



**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**ANTÔNIO ASCENÇÃO DE JESUS AQUINO**

**LIXO ELETRÔNICO: UM ESTUDO SOBRE OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS,  
IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE INCORRETO E SOLUÇÕES PARA  
RECICLAGEM**

**BOM SUCESSO, MG  
2021**

**ANTÔNIO ASCENÇÃO DE JESUS AQUINO**

**LIXO ELETRÔNICO: UM ESTUDO SOBRE OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS,  
IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE INCORRETO E SOLUÇÕES PARA  
RECICLAGEM**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Avançado Bom Sucesso, como parte das exigências do curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Guimarães Filho

**BOM SUCESSO, MG  
2021**

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)  
Bibliotecária responsável Maria de Lourdes Cardoso CRB-6/3242

---

A657I Aquino, Antônio Ascensão de Jesus, 1965 -

Lixo eletrônico: um estudo sobre os resíduos eletrônicos, impactos causados pelo descarte incorreto e soluções para a reciclagem / Antônio Ascensão de Jesus Aquino. -- 2022.

26 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Oswaldo Guimarães Filho

Monografia (Graduação) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso, Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Bom Sucesso-MG, 2022.

1. Lixo – Eliminação. 2. Resíduos de metal. 3. Lixo eletrônico – Reaproveitamento. 4. Gestão integrada dos resíduos sólidos. I. Guimarães Filho, Oswaldo. II. Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso. III. Título.

CDD: 363.728

---



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS**

**TERMO DE JULGAMENTO Nº 5 / 2022 - BSC-CCGA (11.01.10.01.01.02).**

**Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO**  
**2022**

**Juiz de Fora-MG, 18 de Fevereiro de**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Antônio Ascensão de Jesus**  
**Aquino**

**Lixo eletrônico:** um estudo sobre o lixo eletrônico, impactos causados pelo descarte incorreto e soluções para reciclagem

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Avançado Bom Sucesso.

Bom Sucesso, 23 de fevereiro de  
2022.

*(Assinado digitalmente em 21/02/2022 19:39 )*

**MAURILIO NELSON MARTINS TEIXEIRA**  
**PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**  
*Matrícula: 1279629*

*(Assinado digitalmente em 05/03/2022 08:27 )*

**OSWALDO GUIMARAES FILHO**  
**PROFESSOR ENS BASICO TECN**  
**TECNOLOGICO**  
*Matrícula: 1095841*

*(Assinado digitalmente em 05/03/2022 16:24 )*

**VICTOR SCHMIDT COMITTI**  
**PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**  
*Matrícula: 3082930*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsudestemg.edu.br/documentos/> informando seu número: **5**, ano: **2022**, tipo: **TERMO DE JULGAMENTO**, data de emissão: **18/02/2022** e o código de verificação: **dff7c80350**

Dedico este trabalho a todas as pessoas que estiveram ligadas direta e indiretamente no processo de desenvolvimento do mesmo. Muito Obrigado!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter conquistado mais este sonho.

À minha família, em especial aos meus filhos e meu irmão querido (*In Memoriam*).

Ao Instituto Federal Campus Avançado Bom Sucesso e a todo o corpo docente que esteve nos ajudando neste período tão difícil que enfrentamos.

Aos colegas por todos os momentos ao longo do curso.

*Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”. - Roger Von Oech.*

## RESUMO

Os resíduos eletrônicos são resíduos de classe I- perigosos, constituídos de grandes quantidades de metais pesados, que quando destinados de forma inadequada podem acarretar em uma série de problemas à saúde humana e ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico acerca dos resíduos eletrônicos, onde foi analisado os principais impactos causados pelo descarte incorreto e encontrar soluções para a reutilização e reciclagem destes materiais. O resultado deste estudo demonstra que é de extrema importância que exista uma boa gestão ambiental para os resíduos eletrônicos entre o governo, as políticas públicas e a sociedade, e a implantação de um sistema de logística reversa como uma forma de gerenciamento nas indústrias para assim diminuir a poluição ambiental causada por estes resíduos.

**Palavras-chave:** metais pesados; gestão ambiental; logística reversa.



## **ABSTRACT**

Electronic waste is class I-hazardous waste, consisting of large amounts of heavy metals, which when improperly liquid can cause a series of problems to human health and the environment. The objective of the work was to carry out a bibliographic survey on electronic waste, where the main impacts caused by incorrect disposal were analyzed and solutions were found for the reuse and recycling of these materials. The result of the study shows that it is extremely important that there is good environmental management for electronic waste between the government, public policies and society, and the implementation of a reverse logistics system as a form of management in the industries in order to increase the environmental classification caused by this waste.

**Keywords:** heavy metals; environmental management; reverse logistic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b>	Convenção de Basileia .....	16
<b>FIGURA 2</b>	Política Nacional dos Resíduos Sólidos .....	18
<b>FIGURA 3</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente.....	19
<b>FIGURA 4</b>	Agenda 21.....	20
<b>FIGURA 5</b>	Composição dos resíduos sólidos no Brasil.....	21
<b>FIGURA 6</b>	Composição média dos resíduos Eletrônicos.....	23
<b>FIGURA 7</b>	Placas de avisos para resíduos eletrônicos.....	25
<b>FIGURA 8</b>	Logística Reversa.....	27
	Exemplo de um sistema de logística reversa para resíduos eletrônicos.....	29
<b>FIGURA 9</b>		
<b>FIGURA 10</b>	Reciclagem dos resíduos eletrônicos.....	31
<b>FIGURA 11</b>	Ecopontos eletrônicos.....	32

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b>	Classificação dos resíduos sólidos.....	21
<b>QUADRO 2</b>	Composição dos metais pesados encontrados em resíduos eletrônicos.....	23
<b>QUADRO 3</b>	Metais pesados e seus riscos à saúde humana.....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	METODOLOGIA.....	11
1.2	OBJETIVO GERAL.....	11
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1	A LEGISLAÇÃO NO BRASIL PARA OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS.....	12
2.1.1	Convenção de Basiléia.....	1
2.1.2	Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS.....	1
2.1.3	CONAMA 257/1999.....	1
2.1.4	Agenda 21.....	1
2.2	LIXO X RESÍDUO.....	1
2.3	O QUE É O RESÍDUO ELETRÔNICO? .....	2
2.4	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS.....	23
2.5	OS IMPACTOS AMBIENTAIS NA SAÚDE HUMANA CAUSADOS PELOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS.....	23
2.5.1	Impactos À Saúde Humana.....	23
2.5.2	Impactos ao Meio Ambiente.....	24
2.6	A LOGÍSTICA REVERSA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A INDÚSTRIA E MEIO AMBIENTE.....	25
2.7	REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS.....	28
2.8	ALTERNATIVAS PARA O DESCARTE ADEQUADO DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS.....	29
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico cada vez mais acelerado, a busca por produtos de última geração tem sido maior nos últimos anos, fazendo com que os equipamentos eletrônicos sejam inutilizáveis muito mais rapidamente do que alguns anos atrás, isso ocorre pela chamada obsolescência programada, que consiste em limitar a durabilidade dos aparelhos eletrônicos, com o intuito de serem substituídos em um curto período de tempo, objetivando um maior lucro para as empresas e fabricantes (SILVA, 2012).

A obsolescência programada trata-se de uma prática, que além de ser ilegal, fere os direitos do consumidor e causam impactos negativos ao meio ambiente pelo alto consumo dos recursos naturais e pelo seu descarte, que na sua grande maioria não tem a destinação ideal, o que viola a constituição federal de 1988, onde é garantido a todos um meio ambiente ecologicamente equilibrado para se viver. (BRASIL, 1988).

O resíduo eletrônico descartado da forma incorreta causa degradação do meio ambiente e danos à saúde da população, pela sua grande quantidade de metais pesados presentes nos seus componentes. (FERREIRA E FERREIRA, 2008). Descartados, estes materiais tem seu destino final os aterros sanitários e os materiais pesados encontrados nestes resíduos contaminam o solo, atingindo o lençol freático. Materiais como o chumbo, mercúrio e cádmio contaminam a água, que por sua vez alimentam rebanhos e irrigam plantações, causando sérios problemas de intoxicação em consumidores destes produtos. (FAVERA, 2008).

Diante destas consequências, a coleta correta e a reutilização destes resíduos é uma necessidade atual para se preservar o meio ambiente e evitar os impactos negativos recorrentes por esses tipos de materiais. Pensando nisto, o objetivo do presente trabalho é levantar uma pesquisa bibliográfica acerca dos resíduos eletrônicos gerados pela população, os impactos causados por estes resíduos e possíveis soluções para o seu descarte e reciclagem.

## 1.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de revisão de literatura, através de um levantamento de trabalhos voltados para a temática de resíduos eletrônicos, apontando as consequências do descarte incorreto para a população e para o meio ambiente, soluções para este problema e formas para a reciclagem e reutilização destes materiais.

Serão utilizados como instrumentos para o levantamento destes tópicos, livros, dissertações, teses, e trabalhos científicos na área.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é levantar uma pesquisa bibliográfica acerca dos resíduos eletrônicos gerados pela população, os impactos causados por estes resíduos e possíveis soluções para o seu descarte e reciclagem.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar e classificar os resíduos eletrônicos;
- Identificar os impactos recorrentes da má destinação destes resíduos;
- Apontar possíveis soluções de reciclagem para estes resíduos e seu descarte correto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A LEGISLAÇÃO NO BRASIL PARA OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Pesquisa a fim de classificar a atual situação da legislação ambiental no país referente aos resíduos sólidos, com ênfase nos resíduos sólidos eletroeletrônicos.

#### 2.1.1 Convenção de Basileia

A convenção de Basileia trata-se de um acordo internacional que prevê o incentivo a diminuição da geração de resíduos perigosos com mudanças nos processos produtivos e a redução do movimento transfronteiriço destes resíduos. Monitora o impacto ambiental provenientes das operações de deposição, recuperação e reciclagem. O documento determina a necessidade de consentimento prévio por escrito pelos países importadores e adoção de medidas adequadas de transporte e depósito, para assim evitar o tráfico ilícito. O Brasil, através do decreto 875 de 1993 confirmou a permanência na convenção (ZIGLIO, 2005).

Três listas atribuídas ao lixo eletrônico foram aprovadas na categoria de resíduos perigosos para serem eliminadas. Foi proposto ainda, a eliminação de resíduos contendo arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio de equipamentos eletroeletrônicos. Ainda estão sendo discutidas diretrizes sobre os resíduos de baterias ácidas e de chumbo e sobre a recuperação e reciclagem de metais e compostos metálicos. (SMA, 1997).

A segunda reunião da convenção da Basileia ocorreu em março de 1994, tendo como principal objetivo a movimentação dos resíduos perigosos entre os países da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, deste modo acompanhando e limitando o trânsito de resíduos (ZIGLIO, 2005).

**FIGURA 1** - Convenção de Basileia



**BASEL CONVENTION**

Fonte: <https://folhadolitoral.com.br/editorias/meio-ambiente/ibama-autua-empresa-por-exportacao-de-produtos-perigosos-sem-atender-aos-tramites-da-convencao-de-basileia/>

### 2.1.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

A Classificação dos resíduos sólidos no Brasil é estabelecida em 2010 pela criação da Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, que contribui para mitigar os gases do efeito estufa gerados pelos resíduos sólidos urbanos, estimular o consumo consciente dos recursos naturais e a redução do desperdício, a eliminação dos lixões a céu aberto e construção de aterros sanitários para o armazenamento de metano ( para a produção de energia), contribuindo para o desenvolvimento sustentável e o equilíbrio climático do planeta (BRASIL, 2010).

O Artigo 7º da PNRS prevê:

**I** - disciplinar a gestão, reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos;

**II** - preservar a saúde pública, proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente, eliminando os prejuízos causados pela geração e/ou disposição inadequada de resíduos sólidos;

**III** - formar uma consciência comunitária sobre a importância da opção pelo consumo de produtos e serviços que não afrontem o meio ambiente e com menor geração de resíduos sólidos e de seu adequado manejo, bem como sobre a relevância da separação e adequada disponibilização do lixo domiciliar para fins de coleta;

**IV** - gerar benefícios sociais e econômicos aos municípios que se dispuserem a licenciar, em seus territórios, instalações que atendam aos programas de tratamento e disponibilização final de resíduos sólidos;

**V** - estimular e valorizar as atividades de coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis;

**VI** - fomentar o reaproveitamento de resíduos como matérias primas e fontes de energia;

**VII** - propugnar pela imediata regularização, ou na impossibilidade dessa medida, pelo encerramento das atividades e extinção de locais que se prestem à inadequada destinação de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Com a promulgação da PNRS formulada pela Lei Federal nº 12305 de 2010, o ordenamento jurídico brasileiro definiu pela primeira vez a Responsabilidade Compartilhada do Ciclo de Vida do Produto – RCCVP (BRASIL, 2010).



De acordo com o art. 3º, XVII entende-se responsabilidade compartilhada por:

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada cria diferentes cadeias de responsabilidade entre os vários participantes na gestão integrada de resíduos de equipamentos eletrônicos. O art. 3 da PNRS traz um moderno conceito de gestão integrada de resíduos sólidos, que prevê um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos de forma a considerar os aspectos políticos, sociais, econômicos, ambientais e culturais sob a premissa do desenvolvimento sustentável (FIRJAM, 2019). Em outras palavras esta solução integrada requer uma responsabilidade compartilhada para ser eficiente.

**FIGURA 2 - Política nacional dos resíduos sólidos**



Fonte: <https://www.inovarambiental.com.br/politica-nacional-residuos-solidos/>

### 2.1.3 CONAMA 257/1999

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, instituído pela lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e pelo Decreto nº 99.274.

A Resolução CONAMA 257/1999 - "Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados"

Data da legislação: 30/06/1999 - Publicação DOU: 22/07/1999.

Considerando os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias usadas, a necessidade de se disciplinar o seu descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final e ainda, que tais resíduos além de continuarem sem destinação adequada e contaminando o ambiente necessitam, por suas especificidades, de procedimentos especiais ou diferenciados, resolve que as

pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2012).

**FIGURA 3** Conselho Nacional do Meio Ambiente



Fonte: <https://marsemfim.com.br/conama-em-perigo/>

#### 2.1.4 Agenda 21

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como ECO-92 foi realizada no Rio de Janeiro em 1992 assumindo um compromisso ambiental, principalmente com o desenvolvimento sustentável, durante esta conferência foi instituída a agenda 21 que possibilita um novo padrão de desenvolvimento ambiental, abrangendo temas como reeducação de consumo, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos (CERQUEIRA; FACCHINA, 2005).

Na agenda 21 algumas propostas citam resíduos sólidos e perigosos como Ampliação dos serviços de lixo: planejamento nacional, internacional e financiamentos; redução dos rejeitos perigosos com o uso de tecnologias de fabricação mais limpa; transferência de tecnologias sustentáveis e substituição de materiais perigosos; Reciclagem, recuperação e uso repetido de material de lixo tóxico: incentivos mercadológicos, econômicos e legais; Melhoria nos procedimentos para manuseio, transporte, armazenamento, despejo e destruição dos rejeitos perigosos, abrangendo seu ciclo de vida total; Programas de informação pública, treinamento e legislação específica para que pessoas inocentes não se tornem vítimas dos danos causados pelos resíduos perigosos (BRASIL, 2012).

FIGURA 4 AGENDA 21



Fonte: <https://cetesb.sp.gov.br/centroregional/a-convencao/agenda-21/>

## 2.2 LIXO X RESÍDUO

De acordo com Jardins e Wells (1995), o lixo são restos das atividades humanas considerados inúteis perante a sociedade e totalmente descartáveis.

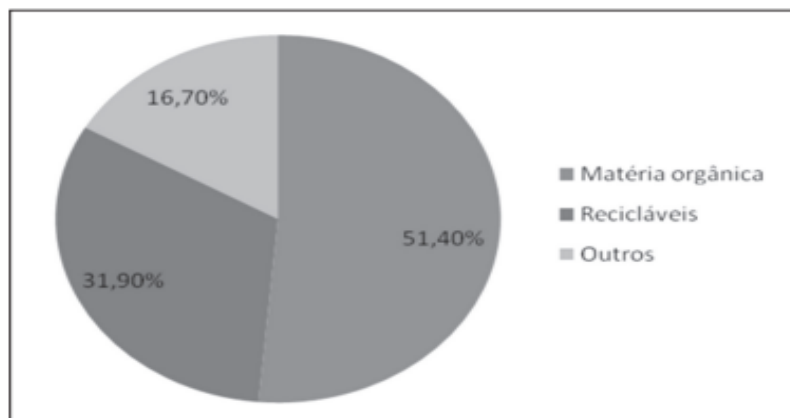
Segundo a norma NBR 10.004 os resíduos sólidos são aqueles que:

Resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidade tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou de corpos d'água ou exijam para isso soluções, técnicas e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) existe uma grande diferença entre lixo e resíduo. Os resíduos mesmo sendo um material que foi descartado ainda pode ser reciclado ou reutilizado, desta forma aumentando a sua vida útil.

A PNRS eliminou o termo lixo das tratativas oficiais sobre o tema, pois todos os resíduos sólidos possuem algum valor, a partir disso, todo o material que já não possua mais nenhuma possibilidade de tratamento ou recuperação será considerado como rejeito (FIRJAM, 2019).

A composição destes resíduos é muito diversificada entre as regiões brasileiras, uma vez que este consumo está diretamente ligado com os hábitos e costumes de cada localidade (ABRELPE, 2011) como mostra a Figura 1.

**FIGURA 5** Composição dos resíduos sólidos no Brasil

Fonte: Abrelpe, 2011.

Na Lei Federal, os resíduos são classificados de acordo com a sua origem e periculosidade, levando em consideração os riscos para o meio ambiente e para a saúde da população que estes resíduos podem gerar como mostra o Quadro 1.

**QUADRO 1:** Classificação dos resíduos sólidos

	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>ORIGEM</b>	Resíduos Domiciliares	De atividades domésticas em residências
	Resíduos de Limpeza Urbana	De limpeza em vias públicas
	Resíduos Sólidos Urbanos	
	Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços	De serviços públicos e saneamento básico
	Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico	
	Resíduos Industriais	De processos produtivos industriais.
	Resíduos de Serviço de Saúde	De serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.
	Resíduos da Construção Civil	De construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil.
	Resíduos Agrossilvipastoril	De atividades agropecuárias e silviculturas.

	Resíduos de Serviços de Transportes	De portos, aeroportos, terminais alfandegários, Rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
	Resíduos de Mineração	De atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.
<b>PERICULOSIDADE</b>	<b>RESÍDUOS PERIGOSOS CLASSE I</b>	Apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade; Provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada; Causam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
	<b>RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS CLASSE II</b>	São os resíduos que não apresentam periculosidade, porém se descartado de maneira incorreta poderá gerar forte impacto ambiental. Se dividem em não inertes II-A e inertes II-B

Fonte: Elaborado com base nos dados de (PNRS, 2010).

### 2.3 O QUE É O LIXO ELETRÔNICO?

Os Resíduos eletrônicos consistem em equipamentos eletroeletrônicos descartados por sua rápida obsolescência. Estes resíduos, têm em sua composição metais perigosos e de difícil degradação, que podem ser causadores de graves problemas ambientais e de saúde caso sejam descartados de modo incorreto (LEITE, 2003).

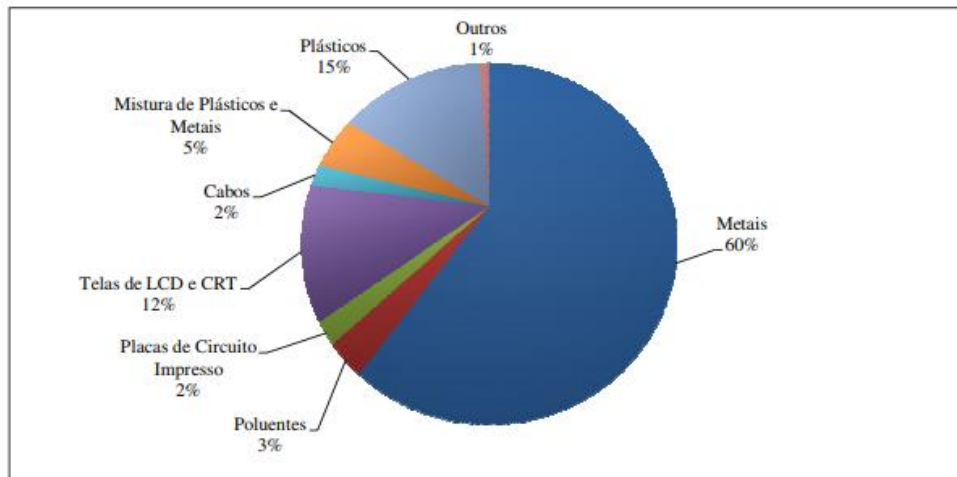
Segundo a ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial estão divididos em 4 (quatro) categorias:

- **Branca:** fogões, lavadoras de roupa, geladeiras, ares-condicionadores;
- **Marrom:** televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- **Azul:** batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;
- **Verde:** computadores *desktop* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares.

Os Resíduos Sólidos Eletrônicos são compostos por diversos materiais, entre eles estão o plástico, o vidro, madeira, borracha, componentes elétricos e mais de 20 (vinte) tipos de metais pesados (Figura 6), que são unidos camadas de materiais como cola ou solda. Alguns equipamentos ainda podem receber substâncias químicas de proteção contra fogo ou corrosão

que são extremamente danosos a saúde humana e para o meio ambiente (Quadro 2). Deste modo, sua reutilização ou reciclagem exige procedimentos específicos (ABDI, 2013).

**FIGURA 6** Composição média dos resíduos eletrônicos



Fonte: (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

**QUADRO 2** - Composição dos metais pesados encontrados em resíduos eletrônicos

Monitores de computador e televisores	Chumbo
Placas de circuito de impressoras, transmissores e interruptores, baterias de produtos eletrônicos	Mercúrio
Interruptores, transmissores e placas de circuito	Arsênio
Baterias de equipamentos eletrônicos e cabos, placas de circuito	Cádmio

Fonte: (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

Os resíduos sólidos eletrônicos são os que apresentam maior taxa de crescimento de produção no Brasil, causando maior preocupação com a saúde da população e degradação ambiental, necessitando de condições de tratamento e de disposição final específico (CONAMA, 2015).

#### 2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS

A classificação dos resíduos no Brasil é de acordo com a NBR 10.004/04 da ABNT que permite realizar a orientação adequada para se ter um melhor tratamento e destinação final para cada tipo de resíduo gerado no país (COSTA, 2011).

Há uma classificação para os resíduos eletroeletrônicos e não podem ser descartados de forma comum. Os resíduos eletrônicos devem receber uma classificação específica, onde serão dispostos como resíduos sólidos de uma forma geral e logo em seguida classificados como classe I, ou seja, perigosos (COSTA, 2011).

**FIGURA 7** Placas de aviso para resíduos eletrônicos



Fonte: <https://radioagudo.com.br/Noticias/14434>

## 2.5 OS IMPACTOS AMBIENTAIS E NA SAÚDE HUMANA CAUSADOS PELOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Com o avanço tecnológico e com o ciclo de vida cada vez menor dos aparelhos eletrônicos acaba por gerar um número muito alto de resíduos, que ao serem descartados de forma incorreta podem causar inúmeros danos ao meio ambiente e a saúde humana (CAUMO; ABREU, 2013).

Os metais pesados estão presentes no ambiente e isto é natural, porém em quantidades mínimas, que são necessárias para a manutenção da vida, mas em grandes concentrações podem causar problemas ambientais gravíssimos, e com a utilização desenfreada dos recursos naturais que são utilizados para a fabricação dos componentes eletrônicos e a sua destinação final inadequada estão sendo agravados ainda mais.

O resíduo eletrônico é muito prejudicial ao meio ambiente, por tem em sua composição metais pesados com um alto teor de toxicidade, dentre os materiais encontrados estão o alumínio, o arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros 26 metais pesados (SILVA et al. 2010).

Os impactos causados pelos resíduos destes componentes podem atingir grandes áreas pondo em risco a fauna e a flora e tudo ao seu redor. Por isso os resíduos eletrônicos são considerados um dos maiores problemas ambientais do mundo (SILVA *et al.* 2017).

Todos esses elementos, como apontam os autores são altamente tóxicos e podem resultar em dois tipos de riscos: a saúde humana e ao meio ambiente, como vê a seguir.

### 2.5.1 Impactos à Saúde Humana

Desde consumidor que utiliza equipamento elétricos em casa como também os trabalhadores envolvidos na coleta, no tratamento e na reciclagem desde materiais estão expostas aos riscos de contaminação por metais pesados. Os efeitos no organismos são extremamente graves como mostram a Figura 4. Para reduzir o risco da contaminação destes materiais a manipulação deve ser realizada com EPI's – Equipamento de Proteção Individual adequados para esta atividade (SILVA *et al.*, 2017).

### 2.5.2 Impactos ao Meio Ambiente

Os resíduos eletroeletrônicos não devem ser depositados diretamente no solo como, por exemplo, em aterros sanitários ou juntamente de rejeitos orgânicos, pois o mínimo contato dos metais pesados com a água ocorre contaminação imediata, multiplicando o impacto decorrente de eventuais vazamentos. Ao penetrar no solo, esse material pode contaminar o os lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, causando a bioacumulação (quando animais e plantas podem concentrar estes metais pesados no seu organismo em níveis muito maiores do que no meio ambiente) trazendo sérias consequências negativas para o meio ambiente de uma forma geral (SILVA *et al.* 2017).

**QUADRO 3** Metais pesados e seus riscos á saúde humana

COMPONENTE	EFEITO NA SAÚDE	UTILIZAÇÃO
Chumbo	Danos ao sistema nervoso e sanguíneo	Celular, televisão
Mercúrio	Danos aos pulmões e distúrbios neurológicos	Computador, televisão de tela plana, monitores
Cadmio	Envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e afeta o sistema nervoso	Computador, monitores de tubo antigos, baterias de <i>laptops</i>



Arsênio	Doenças de pele, prejudica os sistemas nervoso e pode causar câncer no pulmão	Celulares
Berílio	Câncer no pulmão	Celulares, computadores
Retardante de chamas	Causam desordens hormonais, nervosas e reprodutivas	Diversos componentes eletrônicos para evitar incêndios
PVC	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios	Em fios de isolamento

Fonte: (TROMBINI; GOMES, 2013)

Segundo Rosa (2017), a indústria de informática é a que mais causa degradação do meio ambiente. Na fabricação de um computador é utilizado em média 1800kg de matérias, que por exemplo são mais de 240 kg de combustíveis fósseis, 22 kg de produtos químicos e 1500 litros de água.

Em média, cada equipamento eletrônico depositado de forma incorreta no meio ambiente pode contaminar uma área de aproximadamente um metro quadrado. Sendo assim, o dano ambiental poderá ser bem maior dependendo da quantidade de rejeitos que são depositados nos lixões (ROA, 2009).

De acordo com relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o Brasil é o país emergente que mais gera lixo eletrônico por habitante, ocupando o primeiro lugar na geração de lixo eletrônico. Esses indicativos mostram a necessidade de se elaborar alternativas sustentáveis para a destinação destes resíduos.

## 2.6 A LOGÍSTICA REVERSA E SUA IMPORTÂNCIA NA INDÚSTRIA/MEIO AMBIENTE

Em conformidade com a PNRS a logística reversa é caracterizada por:

(Art. 3º, inc. XII) 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).

**FIGURA 8** Logística reversa

Fonte: <http://www.reciclarminas.com.br/servico/logistica-reversa/22>

Com o tempo, empresas de diferentes departamentos perceberam que as atividades de logística agregavam funções estratégicas ao processo de distribuição direta no transporte de mercadorias desde a fabricação até o consumidor final.

Para Ballou (2007) cabe a logística empresarial a responsabilidade pela organização, planejamento, controle de atividades, armazenamento e fluxo dos produtos e ainda a responsabilidade de colaboração com a administração, contribuindo com a rentabilidade nos serviços de distribuição para clientes e consumidores.

Para determinar as características e funções básicas da logística reversa, Souza et. al (2009), listam cinco funções básicas que estão inter-relacionadas:

- Planejar, implementar e controlar o fluxo de materiais e informações do ponto de origem até o ponto de consumo;
- A movimentação da produção na cadeia produtiva dos consumidores aos produtores;
- Tentar fazer uma melhor utilização dos recursos, reduzindo o consumo de energia, diminuindo a quantidade de materiais usados, reaproveitando, reutilizando e reciclando os resíduos;
- Recuperação de valor;
- A segurança no destino final após o uso.

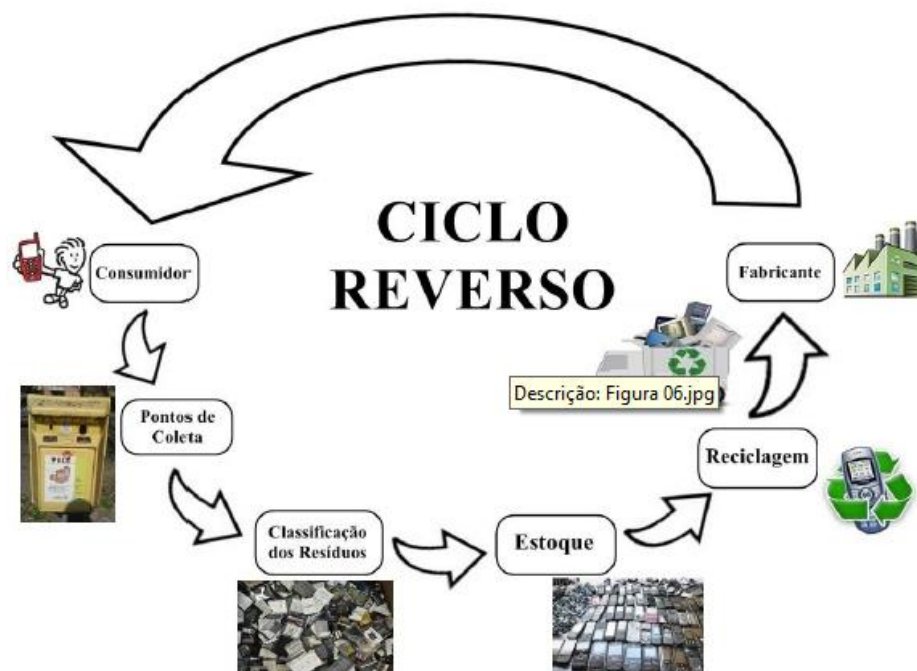
Os autores também associam três pontos positivos em relação a logística reversa:

- Fazem com que as empresas fiquem em alerta aos requisitos ambientais de destinação final dos produtos e embalagem que produz;

- Competência econômica, pois a logística reversa pode permitir que a economia gere benefícios financeiros ao utilizar os recursos;
- Obtenção de uma imagem positiva perante os acionistas da empresa, bem como melhorar a reputação da marca no mercado atuante.

O processo da logística reversa começa no momento do consumo do produto, período em que a empresa deve se preparar para o chamado 4R's da Logística reversa: Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem. (STAFF, 2005). A recuperação permite que a empresa mantenha e controle a produção e a credibilidade de seus produtos para fazer melhorias no mercado; A reconciliação o é a análise de produção, onde os produtos defeituosos voltam para a empresa, onde é verificado para determinar qual seu canal de retorno (reparação ou reciclagem) para serem recolocados no mercado; O reparo é o período em que o cliente aguarda pela manutenção ou substituição do produto; e a reciclagem é a volta do produto ao ciclo de produção, onde é descartado pelo consumidor e recolhido pela indústria, de forma que reduzam os custos do processo e abra novas possibilidades (STAFF, 2005). A Figura 9 demonstra a estrutura do sistema de logística reversa.

**FIGURA 9** Exemplo de um sistema de logística reversa para resíduos eletrônicos



Fonte: LIMA *et al.*, 2015.

No Brasil, de acordo com dados da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABELPRE, a quantidade de resíduos gerados em 2009 foi de aproximadamente 57.011.136 toneladas, sendo destes 56,8% descartados em aterros sanitários, o restante é descartado de forma inadequada em aterros controlados e lixões. (ABELPRE, 2009). Entre esses resíduos sólidos urbanos gerados, destacam-se os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, tais como computadores, impressoras, celulares e televisores.

Em conformidade com a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) a responsabilidade do usuário final é limitada, a responsabilidade do consumidor se limita a devolução do resíduo, portando quando um fabricante ou importador implementa um sistema de logística reversa, com sistema obrigatório de coleta e retorno de resíduos eletrônicos, os distribuidores e os pontos de venda são obrigados a recebê-los novamente (BRASIL, 2010).

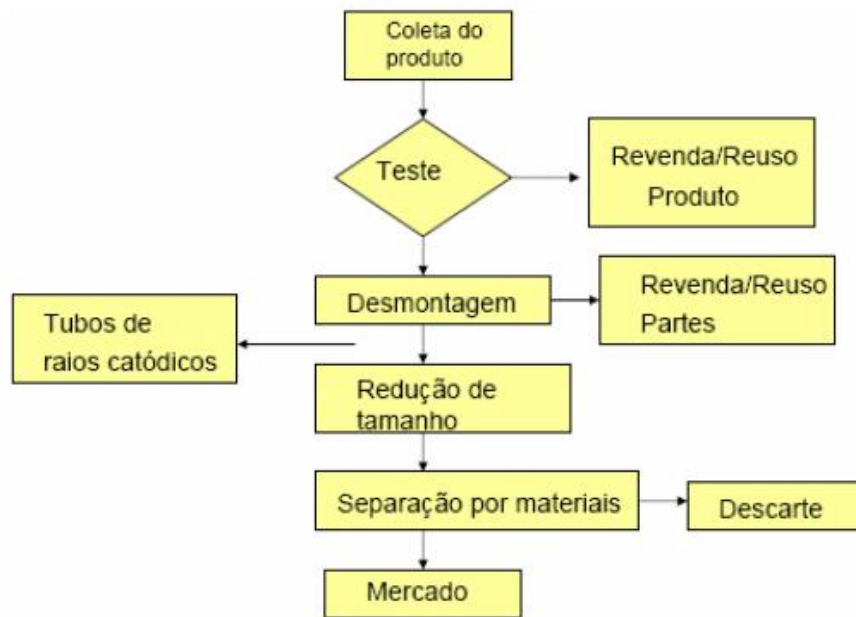
Portanto, Guanabara (2010) enfatiza a importância das responsabilidades de cada área envolvida na gestão dos resíduos sólidos, pois mesmo que a empresa estruture um sistema de logística reversa após o consumo de nada adiantaria se não houver a cooperação dos consumidores no transporte do lixo eletrônico até os pontos de coleta autorizados.

## 2.6 REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS

O potencial de reaproveitamento que os resíduos sólidos possuem, junto ao interesse no desenvolvimento sustentável no mundo impulsiona a necessidade de se ter práticas de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos gerados pela população, e o processo de urbanização que ocorre no Brasil de uma forma bem rápida acaba se deparando com uma falta de preparo e estrutura em relação ao reaproveitamento, processamento e destinação final dos resíduos eletrônicos. (BORSOI, 1997).

Segundo Bizzo (2007), desde que haja um entendimento geral do processo, a capacidade de reciclagem de eletrônicos pode ser considerada uma oportunidade. Todas as etapas e equipamentos devem ser coletados e testados e, em seguida, decompostos para que os materiais que podem ser reciclados ou reutilizados sejam distribuídos e separados, como pode ser observado no Fluxograma 1.

### FLUXOGRAMA 1 Ciclo de uso e reciclagem de resíduos eletrônicos



Fonte: Nascimento, 2015.

A reciclagem térmica dos eletroeletrônicos reduz a necessidade de extração dos recursos energéticos como por exemplo a extrações de ferro, alumínio ou combustíveis fósseis, assim como também a busca por materiais com toxicidades como o mercúrio e o chumbo que são indispensáveis para a produção de grande parte dos componentes presentes nos produtos eletrônicos (FLEISHMANN, 2001).

**FIGURA 10** Reciclagem dos resíduos eletrônicos



Fonte: <https://jornalempresasenegocios.com.br/tecnologia/cooperativa-de-reciclagem-de-eletronicos-chega-a-marca-2-mil-toneladas/>

## 2.9 ALTERNATIVAS PARA DESCARTE ADEQUADO DOS RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Grande parte da população desconhece que por trás dos equipamentos eletrônicos existem materiais que podem ser reciclados e que só precisam ser devidamente removidos e processados, mas as medidas atuais para lidar com estes resíduos ainda encontram-se em um nível preliminar. No entanto, algumas empresas no Brasil já realizam a extração destes materiais, o que é uma medida para o descarte adequado.

Uma das alternativas é por meio dos fabricantes dos produtos eletrônicos, para que possam recolher os equipamentos e dar destinação correta após a utilização. De acordo com uma matéria publicada no jornal da cidade de Bauru, SP (2012) Uma empresa especializada no descarte destes materiais relata que:

De uma tonelada de celulares (sem as baterias) é possível extrair até 175 gramas de ouro, o que gera R\$ 16.667,50, já que o grama do metal nobre custa R\$95,30. No entanto, esse processo só é feito em outros países, como, por exemplo, os Estados Unidos. Um quilo de placas eletrônicas vale até R\$ 4,50. Já o quilo do processador, R\$ 100,00. A mesma quantidade de celulares sem as baterias custa R\$ 6,00. Das fontes de computador, por exemplo, é possível retirar as bobinas de cobre, fiação. Das placas retiramos cobre, plástico, entre outros componentes.

Algumas indústrias brasileiras já estão produzindo estratégias de separação de componentes eletrônicos, pois alguns dos materiais podem ser reaproveitados para a transformação e manutenção de outros produtos eletrônicos, e aqueles materiais que causam danos ao solo e a saúde humana podem ser manuseados de forma adequada sem causados maiores danos.

Como uma tática para o descarte de materiais, municípios instituem Eco Pontos (pontos de coleta de materiais) Em São Paulo se reaproveita materiais coletados, inclusive o lixo eletrônico. a coleta destes materiais é realizada em alguns postos adequados, como organizações não governamentais, instituições, cooperativas, igrejas, para que as pessoas possam estar depositando estes resíduos (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2014).

**FIGURA 11** Ecopontos eletrônicos

Fonte: <http://linkdeteste.com.br/lixo/ecopontos-eletronicos/>

No Rio de Janeiro, um projeto de reaproveitamento dos resíduos eletrônicos por meio de parcerias com cooperativas que visa a reutilização destes materiais. A reaproveitamento é feito por meio de caça-níqueis que move o monitor e o CPU para serem utilizados em escolas. A iniciativa trabalha com a inclusão de crianças do ensino fundamental a informática (BORTOLUZZY, 2012).

O descarte deve ser feito de forma adequada e controlada, pois grande parte dos resíduos possuem substâncias nocivas a saúde e ao meio ambiente. Pensando nisso, outra maneira se destinar os equipamentos eletrônicos é recolhendo e encaminhando para ONGs e cooperativas, como em um caso no Rio de Janeiro, no complexo do alemão, onde jovens foram capacitados para que pudessem usar o aparelho para reaproveitamento por entidades sem fins lucrativos.

### 3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu uma análise acerca dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos através de uma revisão bibliográfica dos principais trabalhos no seguimento. Com isso foi possível desmembrar as leis que regem em nosso país a respeito dos resíduos sólidos, destacando para os resíduos eletrônicos.

A Convenção da Basileia é um acordo internacional que define diretrizes relacionadas à diminuição da geração e do consumo de resíduos perigosos e gestão ambientalmente correta; a PNRS resolve o problema dos resíduos sólidos de uma forma bastante abrangente, no entanto, essa política e outras resoluções ligadas a ela vem passando por mudanças e sua aprovação está paralisada a mais de 16 anos; a resolução CONAMA 257/1999, que estabelece a obrigação de reutilizar, reciclar, processar ou descartar adequadamente as baterias e pilhas que contenham chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos e a Agenda 21 também inclui uma série de propostas relacionadas aos resíduos sólidos e perigosos.

Este trabalho possibilita realizar a caracterização, composição e classificação dos resíduos sólidos eletrônicos, onde, de acordo com a PNRS, os resíduos são classificados de acordo com a sua origem e periculosidade, com sua composição formada principalmente de plástico, placas de circuitos, metais e metais pesados, sendo destes, mercúrio, cádmio, chumbo e arsênio, que são extremamente nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Em relação aos impactos negativos causados pela má destinação dos resíduos eletrônicos, estão à alta quantidade de metais pesados presentes nos seus componentes elétricos, podendo causar inúmeros problemas a saúde humana e ao meio ambiente por seu alto teor de toxicidade, como doenças de peles, danos a órgãos e problemas respiratórios. Já ao meio ambiente quando em contato com o solo, quando depositados incorretamente podem atingir o lençol freático, contaminando as águas e causando graves consequências.

Por fim, podemos afirmar que a gestão ambiental adequada, considerando o sistema de logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos exija que empresas, governo e sociedade interajam para coletar, distribuir, fiscalizar e responsabilizar-se pela obrigação de reciclar e destinar corretamente os materiais por meio da distribuição, educação ambiental e conscientização, ainda, legislações que atribuam responsabilidades aos fabricantes, comerciantes e também aos consumidores, pontos de coleta de fácil acesso, condições logísticas e incentivos fiscais



para práticas de reciclagem e destinação correta desses resíduos, assumindo desta forma, a consciência ambiental pela população.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletrônicos**, 2013. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/tecnoambiente/article/download/5409/4797> Acesso em: 23 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2011. Disponível em: [http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/panorama\\_residuos\\_solidos\\_abrelpe\\_2011.pdf](http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/panorama_residuos_solidos_abrelpe_2011.pdf). Acesso em: 22 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, p. 210, São Paulo, 2009.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes administração de Materiais distribuição física**. São Paulo: [s.e], 2007.
- BIZZO, W. A. **Gestão de Resíduos e Gestão Ambiental da Indústria Eletro-eletrônica**. Universidade Estadual de Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.tec.abinee.org.br/arquivo/s702.pdf> Acesso em: 22 abr. 2021.
- BORTOLUZZI, F. *et al.* **Projeto Lotus: um relato da transformação de máquinas caçaníqueis em computadores de apoio ao ensino fundamental**. Rio de Janeiro, 2012.
- BORSOI, Z. *et al.* **Resíduos sólidos urbanos. Informe Infraestrutura, nº12**, Julho 1997. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7412.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 13 abr. 2021.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- CAUMO, M; ABREU, M. C. de. **Resíduos Eletroeletrônicos: produção, consumo e destinação final. Maiêutica**, Porto Alegre, v.1. n.1, 2013. Disponível em: [https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/GAM\\_EaD/article/view/364/80](https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/GAM_EaD/article/view/364/80). Acesso em: 30 mar. 2021.
- CONAMA. **Resolução Nº 303/2002**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>. Acesso em: 04 mar 2021.
- COSTA, Sandro Luiz da. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: aspectos jurídicos e ambientais**. Aracaju: Evocati, 2011.

Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE) - Declaração comum do Parlamento Europeu, do Conselho e da Comissão relativa ao Artigo 9º.

FAVERA, E. C. D. **Lixo eletrônico e a sociedade**. 2008. Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina de computadores e sociedade do curso de ciência da computação. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Santa Maria, RS, 2008.

FERREIRA, J. M. B; FERREIRA, A. C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, São Paulo v. 3, n. 3, 2008.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2019.

FLEISCHMANN, M. **Quantitative models for reverse logistic**. Berlim: Springer Werlag, 2001.

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

GUANABARA, D. **Um breve olhar jurídico sobre responsabilidade compartilhada e logística reversa dos resíduos de equipamentos eletrônicos**. 2010. Disponível em: <http://lixoeletronico.org/blog/um-breve-olhar-juridico-sobre-responsabilidade-compartilhada-e-logistica-reversa-dos-residuos-d>. Acesso em: 8 abr. 2021.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem**. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296#:~:text=Os%20dados%20ainda%20revelam%20a,%2C1%25%20de%20outros%20materiais](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296#:~:text=Os%20dados%20ainda%20revelam%20a,%2C1%25%20de%20outros%20materiais). Acesso em: 16 mar. 2021.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

JORNAL DA CIDADE DE BAURU. **Crescimento do Lixo Eletrônico Ameaça a Saúde da População**. Bauru, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://exame.com/mundo/crescimento-do-lixo-eletronico-ameaca-a-saude-da-populacao-e-o-meio-ambiente/#:~:text=O%20res%3%ADduo%20desse%20tipo%20de,de%20equipamentos%20eletroeletr%3%B4nicos%20por%20ano>. Acesso em: 23 abr. 2021.

LEITE, J. R. M. **Dano Ambiental**: do individual ao coletivo, extrapatrimonial. 2.ed. rev. e atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2003.

LIMA, A. F. O. de *et al.* Gestão de resíduos eletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. **Latin american journal of business management**, Taubaté, SP, v. 6, n. 2, p. 109-126, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 (124)**, 2012. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global/itemlist/category/107-agenda-21.html> Acesso em: 1 abr. 2021.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **Eco pontos e pontos verdes**: pontos de entrega voluntária de materiais recicláveis, resíduos de construção e inservíveis, 2014. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/servicos-publicos/ecopontos/index.php>. Acesso em: 8 abr. 2021.

ROA, K.R.V., et al. **Pilhas e baterias**: usos e descartes x impactos ambientais. Caderno do professor. GEPEQ- USP: curso de formação continuada de professores, 2009. Disponível em: <https://silo.tips/download/pilhas-e-baterias-usos-e-descartes-x-impactos-ambientais-caderno-do-professor>. Acessado em: 30 mar. 2021.

SILVA, B. D. da; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. de. Resíduos eletrônicos no Brasil. 2007. **Lixo Eletrônico**. Disponível em: <http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SILVA, M. B. O. da. Obsolescência programada e teoria do decrescimento versus direto ao desenvolvimento e ao consumo sustentável. **Revista Veredas do Direito**, São Paulo, v. 9, n. 17, p. 181-196, 2012.

SOUZA, *et al.* **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do lixo eletrônico**: um estudo no setor de informática. São Paulo: SIMPOI 12, 2009.

BRASIL. Secretaria do Meio Ambiente. **Entendendo o meio ambiente**: convenção da basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito. Volume 3. São Paulo: MMA, 1997.

SPÍNOLA, A. L. S. Consumo sustentável: o alto custo ambiental dos produtos que consumimos. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, nº 24, p. 210-211, 2001.

STAFF, L. T. The 4R's Of Reverse Logistics. LOGISTICSTODAY, 2005. Disponível em <https://www.mhlnews.com/transportation-distribution/article/22042619/the-4-rs-of-reverse-logistics>. Acesso em 8 abr. 2021.

TROMBINI, F; GOMES, O. V. O. de. **Reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - REEE** – uma visão sobre o trabalho dos artesãos e os impactos sobre a saúde e o meio ambiente. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013.

ZIGLIO, L. **A convenção de basileia e o destino dos resíduos industriais no Brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.