTOVANI, M. S. M.; SHUKOWSKY, W. Estudo gravimétrico do maciço alcalino de poços de caldas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 2, p. 275-280, 2016.

STOCK, J. R. Programas de Logística Reversa. **Conselho de Gestão Logística, Illinois**, 1998. p. 247.

USHIZIMA, M. M.; MARINS, F. A. S.; MUNIZ JUNIOR, J. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Cenário da Legislação Brasileira com Foco nos Resíduos Eletroeletrônicos. In: **Simpósio de excelência em gestão e tecnologia**, 11., 2014, São Paulo. Aedb, 2014. p. 1-16.

YIN, R. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001. 2ª edição.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração.** Atlas, 2005.

XAVIER, L. H.; VIEIRA, R.; SOARES, A. D.; MEDEIROS, R. P.; MARTINS, A.;

SILVEIRA, M. C. e FERREIRA, P. **Resíduos eletroeletrônicos na Região Metropolitana do Recife (RMR): Guia prático para um ambiente sustentável.** Recife: Massangana, 2010.

## APÊNDICE

# LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICO: ESTUDO DE CASO DA EMPRESA RPT SOLUÇÕES AMBIENTAIS EIRELI SITUADA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - MG

Karla Caroline Ribeiro Santana <sup>1</sup>

Miria Viana Da Silva<sup>2</sup>

Warlen Dos Santos Leite <sup>3</sup>

Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

## RESUMO

Os resíduos eletrônicos conhecidos como sucata eletrônica são os subprodutos gerados da fabricação, venda e uso de produtos como computadores, pilhas, televisores e celulares. Com a falta de fiscalização o descarte é realizado como lixo comum, o que pode gerar danos para o meio ambiente. Entretanto, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é de responsabilidade da organização “fabricante “ acompanhar o ciclo do produto bem como realizar o descarte destes resíduos sólidos. O presente estudo tem como objetivo analisar a importância da Logística Reversa, estudo gravimétrico, meios e tecnologias que são utilizados para a reciclagem e revenda dos componentes eletroeletrônicos e o seu retorno para o mercado. Esse estudo foi realizado através de pesquisas e visita in loco na empresa licenciada RPT Soluções Ambientais Eireli que é responsável pelo recebimento destes resíduos sólidos e que possui como ferramenta a Logística Reversa, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Os resultados da pesquisa apontaram que, embora o descarte incorreto de resíduos eletrônicos ainda seja um grande problema na sociedade, com a implementação da Logística Reversa nas empresas esses resíduos se reduziram de maneira significativa. Diante disso, existe a necessidade da criação de mais empresas como a RPT Soluções Ambientais Eireli que recolhem esse material eletrônico, processando-o e reciclando-o, e o retorna para o mercado, tendo como maior beneficiado deste processo o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Logística Reversa. Reciclagem. Sustentabilidade e Resíduos Eletrônicos

---

1 Graduando em Engenharia de Produção – FEAMIG.

2 Graduando em Engenharia de Produção – FEAMIG.

3 Graduando em Engenharia de Produção – FEAMIG.

4 Engenheira de Produção; Especialista em Gestão de Negócios em Petróleo e Gás; Mestre Engenharia Metalúrgica e de Minas; Docente da FEAMIG e da FASEH; orientadora.

## 1 INTRODUÇÃO

A Logística Reversa se apresenta como tema moderno no campo da engenharia de produção, tomando destaque nos últimos anos pela preocupação que a sociedade assumiu, não somente quanto aos processos de criação das empresas, mas também ao destino dos recursos oriundos dos processos produtivos no mundo empresarial. Tão importante quanto produzir é saber a destinação e o descarte adequados ao que se produziu.

Em sentido amplo, pode-se entender o termo “Logística Reversa” como a preocupação com os processos relacionados ao reaproveitamento das matérias produzidas. Entende-se também como as atividades logísticas de coletar resíduos que podem ganhar novas utilidades, que levam ao desenvolvimento industrial mais sustentável e ecológico buscando um ambiente mais protegido e saudável. Sem dúvida, a logística reversa tem assumido contornos de temas de importância ímpar ao estudo da engenharia e das ciências que ocupem tanto o processo produtivo quanto às políticas de gestão sustentáveis para o meio ambiente.

Embora a Logística Reversa esteja em crescimento quando se trata da gestão de processos produtivos em diversas empresas de diferentes ramos, ainda existe um campo onde ela é tão essencial quanto desafiante. Este ramo de produção é o de produtos eletrônicos, estes produtos são conhecidos por sua não durabilidade, alta rotatividade e riscos para o meio ambiente se descartados sem cuidados específicos.

Este tipo de resíduo sólido, também conhecido como e-waste, evidenciam um campo de preocupação para a engenharia de produção e para a gestão sustentável de empresas, já que representam um volume expressivo de lixo e seu consumo cresce na medida em que novos produtos são fabricados e adquiridos, sem preocupações com o que deve ser feito com eles no pós-consumo.

Este tipo de material, é culturalmente descartado em aterros sanitários e lixões, que constituem a forma de descarte mais utilizada – e também por isso a mais preocupante, já que não oferece proteção alguma ao meio ambiente, culminando na contaminação de solo, água e acidentes com pessoas que trabalham nestes locais, mesmo contrariando a legislação vigente. Portanto, este estudo tratará sobre a Logística Reversa dos resíduos eletrônicos, estudo gravimétrico, meios e tecnologias que são utilizados para a reciclagem e revenda dos componentes eletroeletrônicos e o seu retorno para o mercado, através de pesquisas e visita in- loco na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, uma empresa Licenciada que está localizada na RMBH.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Resíduos Sólidos**

Existem diversas definições do que sejam Resíduos Sólidos, em linhas gerais, podem ser vistos como as sobras da interação humana com o meio ambiente. Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Técnica Brasileira (NBR) (2004), Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são aqueles encontrados tanto nos estados sólido e semissólido, que derivam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, além daqueles obtidos após serviços de limpeza urbana.

As práticas voltadas para a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos devem levar em consideração a estratégia dos 3 R's, isto é, "Reduzir", "Reutilizar" e "Reciclar", apenas após o estudo da aplicabilidade das três possibilidades a um determinado RSU ele deve ser, de fato, descartado (KANAYAMA, 1999).

### **2.2 Resíduos Sólidos Eletrônicos**

Existem diversos tipos de RSU, onde cada tipo de lixo exige determinada forma de tratamento, entretanto, o conceito que caracteriza melhor o lixo eletrônico resultante do uso e descarte de produtos como peças de computadores, celulares e eletrodomésticos descartados é a de resíduos de equipamentos eletrônicos, isto porque, embora esses produtos tenham componentes potencialmente causadores de risco à saúde humana e meio ambiente, eles também possuem componentes como metais de alto valor que podem ser recuperados e fazer parte novamente do ciclo de produção, inclusive com geração de lucro (DWIVEDY; MITTAL, 2012).

### **2.3 Coleta dos Resíduos Eletrônicos**

Embora os avanços tecnológicos sejam importantes para o mundo em que vivemos, facilitando a vida das pessoas, aproximando distâncias, também são responsáveis por colocar no mercado produtos com ciclos de vida cada vez menores.

Isso impacta diretamente na necessidade de criação de estratégias para lidar com o resíduo eletrônico produzido, que também aumenta, já que se o

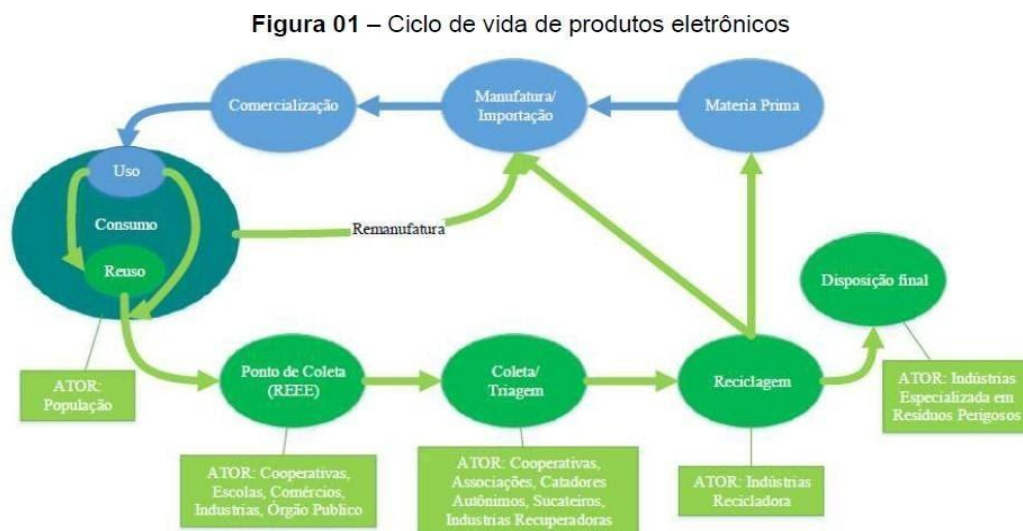
produto não retorna à cadeia produtiva é descartado inadequadamente, se amontoando nos chamados lixões, causando impactos negativos no meio ambiente e deixando de explorar uma oportunidade de negócios que pode ser o reaproveitamento e o reuso, a partir de estratégias de logística reversa desses materiais (SANT'ANNA *et al.*,2015).

Segundo Leite (2003), a coleta de resíduos sólidos pode ser dividida em três diferentes modalidades, a coleta do lixo urbano, a seletiva e a informal. Assim, a coleta do lixo urbano pode ser definida como sendo a forma pela qual se recolhe todo o resíduo descartado por habitantes de um espaço urbano, o chamado lixo residencial, podem ser resíduos orgânicos e inorgânicos, de diferentes volumes e que, após a coleta são colocados à disposição dos órgãos públicos para destinação específica, geralmente esta coleta é realizada por meio de aparato público, como as empresas de limpeza urbana.

A segunda modalidade, é a coleta seletiva que se realiza de forma muito próxima à coleta de resíduo domiciliar urbano, ela é realizada de forma individual, tanto em nível domiciliar quanto em resíduo de origem comercial, ou ainda por meio de pontos de entrega voluntária. Este tipo de coleta visa separar o lixo que deve ser descartado daquele que pode ser reciclado.

Por fim, a coleta informal é caracterizada pela captação manual e em pequenas quantidades do resíduo sólido, realizado por catadores, de maneira informal ou ainda por cooperativas de reciclagem, sendo uma das que mais contribui para a reciclagem de resíduos reaproveitáveis (BARROSO-KRAUSE, 2005).

O ciclo ideal pensado para o resíduo sólido eletrônico deve se preocupar com os impactos deste tipo de eletrônico desde a produção, comercialização, ciclo de distribuição, descarte e reaproveitamento. Como a Figura 1, mostra.





Os equipamentos eletrônicos, quando são utilizados e estão em ponto de descarte, denominados resíduos sólidos eletrônicos, são compostos por diversos de materiais com alto potencial poluidor e contaminante, dentre eles estão os plásticos, vidros e metais pesados. Portanto, é crucial que seu descarte e destinação sejam realizados de maneira adequada, conforme parâmetros de gestão de resíduos sólidos, já que quando descartados indevidamente no meio ambiente, podem proporcionar sérios danos, uma vez que causam a poluição e contaminação do solo e das águas, além de danos indiretos à saúde humana, fauna e flora (GONÇALVES, 2008). Isto porque, além dos metais presentes nos artefatos eletrônicos, eles também são compostos por material plástico e vidros, sendo que estes são materiais com longo tempo de decomposição quando dispostos de forma irregular no solo, enquanto que os metais pesados, tais como chumbo, mercúrio e cádmio, presentes nas pilhas e baterias, são altamente tóxicos aos seres vivos, provocando doenças graves em animais e plantas, além de sofrerem o processo de bioacumulação de materiais inorgânicos no solo, e de biomagnificação, que é o acúmulo de substâncias nos organismos vivos (nota pessoal do autor).

## **2.4 Logística Reversa**

A Logística Reversa se refere ao papel da logística no retorno de produtos, redução da fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição dos resíduos, reforma, reparação e remanufatura. Ou seja, ela se ocupa da destinação final do produto, sua recolha. É importante destacar, que ter um meio ambiente equilibrado através de processos produtivos conscientes, bem organizados e sustentáveis, é uma preocupação que tem atingido também os consumidores, portanto, as adoções de medidas nesse sentido valorizam a marca da empresa, bem como, sua presença no mercado (STOCK, 1998, p. 465)

Segundo Guarnieri (2014), no que se refere à logística reversa, ela pode ser compreendida como uma forma de gerenciamento de resíduos sólidos, mas deve ser monitorada por meio de instrumentos próprios. No setor de eletrônicos, o gasto de recursos e a geração de resíduos podem variar conforme se modificam as localidades, os modelos, os tipos de materiais utilizados, além de

fatores culturais e demográficos dos consumidores deste tipo de material.

No que se refere à logística reversa, ela pode ser compreendida como uma forma de gerenciamento de resíduos sólidos, mas deve ser monitorada por meio de instrumentos próprios. No setor de eletrônicos, o gasto de recursos e a geração de resíduos podem variar conforme se modificam as localidades, os modelos, os tipos de materiais utilizados, além de fatores culturais e demográficos dos consumidores deste tipo de material (GUARNIERI, 2014).

Isto porque, pode haver localidades onde tanto as empresas quanto os consumidores tenham maior conscientização em torno na geração e da gestão dos resíduos sólidos eletrônicos, com a educação, industrialização e natureza estrita relação com os índices de resíduos resultantes, a data validade e tempo de necessidade de substituição das peças, ações que sempre dependerão de gastos de recursos naturais (JOHN, 2000).

## **2.5 A organização em estudo**

A empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, situada na região Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), está há mais de 15 anos no mercado atuando na área de gerenciamento de resíduos industriais. Todas as Tecnologias da empresa são exemplos de segurança e cuidado ambiental. Por meio da logística reversa é possível retornar a matéria prima reciclada para a indústria, poupando os recursos naturais finitos. Além de realizar o gerenciamento de resíduos industriais a RPT Soluções Ambientais incentiva e conscientização ambiental de seus funcionários por meio de palestras, teatros e cartilhas, desta forma estabelece o princípio dos 3 Rs- Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

## **3 METODOLOGIA**

A presente pesquisa é aplicada, já que tratou-se de um estudo empírico e gravimétrico sobre os desafios da logística reversa de sucata eletrônica na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli.

Apointa-se que a natureza desta pesquisa foi quali - quantitativa, pois alia dois métodos, tratando-se de um estudo empírico e gravimétrico sobre os desafios da logística reversa de sucata eletrônica na empresa.

Quanto aos fins, classifica-se em pesquisa descritiva, pois realizou-se o

levantamento de dados, análise dos dados, entrevistas e uso de questionários, com o objetivo de analisar características, fenômenos e experiências observadas no setor de logística reversa de sucata eletrônica na empresa objeto de estudo.

A presente pesquisa, no que se refere a seus meios, foi uma pesquisa por meio de pesquisa bibliográfica, documental e estudo de campo. A pesquisa bibliográfica será realizada por meio de materiais disponíveis na internet e através do site da empresa objeto de estudo.

Por meio documental através de reunião virtual, visita in-loco, manual da empresa e relatórios fotográficos no setor de logística reversa da empresa. Por fim, a pesquisa de campo, onde a sua principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, onde realizou-se a análise e coleta de dados para que seja possível identificar os desafios da logística reversa.

A coleta de informações de universo e amostra para a presente pesquisa, foi feita no setor de sucatas eletrônicas na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte.

Para a coleta e análise de dados desta pesquisa foi realizado através de entrevista virtual e visita presencial dos integrantes do grupo a empresa, para fins de realizar o levantamento interno do processo de logística reversa, diferencial, meios e recursos que são utilizados pela empresa para a logística reversa de sucata eletrônica. A entrevista virtual foi respondida pelo gerente de logística do setor de logística reversa da empresa e pelos 3 integrantes deste trabalho.

A visita presencial foi feita, dentro das normas estabelecidas para medidas preventivas contra o COVID-19, pelos integrantes do grupo, para coleta de dados. Utilizado o manual da empresa a fim de estudar o processo de logística reversa utilizado.

Já a análise de dados foi realizada pela interpretação dos dados obtidos na observação e no estudo de caso da empresa especializada em linhas de transmissão, de forma qualitativa, portanto, a partir da análise de conteúdo em categorias (BARDIN, 2016).

A limitação de pesquisa percebida foi a dificuldade de contato e morosidade na liberação da autorização da empresa RPT Soluções Ambientais Eireli para coleta de informações, entrevistas virtuais e agendamento de visitas para a realização do presente trabalho.

A falta de bibliografia sobre o tema também dificultou o avanço das informações, por não ser um tema tão discutido e a falta de informações precisas.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 Mapeamento do processo de logística reversa de resíduos eletrônicos na empresa objeto de estudo**

No dia 10/03/2021, foi realizada uma visita in-loco na empresa RPT Soluções Ambientais Eireli, por todos os integrantes do grupo, para analisar e mapear o processo de Logística Reversa utilizado pela empresa. Atualmente, a sucata eletrônica que a empresa recebe são geradas por indústrias.

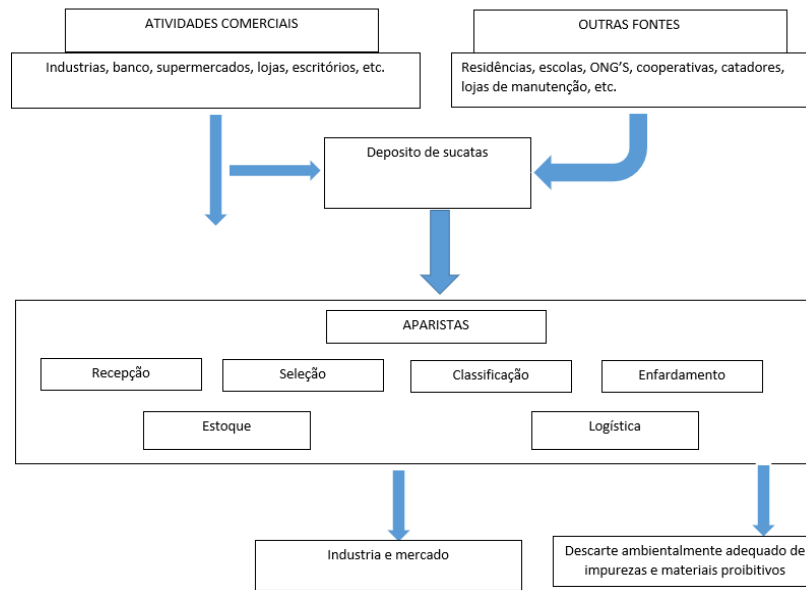
A empresa geradora de sucata eletrônica é responsável pelo seu transporte e destinação final, onde a sucata precisa ser acondicionada em equipamentos apropriados, sendo: caçambas abertas ou caçambas fechadas de modo que o transporte ocorra de modo seguro.

Na Figura 2, é possível identificar os tipos de geradores da sucata eletrônica, após utilização as sucatas são armazenadas em depósito e em seguida é realizada a inspeção das mesmas.

A empresa geradora realiza um levantamento para saber se alguma sucata tem reaproveitamento, caso tenha a mesma é enviada para a empresa recicladora, a RPT Soluções Ambientais Eireli, passa por uma manutenção e retorna para o mercado, caso não tenha reaproveitamento é feito a destinação final, sendo este o processo por onde a sucata eletrônica passa até chegar em seu destinador final.

**Figura 2:** Fluxograma de aparas

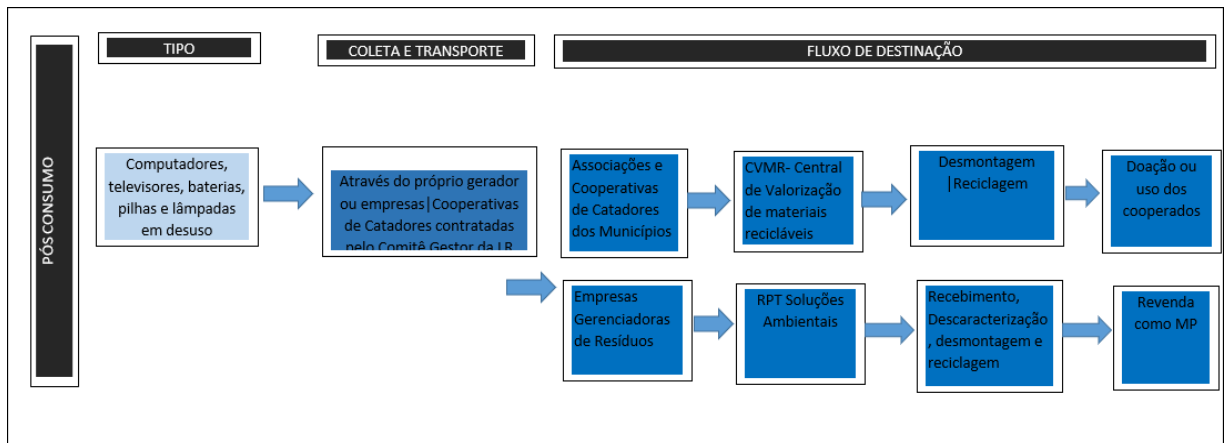
FLUXOGRAMA DE APARAS DE SUCATA ELETRÔNICA



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É possível acompanhar o caminho que os equipamentos eletrônicos pós-consumo percorrem, se tornando sucatas e então, sendo direcionadas para a empresa destinatária RPT Soluções Ambientais Eireli, observando a Figura 3.

Figura 3: Fluxograma pós consumo



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Há um descaso quanto à falta de recursos financeiros por parte do Estado para com os órgãos de fomento à pesquisa e inovação tecnológica no pós-consumo, fazendo com que se tenha baixos níveis de devolução e reciclagem de produtos eletrônicos e que, por consequência, contaminam o solo e leitos de rio por seu descarte incorreto em lixões e/ou aterros sanitários (DOMINGOS e BLANCHET, 2019).

O Quadro 1 mostra a relação dos produtos e a quantidade que a empresa recebe de seus clientes. É possível observar que a maioria das sucatas que a RPT Soluções Ambientais recebe são materiais de informática

**Quadro 1:** quadro de importação

<b>Produto</b>	<b>Quantidade importada</b>
<b>Notebook</b>	<b>70</b>
<b>Teclado</b>	<b>175</b>
<b>Monitor</b>	<b>61</b>
<b>Telefone</b>	<b>15</b>
<b>Roteador</b>	<b>40</b>
<b>Aparelho Sky</b>	<b>8</b>
<b>CPU</b>	<b>80</b>
<b>Televisão</b>	<b>1</b>
<b>Registro de ponte</b>	<b>1</b>
<b>Leitor de tape</b>	<b>1</b>
<b>Caixa de tape</b>	<b>1</b>
<b>Switch</b>	<b>6</b>
<b>Servidor</b>	<b>11</b>
<b>Impressora</b>	<b>3</b>
<b>Projeter</b>	<b>7</b>

<b>Picador de papel</b>	<b>14</b>
<b>HD</b>	<b>5</b>
<b>Caixa de som</b>	<b>18</b>
<b>Processador</b>	<b>2</b>
<b>Cooler</b>	<b>5</b>
<b>Celular</b>	<b>8</b>
<b>Fio desencapado</b>	<b>6</b>
<b>Computador montado</b>	<b>440</b>

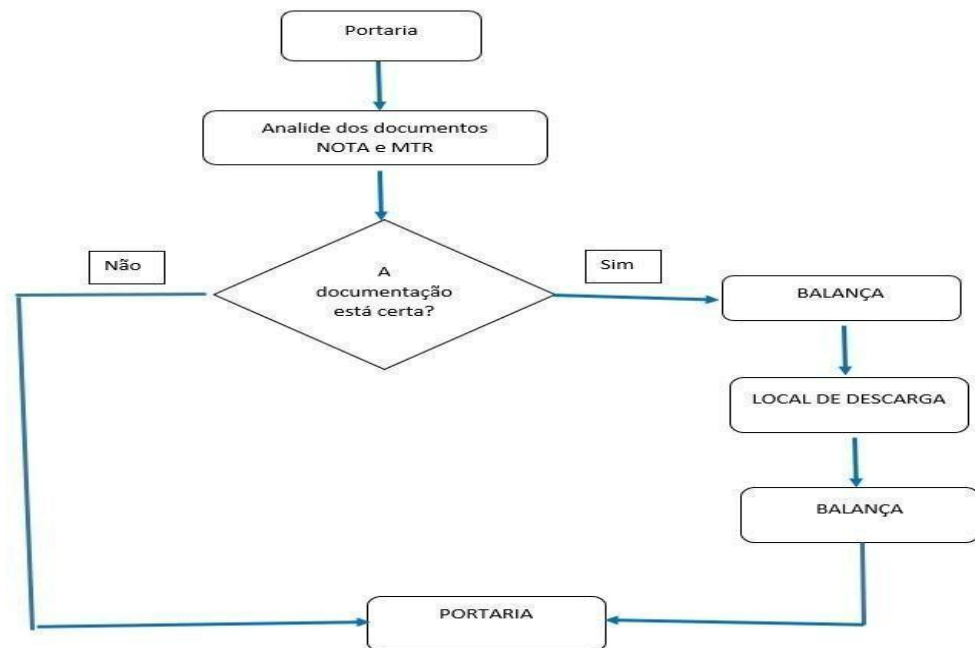
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021)

Os produtos que são recebidos em maior quantidade pela empresa são, respectivamente: fio desencapado, teclado, CPU e notebook. Percebe-se que há uma grande diferença entre os materiais mais e menos recebidos.

De forma geral, as sucatas recebidas são desmontadas e separadas de acordo com seu nível de reaproveitamento e tipo de produto, por exemplo, os computadores, após a chegada do mesmo na empresa é realizada a identificação do produto e, em seguida, a separação e descaracterização de seus componentes (plásticos, metais, placas de circuito impresso, etc.). O volume é reduzido por trituração, para que assim seja minimizado os custos do transporte.

Com a ajuda do fluxograma (Figura 4), é possível acompanhar o processo de recebimento da sucata eletrônica na empresa. O veículo que está transportando a sucata passa pela portaria, o porteiro é responsável por verificar a documentação “NOTA e MTR ELETRÔNICO (Manifesto de Transporte de Resíduo)”, com a documentação correta e liberada pelo porteiro o veículo é direcionado para a balança onde é realizado sua pesagem, em seguida o veículo é encaminhado para o local onde será iniciado o processo de descarga. A carga é descarregada na área da Logística Reversa que fica no setor superior do pátio da RPT Soluções Ambientais Eireli. Após a descarga o veículo é pesado novamente para que seja possível obter o peso bruto da carga.

**Figura 4:** Fluxograma de recebimento



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Processo após recebimento da sucata eletrônica na empresa:

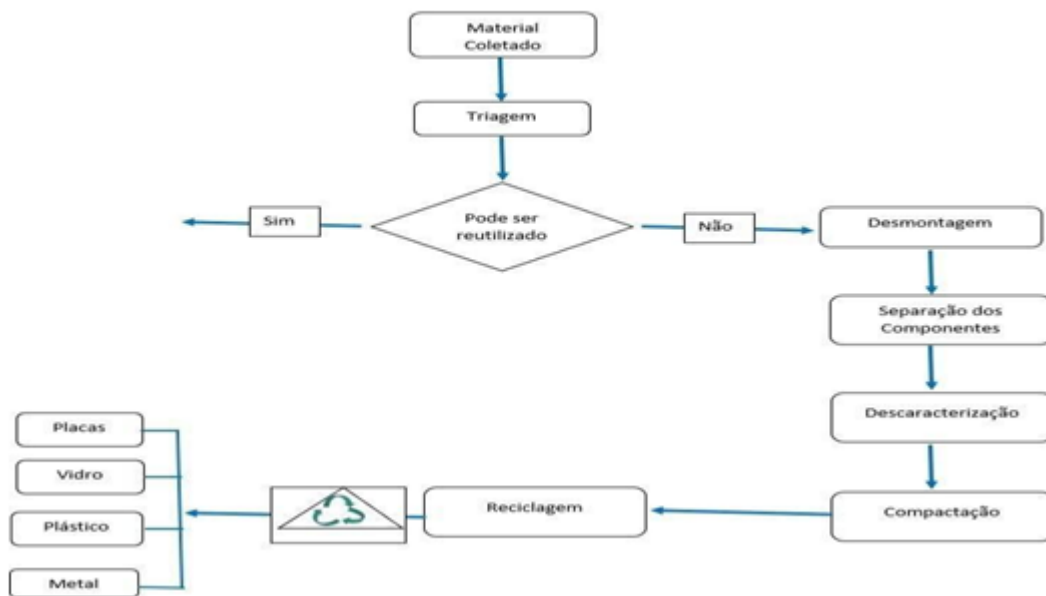
- Descaracterização de documentos;
- Descarte de arquivo morto;
- Descarte de fitas magnéticas;
- Destruição de arquivos.

A reciclagem dos resíduos eletrônicos contribui para a redução da extração de recursos naturais não renováveis que podem ser recuperados no processo, além da preservação do meio ambiente, que inclui a preservação de fontes naturais, mas para que isso ocorra, a participação da sociedade deve ser maior.

O processo de reciclagem das sucatas eletrônicas recebidas pela empresa inicia-se pelo processo de triagem, como é possível observar na Figura 5, em seguida é realizada uma análise para identificar as sucatas que possuem reaproveitamento; as que não possuem são direcionadas para descarte no ATERRO CLASSE I e as que possuem reaproveitamento são encaminhadas para o processo de desmontagem. O equipamento é desmontado e então é realizada a separação dos componentes, em seguida é feita a descaracterização e a compactação, em alguns eletrônicos é realizada a destruição dos arquivos mortos.

**Figura 5:** Fluxograma de processo inicial de reciclagem de sucatas eletrônicas





Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Já na reciclagem energética, os resíduos plásticos são utilizados como combustível na geração de energia elétrica. O calor liberado com a incineração do plástico é similar ao liberado com a queima de óleo combustível (1 kg de plástico libera energia equivalente à queima de 1 kg de óleo combustível) (GERBASE; OLIVEIRA, 2012). O processo de incineração vai fazer com que o resíduo se torne menos perigoso, ou seja, se ele é um resíduo Classe I, quando ele passa pela incineração se torna um resíduo Classe II pois é levado a queima em alto forno, liberando seus gases.

Por fim a sucata eletrônica retorna para o mercado como matéria prima, sendo:

- Ferroso: Retorna em forma de perfis, chapas, vergalhões e granalha;
- Pilhas e baterias: É realizado a incineração em cimenteiras, onde a mesma retorna para o mercado como forma de Biomassa tornando se inerte;
- Componentes eletrônicos: É realizado o processo de trituração, em seguida é retirado os resíduos não ferrosos e materiais nobres, tais como: Ouro, sílica, alumínio, cobre e tungstênio;
- Lâmpadas, televisores (antigos) e monitores: É realizado o processo de trituração, onde são retirados os resíduos não ferrosos, o vidro da lâmpada libera um pó conhecido como pó de fósforo, é realizado a incineração deste pó e o mesmo retorna para o mercado como biocombustível.

## **4.2 Os desafios da logística reversa dos resíduos descartados de forma incorreta**

Os equipamentos eletrônicos descartados pós-consumo tornaram-se um problema ambiental e as suas proporções estão cada vez maiores. Essa sucata libera substâncias que estão presentes em seus componentes e quando dispostas inadequadamente causam a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além de terem efeito acumulativo em todos os níveis tróficos, que conseqüentemente trará danos à saúde humana.

Dessa forma, é indispensável o desenvolvimento de um planejamento de gestão ambiental que visa amenizar e/ou resolver a questão. Como objetivo de minimizar esse problema a reciclagem dos resíduos é uma prática eficiente (DEL GROSSI, 2011).

Um dos principais desafios de se fazer possível a reciclagem de um resíduo que fora descartado de maneira incorreta é a dificuldade de reutilização pela degradação de seus componentes, além do custo para com a regeneração e limpeza.

Na reciclagem dos materiais plásticos, a RPT Soluções Ambientais Eireli responsabiliza-se por uma linha de lavagem e de extrusão, assegurando um elevado nível de pureza do produto final, de forma com que os padrões de qualidade estabelecidos pela empresa sejam mantidos.

## **5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No Brasil existem poucas empresas como a RPT Soluções Ambientais Eireli que atuam na área da coleta e destino de resíduos industriais, sendo uma empresa que tem consciência ambiental, que tem como preocupação primordial, o meio ambiente, razão porque dispõe de licença de atuação junto ao Conselho de Política Ambiental (COPAM)/Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) , estando apta a trabalhar com resíduos industriais não tóxicos.

A empresa que realiza a Logística Reversa internamente consegue zerar o resíduo gerado e assim valorizar o mesmo. Quando a empresa realiza a compra

do resíduo a partir de terceiros e os processa, ela tem uma matéria-prima no valor de 50% da matéria-prima virgem. Outras empresas utilizam um percentual de material virgem e uma outra porcentagem reciclável fazendo uma blenda que também proporciona uma economia significativa.

Após mapear a RPT Soluções Ambientais Eireli foi possível concluir que é possível a minimização de resíduos sólidos urbanos (RSU) englobando a utilização conjunta da trituração, a compactação, incineração e reciclagem de materiais, possibilitando a reintegração desses resíduos no mercado.

Para diminuir a quantidade de “rejeitos”, pode-se sugerir a fabricação de produtos que possuam um ciclo de vida mais duradouro, diminuindo a compra excessiva que acarreta em uma produção maior de resíduos descartados.

As pessoas só irão implementar e realizar a logística como uma tecnologia utilizada em seu dia-a-dia quando forem criadas políticas públicas de educação ambiental para a separação dos resíduos sólidos por parte dos consumidores, além da implementação de práticas inteligentes para reutilização desses produtos.

Outra estratégia é induzir as empresas produtoras de materiais eletrônicos a criarem pontos de coleta e descarte para que os consumidores possam realizar o despojo corretos dessas sucatas, possibilitando uma melhor forma de reaproveitamento para os resíduos que podem ser considerados como lixo e despejados de forma inadequada em aterros ou lixões. Através das propostas apresentadas, têm como expectativa a elaboração de trabalhos futuros baseados nas empresas geradoras de resíduos, incentivando-as a utilizar materiais reciclados e na implementação de pontos de coletas de resíduos eletrônicos, tendo como principal objetivo a conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 10004: **Resíduos sólidos—classificação**. Rio de Janeiro, p. 9-11, 2004.

BARROSO-KRAUSE, C. **Eficiência energética em habitações de interesse social**. Ministério das Cidades, 2005.

DOMINGOS, I. M. N.; BLANCHET, L. A. Programas de compliance e a

responsabilidade da empresa na fase de pós-consumo de lixo eletrônico. **Veredas do direito**, v. 16, n. 35, P. 269-295, maio/agost. 2019.

DWIVEDY, M.; MITTAL, R. K. An investigation into e-waste flows in India. **Journal of Cleaner Production**, v. 37, p. 229-242, 2012.

GUARNIERI, P. Logística Reversa. **Editora Clube dos Autores**. 2014. Disponível em: <http://www.cempre.org.br>. Acesso em: ago de 2020.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

KANAYAMA, P. H. **Minimização de resíduos sólidos urbanos e conservação de energia**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LEITE, P. R. Logística reversa – meio ambiente e competitividade. **Ed. Pearson Education, do Brasil Ltda**. 2003.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; DE BRITO, M. J. Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 2, 2015.

STOCK, J. R. Programas de Logística Reversa. **Conselho de Gestão Logística, Illinois**, 1998. p. 247.