

CAROLINA CASADEI MARQUES

Melhores práticas em logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil

Carolina Casadei Marques

Melhores práticas em logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil

Trabalho de Graduação apresentado ao conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador:
Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

M357m Marques, Carolina Casadei
Melhores práticas em logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil./ Carolina Casadei Marques– Guaratinguetá, 2022.
45 f. : il.
Bibliografia: f. 42-45

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica– Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2022.
Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

1. Logística reversa. 2. Sustentabilidade. 3. Gerenciamento de resíduos.
4. Engenharia sustentável I. Título

CDU 658.5

CAROLINA CASADEI MARQUES

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA”
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA



Prof. Dr. MAURICIO CESAR DELAMARO

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA
UNESP-FEG



Profª. Dra. ÉRICA XIMENES DIAS
Membro Externa

Março de 2022

DADOS CURRICULARES

CAROLINA CASADEI MARQUES

NASCIMENTO	30/10/1996 - Piracicaba/ SP
FILIAÇÃO	Nelson Luís Marques Maria Rosely Casadei Marques
2016/ 2022	Formação acadêmica em Engenharia de Produção Mecânica Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

RESUMO

Uma série de fatores contribuíram com as transformações da sociedade em relação aos impactos ambientais e à geração de lixo eletrônico pela indústria. Para entender o gerenciamento dos SLR (Sistemas de Logística Reversa) que promovem a reutilização, reciclagem e reparação de produtos eletroeletrônicos e para somar nas pesquisas sobre estruturas de governança das cadeias de suprimentos, o trabalho desenvolvido a partir de um estudo de casos múltiplos se torna relevante, uma vez que levanta assuntos ambientais, sociais, mercadológicos, legislativos e de desenvolvimento do país. Relacionando documentos produzidos no Brasil e em outros países, estudando e disponibilizando à população, amplia-se o conhecimento sobre o ciclo de destinação do lixo eletrônico, despertando o papel da comunidade neste desafio, junto ao governo e às empresas. Os resultados alcançados envolvem grandes companhias que prezam pelo acompanhamento do ciclo de vida dos resíduos produzidos e, juntamente com o governo e a população, promovem a gestão da cadeia. As conclusões marcam o momento atual, em que o brasileiro consumidor de equipamentos eletrônicos multinacionais sabe da importância e quer ver a responsabilidade do lixo não só com os fabricantes, mas o governo e todos os cidadãos, promovendo sustentabilidade enquanto transforma a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de logística reversa. Lixo eletrônico. Sustentabilidade. Economia circular.

ABSTRACT

A series of factors has contributed to the transformation of the society related to environmental impacts and electronic waste generation by industry. To understand the management of Reverse Logistics Systems which promotes reusing recycling and repairing of electronic goods and to add in the management of supply chain research, the work development with the study of multiple cases has become relevant not only to the environment but social, market, law and development of the country. Relating documents produced in Brazil and other countries, studying and providing this material to the population, expands the knowledge about the cycle of electronic waste awakening the community responsibility in this challenge besides the government and companies. Achieved results covers big companies which appreciates monitoring life cycle of solid waste produced and allied to government and population promotes supply chain management. Conclusions mark today's moment when Brazilian consumer of multinational electronic equipment knows about significance of waste responsibility not only with manufacturing companies, but also of government and all citizens promoting sustainability while transforming society.

KEYWORDS: Reverse logistics systems. Electronic waste. Sustainability. Circular economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pesquisa sobre relatórios de sustentabilidade.....	12
Figura 2 - Publicações Web of Science ("Electronic Waste" & "Circular Economy" & "Reverse Logistics System").....	15
Figura 3 - 3ª Fase: Onde fazer o descarte correto do lixo eletrônico no Brasil?.....	20
Figura 4 - Mineração Urbana.....	22
Figura 5 - Fluxos formal e informal da geração de E-Waste no Brasil.....	23
Figura 6 - Abordagem da circularidade HP (2020)	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Global E-Waste.....	11
Tabela 2 - Aspectos populacionais, políticos e econômicos do Brasil, Canadá e EUA.....	22
Tabela 3 - Indicadores de desempenho de LR.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRADIST I	Associação Brasileira da Distribuição de Tecnologia da Informação
ABREE	Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ASSESPRO	Associação das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação
BBP	Benzil butil ftalato
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCME	Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CNC	Confederação Nacional do Comércio
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTI	<i>Circular Transition Indicators</i>
DBP	Dibutil ftalato
DEHP	2-etilhexil ftalato
DIBP	Diisobutil ftalato
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
ELETROS	Associação Nacional de Fabricantes de produtos Eletroeletrônicos
EPR	Responsabilidade Estendida do Produtor
ESG	<i>Environmental, Social and Governance Indicators</i>
EUA	Estados Unidos da América
E-Waste	Desperdício de lixo eletroeletrônico
GAP	Grupo de Acompanhamento e Performance
GEM	The Global E-Waste Monitor 2020
GFP	Fundo Climático Verde

HP	<i>Hawlett-Packard</i>
IA	Inteligência Artificial
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IoT	Internet das coisas
KEITI	Instituto de Indústria e Tecnologia da Coreia
LCA	Análise do Ciclo de Vida
LR	Logística Reversa
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PBB	Bifenil polibromato
PBDE	Difenileter polibromato
PCF	Pegada de Carbono de Produtos
PCM	Materiais plásticos pós-consumo
PEV	Ponto de entrega voluntária
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
<i>RoHS</i>	<i>Restriction of Certain Hazardous Substances</i>
RS	Rio Grande do Sul
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLR	Sistema de Logística Reversa
TG	Trabalho de Graduação
EU	União Europeia
UL	Comércio internacional e desenvolvimento
WEEE	<i>Waste Electrical and Electronic Equipment</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.2	OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVAS.....	13
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	CONCEITOS DE LR.....	18
2.2	LEGISLAÇÃO SOBRE LR.....	23
2.3	ESTUDO DE CASOS.....	28
3	RESULTADOS	34
3.1	RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA.....	34
3.2	COMENTÁRIOS ACERCA DOS RESULTADOS.....	39
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
4.1	SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO.....	40
4.2	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÕES DE PESQUISA

Ao longo das últimas décadas, a produção, consumo e descarte de equipamentos eletroeletrônicos se espalhou pelo globo. Ao mesmo tempo em que acelerou o crescimento da tecnologia e economia, esse fenômeno acarretou em dificuldades no que diz respeito à geração e disposição de resíduos, bem como da coleta e reciclagem do que é definido por Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE).

Como o GEM - The Global E-Waste Monitor 2020 explicita, os números são alarmantes. Em 2019, o planeta gerou 53,6 milhões de toneladas de lixo proveniente desses equipamentos, dos quais apenas 17,4% foram oficialmente coletados e reciclados.

O destino correto cresceu de 1,8 milhões de toneladas em relação a 2014, enquanto a produção também aumentou, de 9,2 milhões de toneladas, como mostra a Tabela 1. Proporcionalmente, isto diz que o crescimento da produção de desperdício de lixo eletroeletrônico (E-Waste), apesar de estar sendo acompanhado pelas atividades de reuso e reciclagem no mundo, ainda deixa, todos os anos, em torno de 40 milhões de toneladas de lixo sem destinação correta.

Tabela 1 - Global E-Waste

Ano	Produção de Lixo Eletrônico (Toneladas)	Coleta/ Reciclagem (Toneladas)	%
2014	44,4	7,5	16,9
2019	53,6	9,3	17,4

Fonte: The Global E-Waste Monitor (2020).

Segundo o GEM, apesar de 71% da população mundial viver em países com algum tipo de política, legislação ou regulamentação sobre o E-Waste, mais esforços precisam ser dedicados à sua implementação e aplicação, para criar ou reforçar a infraestrutura de coleta e reciclagem desse tipo de desperdício.

As empresas que mantêm em vista os indicadores ambientais, sociais e de governança (ESG - *Environmental, Social and Governance Indicators*), estão entre as preferidas dos maiores e mais inteligentes investidores, os quais demonstram maior interesse por princípios de sustentabilidade de companhias para as quais direcionam seus recursos econômicos. Isto levou estes estudos para os recursos estratégicos do setor, demonstrando a notoriedade da reciclagem e destino do lixo eletroeletrônico, e aumentando a visibilidade das empresas que o praticam no mercado.

A Figura 1 expõe o espaço disponível para avanço das análises e relatórios de sustentabilidade, os quais auxiliam os investidores na alocação de seu capital.

Figura 1 - Pesquisa sobre relatórios de sustentabilidade



Fonte: Adaptado de McKinsey (2020).

Portanto, conforme contextualizado, este trabalho teve como motivação achar respostas para as seguintes questões de pesquisa, com relação às empresas brasileiras:

- Como as companhias referência em LR alcançaram melhores resultados em relação às que não o aplicam?
- Quais são as tecnologias e Sistemas de Logística Reversa (SLR) mais aplicáveis no segmento de eletroeletrônicos?
- Há lacunas e falhas na legislação brasileira sobre LR quando comparada àquelas de outros países mais desenvolvidos?

1.2 OBJETIVOS, DELIMITAÇÃO DO TRABALHO E JUSTIFICATIVAS

Com a finalidade de obter respostas às questões de pesquisa elencadas na seção anterior, o objetivo geral deste trabalho foi identificar o estágio de maturidade da área de LR aplicada ao segmento de produtos eletroeletrônicos no Brasil.

Objetivos específicos:

- Identificar as empresas referência no mundo.
- Identificar o estágio de maturidade da implementação da LR, e os seus SLR, com relação aos países desenvolvidos.
- Identificar e comparar a legislação de LR envolvida.
- Propor um guia de melhores práticas em LR com relação a processos, indicadores e condutas propostas pela LR.

A pesquisa está delimitada a empresas de grande porte no setor de eletroeletrônicos no Brasil, quando comparadas com empresas dos EUA (Estados Unidos da América), China, Japão, Coreia do Sul e Taiwan, onde, a partir do ranking *Top 10 Largest Electronics Companies in the World 2020*, tem-se as 10 maiores empresas fabricantes de eletroeletrônicos do mundo (Apple, Samsung, HonHai, Huawei, Dell, Hitachi, Sony, Panasonic, Intel e LG).

Sobre as mais conhecidas do Brasil, a Eletros, Associação nacional de fabricantes de produtos, tem por associadas: Whirlpool, Mondial, Esmaltec, Britânia e Tramontina, as quais estão no radar da pesquisa, sendo utilizadas como objeto de estudo.

A HP (Hewlett-Packard), referência em LR e sustentabilidade no mundo, será objeto de estudo central, uma vez que possui muita informação disponível e de fácil acesso, planos concretos, como alcançar neutralidade em carbono e desperdício zero nas operações da HP até 2025, e o portfólio de produtos mais sustentáveis do setor.

A pesquisa justifica-se por meio de dados como este da ONU (Organização das Nações Unidas) e OIT (Organização Internacional do Trabalho): o mundo produz até 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico todos os anos, um volume avaliado em mais de 60 bilhões de dólares, e recicla apenas 20%.

A quantidade de resíduos eletroeletrônicos produzida e descartada no Brasil passa por diversos dados, explicitados pela pesquisa de Resíduos Eletrônicos no Brasil, produzida em 2021 pela Radar Pesquisas e encomendada pela Green Eletron, maior gestora brasileira sem fins lucrativos para a LR de eletroeletrônicos e pilhas de uso doméstico que não têm mais utilidade.

A CNI (Confederação Nacional da Indústria), juntamente com o SESI (Serviço Social da Indústria) e o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) vem discutindo e difundindo amplamente entre os responsáveis pela indústria no Brasil, ações como a Pesquisa de 2019 sobre Economia Circular.

Incentivando a recuperação dos recursos, contribuindo para a competitividade brasileira perante o mercado externo, desenvolvendo pesquisas e inovações tecnológicas e fomentando a conscientização da sociedade para melhor utilização dos recursos disponíveis aqui, faz considerações sobre a transição das empresas no Brasil, e busca atuar, a partir de 5 linhas de atuação necessárias para o desenvolvimento e melhoria neste assunto, quais sejam:

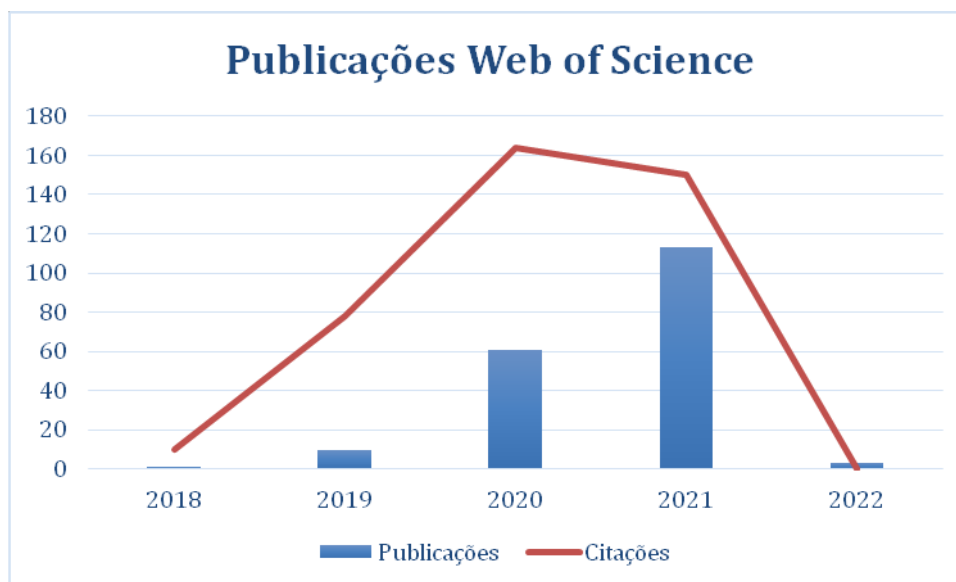
- i. políticas públicas, visando geração de empregos, regulamentação correta e compras públicas sustentáveis;
- ii. educação, com campanhas e capacitações profissionais;
- iii. pesquisa, desenvolvimento e inovação, uma vez que produtos, design e processos podem, a partir da união de setor público e privado, promover métodos e serviços circulares;
- iv. financiamento, com acesso a recursos e projetos em economia circular; e

v. mercado, como ambiente de troca, aproveitando da quantidade de recursos recicláveis e reutilizáveis de um setor tão rentável e competitivo para cooperação e reconhecimento da indústria brasileira como sustentável.

Sendo assim, o trabalho desenvolvido tem relevância na sociedade, uma vez que levanta assuntos não apenas ambientais, mas sociais, mercadológicos, legislativos e ainda de desenvolvimento do nosso país.

A fim de fundamentar e desenvolver a pesquisa, através da plataforma *Web of Science* e o site *Publons*, buscou-se analisar o estado da arte, relacionando as palavras chave: "*Electronic Waste*", "*Circular Economy*" e "*Reverse Logistics System*" e obtendo assim 188 publicações como resultado dos últimos 5 anos (2018-2022), conforme mostra o gráfico da Figura 2, além da distribuição de citações por ano das publicações, o que mostra crescente avanço e procura pelo tema.

Figura 2 - Publicações Web of Science ("*Electronic Waste*" & "*Circular Economy*" & "*Reverse Logistics System*")



Fonte: Adaptado de *Web of Science* (2022).

Dentre os autores mais citados, Wen-Ten Kuo e Zhen-Chang Gao, e Andrea Colantoni, Mauro Villarini, Vera Marcantonio, Francesco Gallucci e Massimo Cecchini possuem 10 citações de seus principais artigos, com *score* 6 em qualidade e importância avaliados pela

plataforma Web of Science. Também com 23 citações e *score* 5, Spyridon Alatzas, Konstantinos Moustakas, Dimitrios Malamis e Stergios Vakalis podem ser considerados importantes autores do tema.

Também para enriquecimento da base de dados acadêmicos, observou-se o retorno da base *Scopus* para as mesmas palavras-chave. Foram encontrados 13 documentos, nos últimos 5 anos, comprovando a maior disponibilidade na plataforma *Web of Science*.

Como estas e outras relevantes pesquisas têm sido realizadas sobre estruturas de governança das cadeias de suprimentos, necessárias para gerir os SLR de reutilização, reciclagem e reparação de produtos eletroeletrônicos (AITKEN & HARRISON, 2013), possibilita-se, com este trabalho, a associação de documentos no Brasil e em outros países. Estes, ao serem disponibilizados à população, ampliam o conhecimento sobre o ciclo de destinação do lixo eletroeletrônico, despertando o papel da comunidade neste desafio, junto ao governo e às empresas.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método do projeto TG (Trabalho de Graduação) pode ser definido como um estudo de casos múltiplos e se constitui em uma pesquisa de abordagem qualitativa, bibliográfica e documental, e baseada em características, hábitos e processos desenvolvidos e continuados por empresas do segmento de eletroeletrônicos que buscam ou já têm implementado conceitos e procedimentos da LR de seus produtos, embalagens e resíduos.

O estudo de caso é uma das abordagens metodológicas de pesquisa mais utilizadas e difundidas na Engenharia de Produção. Para desenvolver o método, neste trabalho, construiu-se uma estrutura conceitual, com planejamento dos casos, coleta de dados, análise e relatório final da pesquisa (CAUCHIK, 2018).

Sendo assim, a primeira etapa de estruturação ocorreu com a definição dos problemas de pesquisa, ancorados na literatura, contribuindo para a investigação. Assim, determinaram-se problemas de natureza empírica, ou seja, baseados na experiência e

observação, por:

i. falta de conhecimento difundido sobre as empresas referência em SLR no segmento de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil e em outros países;

ii. dificuldades na consolidação e identificação das práticas, processos e indicadores utilizados no Brasil, relacionados à LR;

iii. legislação burocrática e pouco difundida para as companhias, bem como seu estágio de evolução no Brasil, ao se comparar com outros países; e

iv. adversidades e vantagens desta implementação no Brasil, direcionada aos equipamentos eletroeletrônicos.

Os casos em estudo serão utilizados para estruturar e exemplificar estes questionamentos, completar as teorias envolvidas na LR de equipamentos eletroeletrônicos, e explicitar os limites de tais práticas, como funcionam e como não se aplicam.

Nos estudos realizados, foi possível identificar, a partir de entidades como a CNI, a Green Eletron, o SISNAMA, a Coopermiti, a ABINEE, e documentos como o PNRs, o Decreto nº 10.240 de 2020 alinhado ao Acordo Setorial de Outubro de 2019, o Global E-Waste Monitor 2020, entre outros, um movimento para difundir cada processo, lei e prática atrelados à LR como um todo, mas também com ênfase nos equipamentos eletroeletrônicos, uma vez que os índices de E-Waste são mais alarmantes a cada ano, no Brasil e em outros países.

A partir do conteúdo acadêmico e institucional atualmente disponível, em suma, online, percebe-se uma tendência de empresas e cooperativas locais fazendo um trabalho completamente escalável, porém pouco divulgado, e empresas gigantes com o contrário: conteúdo altamente difundido, mas inoportuno em pequena escala, por demandar mais recursos e tecnologia.

Assim, os casos envolvidos foram escolhidos a partir de características como: alto grau de semelhança ou de divergência econômica com o Brasil, extensão territorial semelhante ou muito divergente ao Brasil, entre outros controles de pesquisa, a fim de expor os parâmetros de estudo e possibilitar replicação teórica (resultados opostos, razões previsíveis) e literal.

Para seleção dos casos, será feita análise da legislação dos países, a fim de escolher longitudinalmente, no presente, exemplos de boas práticas e processos passíveis de serem replicados no Brasil. Foi escolhido o estudo de casos múltiplos para alcançar maior grau de generalização dos resultados, apesar de tornar a pesquisa menos profunda.

Além da legislação, serão feitos filtros para a escolha, primeiramente em relação aos países de origem, às maiores companhias de eletroeletrônicos do mundo e do Brasil.

Por fim, as empresas de maior destaque serão utilizadas como objeto de estudo, com base em práticas semelhantes ou opostas, mais comuns e mais inusitadas, para efeito de contraste.

Assim, este trabalho buscou identificar, analisar e consolidar ações de LR divulgadas em documentos já existentes relativos a esse tema no Brasil, comparando com o que há em outros países. O projeto visa relacionar e descrever as melhores práticas ditadas pelo mercado, bem como suas vantagens e dificuldades de implementação, frente à legislação envolvida com tal importante tema.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em mais 3 capítulos, além deste introdutório. No Capítulo 2 apresenta-se a conceituação sobre LR, a legislação sobre LR em alguns países e no Brasil e os estudos de caso. No capítulo 3 descreve-se o que foi realizado no trabalho buscando atingir os objetivos propostos, bem como os resultados obtidos e respostas às questões de pesquisa. No Capítulo 4 estão sugestões para continuidade do trabalho e conclusões. Finalmente apresentam-se as referências utilizadas para o desenvolvimento deste texto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS DE LR

A partir dos fatores atuais de maior impacto no que diz respeito à geração de E-Waste, observados por Tidd. Et al (2007), expõe-se a base da obsolescência programada e consequente aumento do consumo e geração desse tipo de lixo. Tais fatores são:

- i. Associação entre performance do mercado e novos produtos;
- ii. Novos produtos geram lucratividade;
- iii. Redução no ciclo de vida dos produtos, substituindo-os;
- iv. Redução nos tempos de produção e design.

LR corresponde à união de ações, práticas e procedimentos que buscam coleta e destinação corretas aos resíduos sólidos, bem como seu retorno às empresas que os geraram ou distribuíram, a fim de serem reaproveitados no mesmo ciclo ou em outros e assim retornar adequadamente ao meio ambiente (SINIR, 2018).

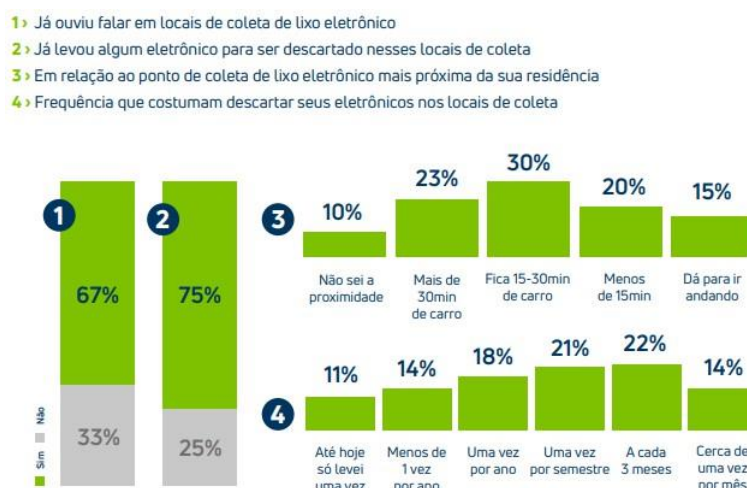
Em 2016, a ABINEE fundou a Green Eletron, Gestora para Logística Reversa de EEE, cujo papel, disponível em seu endereço institucional, é integrar logística reversa com ações de política industrial do setor eletroeletrônico, promovendo a economia circular, visando a geração de valor e a redução de custos. Em 2021 a Green Eletron desenvolveu uma pesquisa de Resíduos Eletrônicos no Brasil, expondo os dados mais atuais referentes ao assunto no país.

A pesquisa é de ordem quantitativa, feita em quatro fases com uma amostra de 2075 pessoas em maio de 2021, que contemplou homens e mulheres de 18 a 65 anos das classes A, B e C de 13 estados mais o Distrito Federal, e do cenário do lixo eletrônico no Brasil, que descartou apenas 3% das mais de 2 milhões de toneladas produzidas em 2019, segundo o relatório da Universidade das Nações Unidas.

Na Figura 3 encontram-se índices referentes aos locais de descarte, frequência e proximidade à residência. Dados alarmantes sobre os locais de coleta do lixo eletrônico,

distribuídos pelo Brasil de modo discrepante entre as regiões, mostram que, apesar de 67% já ter ouvido falar sobre pontos de descarte correto, 25% nunca o fizeram. Destes, 21% por não existir um ponto onde mora; 21% por estes pontos estarem longe de casa; e 20% por não saber onde levar.

Figura 3 - 3ª Fase: Onde fazer o descarte correto do lixo eletrônico no Brasil?



Fonte: Resíduos Eletrônicos no Brasil, Green Eletron (2021).

Ainda no que se refere ao descarte desses resíduos, Ademir Brescansin, gerente executivo da Green Eletron, expõe que o país possui centenas de recicladoras na informalidade, e apenas seis empresas que atendem todos os requisitos para esse processo. Isto gera um desafio logístico, já que o transporte envolve altos custos e impactos ambientais, e as entidades que possuem os requisitos estão concentradas no Sul e Sudeste do Brasil.

Além disso, para alguns tipos de lixo eletrônico, há maiores dificuldades na destinação. Placas eletrônicas, que possuem ouro e outros metais preciosos, precisam ser exportadas para empresas especializadas e, depois trazidas de volta. Baterias de lítio precisam ser enviadas para a Coreia do Sul para serem recicladas.

Tudo isso mostra a dificuldade e limitação da cadeia de reciclagem no Brasil, e a necessidade de apoio do governo, da comunidade e das instituições público-privadas.

Partindo do contexto de que estratégias precisam ser criadas levando em consideração as particularidades de cada país, e determinando o grau de responsabilidade de cada participante no ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos, o CCME (Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente), em 2014, determinou tipos de gestão e modelos de responsabilidade utilizados ao redor do mundo. São eles:

EPR - Responsabilidade Estendida do Produtor: programas em que os fabricantes, detentores de marcas e primeiros importadores são diretamente responsáveis pelo financiamento e operação da LR de seus produtos, através de leis e regulamentos;

Gestão de Produtos: programas em que os fabricantes, detentores de marcas e primeiros importadores não são responsáveis pelo financiamento e operação da LR de seus produtos, mas iniciativas controladas pelo consumidor ou contribuinte e operadas por agentes públicos ou organizações administrativas, através de leis e regulamentos, ou voluntariamente;

SR - Responsabilidade Compartilhada: programas em que governos locais ou agentes públicos operam, variando as responsabilidades de operação e financiamento do fabricante. Todos os agentes (governo, produtor, importador, distribuidor e consumidor) participam da gestão da cadeia de LR, cada um com sua responsabilidade.

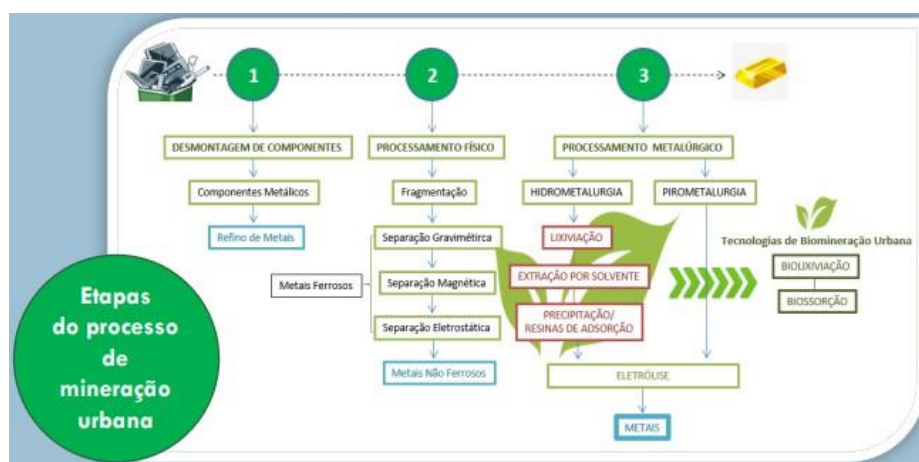
No Canadá as iniciativas de EPR estão trazendo avanços significativos na gestão do E-Waste para o país, a partir do cumprimento da legislação e de projetos informais.

Cossu e Williams (2015) levantaram a discussão acerca do conceito de mineração urbana, que ultrapassa a barreira da mineração propriamente dita, recuperando elementos e componentes de qualquer estoque produzido pelo homem (prédios, indústrias, produtos) em quantidades que podem ser comparadas ou até exceder a disponibilidade na natureza. Essa extração e processamento dos materiais das “minas urbanas” está diretamente relacionada à viabilidade econômica. Na Figura 4 encontram-se as etapas do processo de mineração urbana, descritas pelo CETEM (Centro de Tecnologia Mineral).

Outro conceito da pesquisa importante para constituição dos resultados é a *Closed Loop Supply Chain*, ou Cadeia Fechada de Suprimentos. Essa melhoria desenvolvida à luz da economia e do meio ambiente busca alcançar um sistema sustentável de produção, consumo e recuperação, seja por reutilização, reparo ou reciclagem, ao invés do descarte.

Segundo Bakhiyi et al (2018), a conformação de Economia Circular contém atividades em dois estágios, antes e depois do descarte. As etapas anteriores podem ser descritas como extração, transporte, armazenamento, distribuição, design e processamento de novos produtos, e uso. Para estas, as soluções envolvendo LR precisam contar com o comprometimento dos fabricantes quanto à circularidade (produtos e serviços duráveis, modulares e recicláveis), além do uso limitado de substâncias perigosas.

Figura 4 - Mineração Urbana



Fonte: CETEM - Processo de mineração urbana (2021).

As etapas pós consumo estão relacionadas às operações de retorno dos materiais à cadeia de produção, por meio da revalorização. Coleta, transporte, distribuição, tratamento, reparo, remanufatura, reciclagem e recuperação da energia são soluções que devem conter SLR, reciclagem e processamento a partir de tecnologia limpa, além da busca pela redução da importação ilegal de lixo e integração do setor informal ao sistema formal de reciclagem nos países em desenvolvimento, como no caso do Brasil.

Brasil, Canadá e EUA são alguns desafios dos continentes americanos, uma vez que possuem as maiores extensões territoriais, porém diferem em densidade populacional e volume de E-Waste gerado *per capita*. Estes dados podem ser encontrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Aspectos populacionais, políticos e econômicos do Brasil, Canadá e EUA

Indicadores	Brasil	Canadá	EUA
População (milhões)	210.2	37.8	329.0
Área (milhões km ²)	8516	9985	9834
Geração de E-Waste per capita (kg/ habitante)	10.2	20.2	21.0
Modelo de responsabilidade pelos resíduos	SR	EPR	EPR

Fonte: Adaptado de Xavier et al (2021).

Os fluxos da estrutura formal e informal do E-Waste no Brasil podem ser encontrados na Figura 5, a partir da geração, passando pela coleta, tratamento e destino dos resíduos. É importante atentar-se às diferenças entre o fluxo formal e informal do E-Waste, que diferem principalmente no que diz respeito à coleta e descarte.

Figura 5 - Fluxos formal e informal da geração de E-Waste no Brasil

Geração	Coleta/ Pré Tratamento	Reciclagem/ Tratamento	Descarte
Importação Ilegal	Coletores individuais	Exportação para reciclagem inadequada	Lixões
Doméstico	Companhias irregulares, cooperativas, sucateadores	Companhias irregulares, cooperativas, sucateadores	
Indústria	Gerenciamento Municipal de Coleta Seletiva	Recicladores locais/ regionais/ nacionais	Aterros de Coleta Seletiva
Administração Pública	Campanhas regulares, cooperativas, sucateadores	Exportação para recicladores de E-Waste com alta tecnologia	Aterros de Lixo Perigoso

Fonte: Adaptado de Xavier et al (2021).

2.2 LEGISLAÇÃO SOBRE LR

Componente da legislação internacional sobre LR, a Convenção da Basileia sobre controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito, tem por objetivo dar destino adequado aos resíduos perigosos dentro dos países participantes, regulamentando a importação e exportação de E-Waste. Este movimento tem por propósito impedir que países em desenvolvimento absorvam o lixo eletrônico dos desenvolvidos, aumentando os impactos ao meio ambiente e às pessoas. No Brasil, após a instituição da PNRS, foi proibida a importação de resíduos perigosos.

O Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia preveem, na *WEEE Directive* (*Waste Electrical and Electronic Equipment*, ou Diretiva sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos), a restrição do uso de substâncias perigosas, com o objetivo de reduzir o desperdício, aumentar a recuperação do que pode ser reutilizado ou reciclado e ter menos impacto ambiental negativo. Como complementar, a *RoHS Directive* (*Restriction of Certain Hazardous Substances*, ou Diretiva sobre Restrição de certas Substâncias Nocivas) restringe o uso de dez substâncias: chumbo, cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, bifenil polibromato (PBB), difenileter polibromato (PBDE), 2-etilhexil ftalato (DEHP), benzil butil ftalato (BBP), dibutil ftalato (DBP) e diisobutil ftalato (DIBP).

Na Alemanha se preza por três princípios: precaução, poluidor pagador, e cooperação, os dois últimos sob a EPR (Responsabilidade Estendida do Produtor).

No Japão, a estimativa de Ignatuschtschenko (2017) de coleta e processamento de E-Waste no sistema local de reciclagem está entre 50% e 60%, porém 30% é exportado ilegalmente.

Na Coreia do Sul, a KEITI (Instituto de Indústria e Tecnologia da Coreia) possui um plano integrado de cooperação internacional ambiental. Esse órgão oferece informação, serviços de consultoria, suporte financeiro e de comércio a empresas locais com tecnologias ambientais, além do incentivo à expansão mundial de recursos que preservam o meio ambiente. Para tanto, desenvolvem estudos de viabilidade, localizam as tecnologias, passam a informação, desenvolvem projetos com o GFP (Fundo Climático Verde) e possuem escritório em outros países: China, Vietnã, Indonésia, Colômbia e Argélia.

Nos EUA, através da *Blueprint 2030* (Pegada Azul 2030), o *America is All In* busca criar e apoiar uma legislação robusta acerca do meio ambiente, por meio de uma estratégia mais rápida e duradoura de redução da emissão de gases nocivos. As estratégias são divididas entre políticas nacionais, políticas estaduais, políticas municipais, ações de negócios e ações da sociedade civil, o que reforça a necessidade do papel de cada parte nessa causa.

Em 2018, a ISO/TC 323 foi instaurada com o objetivo de padronizar a Economia Circular, desenvolvendo frameworks (estruturas), guias, ferramentas de suporte e outras exigências para implementação de atividades das organizações envolvidas no assunto, maximizando a contribuição com o desenvolvimento sustentável. As relevantes discussões levantadas por esse trabalho contam com 70 países participantes e 11 observadores, entre eles os grandes das Américas, Canadá, EUA e México, do bloco NAFTA, e Brasil, Argentina e Uruguai, do Mercosul.

No II Fórum Internacional Eureciclo, transmitido online através do YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=KwSsO1UeK4Y>), foram discutidos os cenários da LR em alguns países europeus, nos EUA e no Brasil.

Anne-Sophie Michel, gerente de inovação da Citeo, empresa ligada à EPR (responsabilidade estendida do produtor) de embalagens e papeis pioneira na França, expõe o ponto de vista em que está localizada: entre as empresas produtoras do lixo e as autoridades. A redução, reutilização e reciclagem de embalagens dos EEE é tão importante quanto a dos próprios equipamentos, uma vez que também consiste em produtos plásticos e de outros materiais que trazem consequências ambientais.

Três exemplos de empresas francesas buscando soluções para LR de embalagens: *Lactips* produz um material termoplástico solúvel em água, a partir da proteína do leite, que não tem por resíduos micro plásticos. *Hipli* criou embalagens para o e-commerce que podem ser enviadas de volta e retornarão ao ciclo, reinventando e criando valor para cadeia de uma maneira diferente da convencional. *Lixo* é uma empresa de tecnologia que, utilizando IA (Inteligência Artificial), identifica, caracteriza e desenvolve a qualidade do material utilizado nas embalagens, para recriar e melhorar o processo de reciclagem.

Na Itália, Enzo Vergalito, Diretor e Cofundador da *Ewap Cooperative Company*, expõe como a relação do lixo reciclável mudou a partir dos anos 80. A coleta antes era feita por meio de cestos públicos, grandes e nas ruas, e atualmente é individual, nas casas ou prédios

dos cidadãos italianos, com cestos privativos. Essa ação aumentou a quantidade e qualidade deste lixo e elevou os números em relação ao modelo para até 88% do lixo reciclado em muitas cidades. Isso transformou as famílias em protagonistas do sistema, responsabilizando o cidadão pelo descarte do seu lixo, mas também organizando a coleta seletiva porta a porta, mudando a mentalidade e comportamento dos governantes, técnicos e operadores da economia circular.

O trabalho da *Ewap* é acompanhar essa mudança, não só no lixo reciclável, no problema técnico, mas também no lado social da economia circular. Formar os governantes e cidadãos é parte fundamental do projeto, uma vez que explica o sentido do que está sendo feito e seus objetivos, promovendo a economia circular, comunicando as formas corretas de separação, e compartilhando os resultados e melhorias.

O grupo TEPX, que tem por diretor Mauro Napolitano, nos EUA, recicla PET e reforça o ponto mais importante para a coleta de lixo reciclável: a educação. Como educar a população é essencial, indispensável para o sucesso da economia circular, no Brasil e em qualquer país. Além disso, a formalidade e formalização da coleta, utilizando e manipulando os materiais da maneira correta se concretiza como desafio universal, uma vez que, segundo a OIT, apenas 20% do E-Waste é reciclada formalmente.

No Brasil, O SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) é a estrutura de gestão ambiental brasileira, que tem como princípios melhorar e recuperar a qualidade do meio ambiente. Foi instituído a partir da Lei nº6.938/81 e é composto por órgãos ambientais, entre eles o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), a SEMA (Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República) e o Instituto Chico Mendes, de Conservação da Biodiversidade. Estas e outras entidades são responsáveis por dar cumprimento às diretrizes instituídas pela união, estados, municípios e pelo poder público, relacionadas à proteção do meio ambiente. O PNRS (Plano Nacional de Resíduos Sólidos), em sua gestão atuante, apresenta e reforça conceitos como economia circular, responsabilidade compartilhada e logística reversa. Estes estão intrinsecamente relacionados no que diz respeito às formas de implementar ações, procedimentos, indicadores e normas, com o objetivo de viabilizar a coleta e retorno de resíduos sólidos à cadeia produtiva para reaproveitar, reutilizar e reciclar, dando a eles a destinação correta.

Algumas cadeias de resíduos possuem seu próprio SLR e são priorizadas pelo alto impacto na saúde das populações e do ecossistema, através dos chamados Acordos Setoriais. Segundo o PNRS (p.99), são eles: embalagens de óleos lubrificantes; medicamentos; embalagens em geral; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mistas e equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes, foco deste trabalho.

Para entender como é regulamentada a LR de EEE no Brasil, o PNRS, estipulado pela Lei Federal nº 12.305/ 2010 em seu capítulo IV, artigo 9º, descreve as quatro etapas de operacionalização do sistema de LR de EEE:

- i. descarte, pelos consumidores, dos produtos eletroeletrônicos em pontos de recebimento;
- ii. recebimento e armazenamento temporário dos produtos eletroeletrônicos descartados em pontos de recebimento ou em pontos de consolidação, conforme o caso;
- iii. transporte dos produtos eletroeletrônicos descartados dos pontos de recebimento até os pontos de consolidação, se necessário; e
- iv. destinação final ambientalmente adequada.

O Decreto nº 10.240 de 2020, alinhado ao Acordo Setorial de Outubro de 2019, regulamenta a LR dos EEE no Brasil e, a partir dos objetivos estruturais, de implementação e operacionalização dos sistemas, determina obrigações para equipamentos de uso doméstico. Resíduos de eletroeletrônicos de uso profissional, do setor de serviços, bem como pilhas, baterias e lâmpadas dos produtos, possuem outro acordo de logística reversa.

As obrigações de fabricantes e importadores, de acordo com essa legislação, consistem em: dar a destinação ambientalmente adequada aos resíduos, participar de planos de educação ambiental aos consumidores e criar relatórios para órgãos ambientais verificarem o cumprimento das normas.

Os distribuidores devem incentivar a LR em estabelecimentos varejistas, disponibilizar espaços físicos para serem utilizados no SLR e compartilhar relatórios com o SISNAMA, que verifica as ações.

Aos comerciantes compete a disponibilização de pontos de recolhimento dos resíduos aos consumidores, armazenamento dos mesmos até a devolução aos fabricantes e concessão de informações aos órgãos ambientais, quando solicitadas.

Para tanto, existem setores e órgãos regulamentadores da causa em questão. Eles são importantes para a realização da LR, fiscalização e orientação por parte dos consumidores, governos e cooperativas de catadores.

Coopermiti é uma cooperativa sem fins lucrativos, central de triagem de resíduos eletroeletrônicos pioneira no Brasil, conveniada à prefeitura de São Paulo, a partir de um sistema integrado de gestão da qualidade e meio ambiente, atuante de acordo com as normas NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 14001:2015. É responsável por integrar um trabalho de inclusão social, digital, capacitação, educação ambiental e cultural com a destinação, reciclagem ou reutilização do E-Waste e de recicláveis secos, gerando renda aos cooperados. Funciona com o apoio de diversas escolas, hospitais e outras respeitadas instituições, coletando através de entregas voluntárias, agendamento ou recolhimento nos PEVs (pontos de entrega voluntária) de parceiros.

A ABREE (Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos) e a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), em seu relatório Anual 2020, divulgaram o GAP (Grupo de Acompanhamento e Performance), formado por entidades representativas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos eletroeletrônicos, acompanhando, divulgando e melhorando os SLR, bem como consolidando resultados e reportando para o MMA (Ministério do Meio Ambiente) com frequência anual, de modo que assim representam as empresas e gestores da LR no Brasil.

O GAP, no fim de 2020, contava com cinco entidades setoriais: ABINEE, como entidade coordenadora do grupo, ABRADISTI (Associação Brasileira da Distribuição de Tecnologia da Informação) como secretariado, ASSESPRO (Associação das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação), Green Eletron (Gestora de Resíduos Eletroeletrônicos Nacional) e CNC (Confederação Nacional do Comércio).

Todos os órgãos, leis e documentos acima descritos serão utilizados como base deste trabalho, a fim de explorar o que temos em competência legislativa e regulamentadora no país, bem como comparar com o que discutiremos e levantaremos neste sentido sobre outros países.

2.3 ESTUDO DE CASOS

A **HP** (Hawlett-Packard), em seu Relatório de Impacto Sustentável de 2020, mostra que seus propósitos de ação climática têm foco em carbono líquido zero e no portfólio de produtos mais sustentáveis do setor, segundo o CEO, Enrique Lores. É na segunda informação que está baseada a escolha de centralizar esta empresa no trabalho aqui desenvolvido.

As emissões líquidas de gases de efeito estufa têm objetivo zero em toda a cadeia HP, até 2040. O comprometimento com a circularidade tem 75% por meta até 2030. O compromisso de manter o desmatamento zero para papéis HP e embalagens feitas de papel e combater o desmatamento para papéis que não sejam da HP usados nos produtos e serviços de impressão também faz parte do plano.

A pegada de carbono da HP foi equivalente a 44.890.100 toneladas de CO₂e, 4% menos do que em 2019. Sobre circularidade: mais de 85% dos cartuchos de tinta originais HP possuem de 4 a 75% de conteúdo reciclado pós-consumo, 100% dos cartuchos de toner originais HP possuem 1 a 75% de conteúdo reciclado pós-consumo ou pós-industrial.

A abordagem da circularidade HP, ponto importante para o crescimento das ações sustentáveis de qualquer companhia, está ilustrada na Figura 6.

Figura 6 - Abordagem da circularidade HP (2020)



Fonte: Relatório de Impacto Sustentável HP (2020).

Além das iniciativas anteriormente descritas, a HP trabalha, desde 2016, reduzindo os plásticos provenientes dos oceanos por um programa piloto no Haiti. O esforço já desviou mais de 600 milhões de garrafas plásticas, impedindo que alcançassem os cursos d'água e oceanos. Em 2020 abriu uma nova linha de lavagem de plásticos de 2 milhões de dólares no Haiti para produzir plástico limpo e reciclado de alta qualidade, destinado aos produtos HP, incluindo cartuchos de tinta e os computadores mais sustentáveis da empresa.

Outras iniciativas HP que geram impacto sustentável: Projeto STOP, sistema circular de gerenciamento de resíduos em East Java (Indonésia) e oportunidades de geração de renda, inclusive para trabalhadores do setor informal de resíduos; Parceria com a UL (Comércio internacional e desenvolvimento) na primeira certificação para plásticos provenientes dos oceanos;

Reciclagem de baterias de produtos HP, fabricadas com lítio/íon, um material não-tóxico e isento de controle pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), através da coleta e encaminhamento correto para reciclagem, desde 2002 no Brasil; HP Planet Partners Brasil, entrega dos itens em pontos de coleta, ou agendamento de coleta (gratuita a partir de 5 cartuchos), para cartuchos HP e SAMSUNG.

A HP Brasil foi finalista no prêmio The Circulars de 2018, principal programa que reconhece as empresas que usam tecnologia para possibilitar economia circular do mundo, além de ter sido 6 vezes eleita uma das melhores empresas de eletrônicos pelo Guia EXAME de Sustentabilidade, sendo considerada, em 2016 e 2017, a melhor empresa em Gestão de Resíduos.

A **Samsung Electronics**, maior do mundo no setor de eletroeletrônicos, promete estar reinventando a sustentabilidade ambiental em tudo que faz, desde o projeto do produto até a embalagem e a economia de energia para reciclagem, com base nos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Desde 2009, estabeleceu os Requisitos Samsung para Gestão de WEEE (Resíduos de equipamentos Eletroeletrônicos), que respeitam indicadores EHS (ambientais, de saúde e segurança), fazem a gestão dos fornecedores e proíbem a exportação ilegal de lixo.

O programa Re+ de coleta de resíduos eletrônicos, recolhe produtos no fim da vida útil e os recicla usando um método ecologicamente correto. Utiliza plásticos reciclados em produtos que vão desde geladeiras, lavadoras, ares-condicionados, TVs, monitores e até

carregadores de celular. Além disso, cerca de 30.000 toneladas de plástico reciclado, incluindo PCM (materiais plásticos pós-consumo) reciclados de lixo eletrônico, são usadas na fabricação dos produtos a cada ano.

Também colabora com a marca têxtil premium Kvadrat para criar acessórios para celular de alta qualidade que promovam a reciclagem e métodos de produção sustentáveis. O Samsung Galaxy Buds Pro é feito usando 20% de materiais reciclados pós-consumo pela Lotte Chemical Corporation e validado pela UL (Comércio internacional e desenvolvimento).

Galaxy Upcycling at Home (disponível nos EUA, Reino Unido e Coreia). Utiliza dispositivos Samsung Galaxy antigos (lançados a partir de 2018) para criar ferramentas úteis de IoT (Internet das coisas).

Outras iniciativas Samsung gerando impacto positivo:

Eco-package, caixas de produtos especialmente projetadas transformam-se em outros itens úteis, dando uma segunda vida útil aos resíduos da embalagem.

Chips de memória 9 receberam rótulos de PCF (Pegada de Carbono de Produtos) da *Carbon Trust* por seu papel significativo na redução do impacto climático e ajuda na transição para uma economia de baixo carbono.

O controle remoto com célula solar recarregável, feito de plástico reciclado, pode ser carregado por meio de luzes artificiais ou naturais ou USB, ajudando a evitar o descarte de 99 milhões de pilhas AA (Baseado no consumo médio anual de bateria e estimativa de vendas das TVs Samsung) nos próximos sete anos.

O aplicativo *SmartThings* fornece informações detalhadas e atualizadas sobre o consumo energético de uma casa, permitindo o agendamento de horários de início e término, e até controle remotamente.

A **Whirlpool Corporation**, empresa de eletrodomésticos presente em todo o mundo, com marcas com mais de 1 bilhão de dólares em vendas líquidas, 19 bilhões de dólares em vendas anuais e detentora de 57 centros de pesquisa tecnológica e manufaturas, mostra, em seu relatório de sustentabilidade 2020, sua abordagem a respeito dos valores ESG, alinhada aos ODS.

Muitas dessas metas estão intrinsicamente ligadas à LR de seus produtos, como a meta de zero resíduos para aterro para se alinhar à norma UL ECV 2799 (31 de 35 fábricas estão no nível Silver e acima, com 71%), ou a de 18% de plástico reciclado na composição, para Europa, Oriente Médio e África até 2025. Redução no consumo de água para fabricação e utilização dos produtos, e de emissões de gases do efeito estufa, são metas endereçadas pela Whirlpool em toda sua cobertura.

No que diz respeito ao ciclo de vida e fim da vida útil dos produtos, a empresa atua em 3 momentos:

Fabricação. A partir da ferramenta CTI (*Circular Transition Indicators*), implementada envolvendo os stakeholders internos para estabelecer metas e medir o progresso em direção a produtos circulares. Aumentando a eficiência dos recursos, aumenta a demanda por materiais reciclados e diminui o uso de recursos naturais. Também existe uma LCA (Análise do Ciclo de Vida) para avaliar os impactos ambientais potenciais e quantificáveis associados a um produto, metodologia integrada ao processo de desenvolvimento de produtos desde 2018.

Tais avaliações ajudam a identificar oportunidades de melhoria, informam a tomada de decisões e podem determinar indicadores de desempenho ambiental relevantes. Como os produtos da mesma categoria têm impactos semelhantes ao longo de suas fases do ciclo de vida, há concentração na análise dos principais produtos que fornecem uma visão abrangente dos impactos e informam melhorias para cada categoria.

Uso, reduzindo os impactos ambientais de três maneiras:

i. Reparos: aumentando a longevidade dos produtos. Cerca de 81% dos pedidos de reparos na UE (União Europeia) resultam em reparos reais, o que reduz o descarte e aumenta a vida útil.

ii. Centros de Devolução: 6 centros nos EUA, um no Canadá e um no Reino Unido, recolhem, classificam para recondicionar ou utilizar peças, e revendem os que estão funcionando. Mais da metade dos produtos processados nos EUA em 2020 foram reformados e revendidos.

iii. Ofertas de serviços: na América Latina, existem purificadores de água alugados, ao invés de comprados. A manutenção é feita esporadicamente, e quando o consumidor termina de usar, o produto é devolvido, recondicionado e fornecido a outro consumidor.

Todos esses programas têm como objetivo prolongar a vida útil dos produtos e mantê-los fora do fluxo de resíduos.

Fim da vida. Em 2020, a Whirlpool liderou com a ABREE uma forte interface com o governo brasileiro para entender a complexidade da implantação do sistema de logística reversa de eletrodomésticos no país, incluindo a criação do GAP, com o objetivo de implantar em âmbito federal o sistema de coleta de 2021 em diante.

A ABREE representa mais de 85% do volume total de resíduos a serem coletados no Brasil, o que a torna uma das maiores entidades responsáveis pela destinação correta de resíduos eletrônicos no mundo. Em São Paulo, a meta do setor para 2020 era coletar 26 toneladas de lixo eletrônico, e a empresa recolheu e tratou cerca de 50 toneladas.

Em regiões onde há falta de infraestrutura para programas de devolução, a Whirlpool trabalha com varejistas e terceiros para encontrar formas de reciclar e reutilizar eletrodomésticos.

Continuar a explorar maneiras de tornar os produtos mais fáceis de reciclar no final e sua vida útil faz parte do compromisso da companhia.

No Relatório de Gestão **Esmaltec** 2019-2020, a brasileira mostra redução na emissão de GEE a partir da mudança do modal logístico rodoviário, predominante no país, para cabotagem. Na gestão de resíduos, os ODS estão alinhados com os objetivos e ações da empresa, no acompanhamento de todo o ciclo de vida dos resíduos, garantindo o destino final por reciclagem, incineração, coprocessamento ou aterramento conforme legislações aplicáveis. Os resíduos perigosos são destinados para coprocessamento, estação de tratamento, rerrefino e incineração. Os resíduos não perigosos são enviados para aterro sanitário ou reciclagem, sendo que parte dos plásticos é moído e reutilizado no próprio processo.

A **Tramontina**, brasileira estabelecida em Carlos Barbosa (RS), possui sua Central de Resíduos Industriais, onde recebe e dá destino aos resíduos gerados pelas unidades instaladas

em Carlos Barbosa, Garibaldi e Farroupilha. Esta estrutura conta com uma Central de Triagem por onde passam mais de 80% dos resíduos para que sejam encaminhados para reciclagem, descontaminação ou utilização em outras cadeias produtivas. Para os resíduos que não podem ser reaproveitados ou reciclados, a Central conta com Aterros próprios para destinar adequadamente resíduos perigosos e não perigosos.

Em suas unidades de produção, a Tramontina utiliza sistemas para controle de liberação na atmosfera de material particulado, gases de combustão (caldeiras) e compostos voláteis (processos de pintura). Esse material particulado é destinado na forma de resíduos sólidos para os aterros ou reaproveitado no próprio processo produtivo, como é o caso da serragem e do pó da usinagem de produtos de madeira, que são recolhidos e queimados em caldeiras, gerando energia. O controle de emissões conta também com análises laboratoriais para o monitoramento.

3 RESULTADOS

3.1 RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISA

- Há lacunas e falhas na legislação brasileira sobre LR quando comparada àquelas de outros países mais desenvolvidos?

Para os estudos de LR nos países em foco deste trabalho, levou-se em conta aspectos políticos, econômicos, ambientais e legais. Os elementos de população e área são muito importantes para a análise, uma vez que as distâncias a serem percorridas para coleta e destinação dos resíduos impactam diretamente nos custos logísticos. As matrizes energéticas e combustíveis utilizados também estão envolvidos.

Assim, a partir do contexto exposto e da fundamentação teórica estudada, entende-se que a legislação brasileira ainda se encontra em desenvolvimento no que diz respeito às políticas e práticas que envolvem a área de eletroeletrônicos e sua LR no Brasil. Portanto as sugestões à sociedade civil e às autoridades são:

i. **População interessada:** divulgar informações sobre pontos de coleta próximos (havendo PEVs no bairro, por exemplo), a fim de concentrar a informação, personalizar localmente e tornar-se disponível em caso de dúvidas para quem não tem acesso ou tem dificuldade de investigar sobre LR no município;

ii. **Cooperativas e gestoras de coleta:** promover informações em locais estratégicos (como supermercados e farmácias, por exemplo), para que toda a população saiba como e por que meios pode descartar corretamente seus EEE, dando destino responsável e ambientalmente adequado, além de buscar formalização dos serviços, aumentando os benefícios que podem conquistar e levar à população;

iii. **Companhias e empresas de EEE:** promover facilidade e benefícios na troca por EEE novos, (por exemplo, Apple e Samsung oferecem descontos na troca por celulares novos), incentivando a LR e mostrando compromisso com os resíduos gerados, dando tranquilidade aos consumidores conscientes, da mesma forma em que se responsabiliza por dar suporte à informação no tocante à economia circular.

iv. **Autoridades legislativas e órgãos governamentais:** levando em consideração a legislação de outros países como a Itália, buscar evidenciar os exemplos de sucesso, importando tecnologias, práticas e regulamentos acerca da LR de EEE para o país, regulamentando todas as etapas da cadeia de suprimentos, desde a fabricação até o destino final do E-Waste.

- Como as companhias referência em LR alcançaram melhores resultados em relação às que não o aplicam?

Primeiramente, essa questão elaborada no início dos estudos encontra-se defasada, uma vez que, após o Decreto nº 10.240 de 12 de Fevereiro de 2020, em seu artigo 1º, que estabelece normas para a implementação de sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, de que trata o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, é obrigatória a ação das empresas fabricantes de EEE na LR de seus produtos, e abrange, em sua Fase I:

- i. a criação do Grupo de Acompanhamento de Performance;
- ii. a adesão de fabricantes e importadores às entidades gestoras, por meio de instrumento jurídico aplicável, ou a apresentação de seu modelo individual para execução das atividades pelas quais são responsáveis no sistema de logística reversa;
- iii. a adesão de comerciantes e distribuidores às entidades gestoras, por meio de instrumento jurídico aplicável, ou a formalização de sua participação em sistema individual de fabricante ou importador para execução das atividades pelas quais são responsáveis no sistema de logística reversa; entre outras implementações.

Assim, por ser obrigatória a LR nas empresas, a comparação entre as que aplicam e não aplicam é impraticável. Por outro lado, como existem estágios de aplicação da LR nas empresas, é válido concluir que, para as que estão à frente no assunto, existem benefícios, como:

- i. amparo regulamentário às companhias, através da Lei e de associações como a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais);

- ii. suporte de coleta por meio de serviços especializados, através da Green Eletron e de PEVs.
 - iii. apoio às cooperativas formais de coleta, contribuindo com o ciclo dos produtos e tendo matéria prima de volta à fabricação de novos produtos;
 - iv. aceitação da população consumidora, mais consciente das responsabilidades ambientais a cada dia;
 - v. responsabilidade compartilhada, onde todos os que participam da cadeia possuem deveres e privilégios.
- Quais são as tecnologias e Sistemas de Logística Reversa (SLR) mais aplicáveis no segmento de eletroeletrônicos?

Após as revisões de casos, pesquisa, exploração e observação dos resultados, a primeira obrigatoriedade no que diz respeito à aplicação de LR de EEE no Brasil ou em qualquer território, é a informação. Educação tem poder de conscientização, o que deve ser o primeiro passo para o sucesso no assunto.

Apesar de deter índices elevados de reciclagem, 90% dos SLR no Brasil é formado por cooperativas e negócios familiares não sustentáveis, catadores de lixo e trabalho informal. Para regulamentar esta questão, a Lei nº 12.305 de 2010 forçou as empresas a investir em instalações locais de reciclagem, ou então pagar multas e perder sua licença ambiental. Porém esses fornecedores de serviços ainda encontram dificuldades em vender seu trabalho aos fabricantes. Impulsionar e criar uma rota para interligar o sistema é de grande valia para ambas as partes.

A Newhope Ecotech, ou Eureciclo no Brasil, rastreia o fluxo de resíduos pós consumo e, através de tecnologia *blockchain*, incentiva e mensura o cumprimento das métricas e metas de reciclagem no Brasil. Seus sistemas regulamentam os catadores e cooperativas e vendem créditos de reciclagem aos fabricantes.

SLR como os praticados na maioria dos países citados neste projeto consistem em programas de EPR ou de SR. No Brasil, existe a responsabilidade compartilhada do produtor, com os fabricantes, distribuidores, varejistas e consumidores como agentes. Diante dos resultados do país e das iniciativas que apoiam e suportam a LR de EEE, é adequado dizer

que o caminho para o sucesso pode ser trilhado a partir dessa responsabilidade compartilhada, o que amplia as oportunidades de crescimento e melhorias em todas as fases da cadeia de suprimentos.

A fim de verificar o cumprimento dos objetivos do trabalho, indicadores de desempenho da LR foram considerados, a partir de Bouzon et. al (2017). Conforme a análise da literatura, os principais indicadores podem ser encontrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Indicadores de desempenho de LR

Indicadores					
Econômico	Logística e produção	Social	Tecnologia e Qualidade	Ambiental	Marketing e Imagem
Receita de revenda ou materiais reciclados	Tempo médio do ciclo total	Segurança dos trabalhadores que atuam em LR.	Taxa de erros de qualidade	Uso de energia	Avaliação dos clientes
Recaptura de valor	Porcentagem de produtos reciclados	Funcionários atingidos pelo projeto de LR	Rastreabilidade dos projetos	Resíduos gerados pela LR	Parceiros que apoiam a LR da sua empresa

Fonte: Bouzon et. al (2017).

Dentre os indicadores apontados, 4 foram levados em consideração para análise. Ao considerar a recaptura de valor, tem-se em vista o retorno do produto para a cadeia com possibilidade de remanufatura ou reparo, e revenda, ou então a reutilização de peças no reparo de outros produtos. Sobre isso, é seguro garantir que as maiores companhias possuem interesse sob essa visão, uma vez que podem aumentar ainda mais os ganhos com a revenda de segunda mão, recuperar produtos com alto valor agregado, e ainda alcançar as metas sustentáveis. As empresas em foco possuem políticas e ações sobre recaptura de valor.

A porcentagem de produtos reciclados e os parceiros que apoiam a LR das empresas são indicadores complementares, por serem metas que devem ser mensuradas e executadas em parceria com as companhias. Ainda existe um longo caminho de padronização e certificação ao longo da cadeia de suprimentos, como examinado na pesquisa deste trabalho.

A partir do Decreto nº 10.240 de 2020, a demanda por essa regularização aumentou, uma vez que os fabricantes devem comprovar a reciclagem de 1% da produção desde 2017, e chegará a 17%, em 2025. A meta quantitativa de reciclagem para 2021, de acordo com a Companhia Ambiental do estado de São Paulo (2018), foi de 13%, e para tanto, recicladores e empresas responsáveis pelo transporte dos equipamentos precisam estar agindo de acordo com a lei e as certificações necessárias, a fim de atender os requisitos e as fabricantes.

Os resíduos gerados pela LR podem ser subdivididos em duas frentes: materiais que podem ser reciclados e que, portanto, possuem processos de reciclagem definidos; e os resíduos perigosos sem possibilidade de tratamento no Brasil, que devem ser enviados a outros países e regiões para destinação adequada, ou incinerados, uma vez que, ao serem descartados sem tratamento, causam problemas ao meio ambiente e aos seres humanos.

Assim, o estágio de maturidade no Brasil para EEE no que diz respeito à LR pode ser definido como intermediário, devido às iniciativas em execução no país, por meio da pressão da lei, e da visão sustentável das empresas e consumidores. Não será considerado um estágio inicial por já haver movimentação em diversos órgãos, companhias e fornecedores de serviços, bem como conscientização da população acerca da LR, e nem avançado, por não possuir todos os processos e etapas da cadeia de reciclagem completamente definidos e bem estruturados.

Para cumprir com os objetivos específicos, avaliam-se as empresas referência no mundo, que podem ser definidas como as mais maduras na implementação dos SLR na gestão dos resíduos gerados, acompanhamento e responsabilização pelo ciclo de vida e cadeia completa dos produtos. A partir do estudo, é correto aferir que são as multinacionais, possuindo anos de experiência e incentivo à LR de seus bens de consumo, como as descritas no início, e principalmente as que se tornaram casos para estudo. Estas, em sua maioria, estão localizadas na Europa, Ásia e América do Norte, onde a legislação existe há mais tempo ou é mais exigente e, portanto, já teve alterações e exemplos do que falhou e o que realmente traz resultados no que diz respeito à reciclagem e destinação.

Também sobre a legislação no Brasil, assinalam-se dois pontos: primeiramente, a responsabilidade compartilhada pelo fechamento do ciclo dos materiais é um correto posicionamento, como se encontram em outros países de sucesso em sua LR, além de que, para um território tão extenso, é lógico que tenham vários agentes e mediadores observando

as etapas da destinação dos resíduos. O segundo ponto é o positivo avanço ocorrendo nos últimos anos em relação ao PNRS e ao Decreto 10.240 de 2020, os quais mudaram completamente o cenário da legislação envolvendo LR no Brasil, tornando obrigatória a responsabilidade dos fabricantes pelos seus resíduos.

3.2 COMENTÁRIOS ACERCA DOS RESULTADOS

Os resultados são satisfatórios, devido à riqueza de detalhes dos países, empresas e leis envolvidas, além de que puderam aumentar o conhecimento da autora acerca de tal importante tema, tão intrínseco e enraizado em sua vida pessoal e profissional. A responsabilidade coletiva é indissociável da LR no nível Brasil, já que a extensão territorial aumenta os desafios da atuação.

As questões de pesquisa puderam ser ilustradas e melhor visualizadas a partir do estudo de casos múltiplos, apesar de tornar o conteúdo mais generalizado, o que em partes acrescentou experiência, mostrando as principais atitudes das empresas em relação à gestão de resíduos sólidos.

Conhecimento é o primeiro passo para a mudança, e acreditar que se pode reduzir o volume de lixo eletrônico é determinante para seguir em frente com os objetivos ambientais, cumprindo com os indicadores ESG e a agenda de ODS da ONU.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO

A sugestão que fica, após investigação, é a de propor um guia de melhores práticas em LR com relação a processos, indicadores e condutas propostas pela LR. Esta recomendação fez parte dos objetivos originais do projeto, porém não pôde ser alcançada com o tempo de trabalho disponibilizado, unido à um olhar mais crítico e com toda a informação reunida, o que pode ser alcançado por outrem.

Este guia pode ser sucesso entre empresas de menor porte, principalmente se for aplicável e escalável a diferentes níveis e legislações do planeta.

4.2 CONCLUSÕES

Para concluir o trabalho, sob uma avaliação geral dos aprendizados, é adequado dizer que a LR de EEE no Brasil está caminhando para os resultados ambientais e de cumprimento das leis, bem como está seguindo o perfil do consumidor atual. O brasileiro que consome equipamentos eletrônicos de marcas multinacionais sabe da importância e quer ver a responsabilidade do lixo não só para os fabricantes, mas do governo e de cada cidadão.

As grandes marcas têm ensinado e mostrado que é possível fidelizar clientes e promover a sustentabilidade, enquanto transforma a sociedade. Catadores de lixo se tornam parte importante da cadeia reversa, dignificando seu trabalho através de cooperativas certificadas. Prêmios de excelência são promovidos e distribuídos para iniciativas reconhecidamente transformadoras.

Assim, o trabalho aqui apresentado pode ser de grande valia para todos os setores da sociedade: consumidores entendendo a melhor maneira de exigir e consumir produtos e serviços; órgãos reguladores, promovendo e executando as regras em toda a cadeia produtiva; governo viabilizando as metas e apoiando todos os que atuam no processo; trabalhadores encontrando seu lugar de formalidade e reconhecimento; e fabricantes e/ou fornecedores dos equipamentos, essenciais para a sociedade, porém com riscos, desafios e muitas oportunidades de melhoria ambiental, social, mercadológica e de desenvolvimento do país.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA - ABINEE **Relatório anual**. 2020. p. 49-65. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/prog22.htm>. Acesso em: 10 set. 2021.
- AMERICA IS ALL IN. **Blueprint 2030**. Disponível em: <https://www.americaisallin.com/blueprint-2030/>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- BAKHIYI, B. *et al.* Has the question of e- waste opened a Pandora's box? An overview of unpredictable issues and challenges. **Environment international**, v. 110, p. 173-192, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017314708>. Acesso em: 13 fev. 2022.
- BIZVIBE. Top 10 largest electronics companies in the world 2020: electronics industry factsheet. **Blog, Electronics and Computers, Fact sheet**. Disponível em: <https://blog.bizvibe.com/blog/largest-electronics-companies>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- BRASIL. Decreto n. 10.240 de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. Lei n. 12.315, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. **Plano nacional de resíduos sólidos**. Brasília, 2012. 103p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- CAUCHICK, P.A.M.; **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT - CCME. **Progress report on the Canada: wide action plan for extended producer responsibility**. Manitoba, 2014. Disponível em: https://ccme.ca/en/res/cap-epprogressreport2014_e.pdf. Acesso em: 13 fev. 2022.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Restriction of hazardous substances in electronic equipment (RoHS)**. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/rohs-directive_pt. Acesso em: 12 fev. 2022.

COMISSÃO EUROPEIA. **Waste from electrical and electronic equipment (WEEE)**.

Disponível em:

https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_pt. Acesso em: 12 fev. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Pesquisa sobre economia

circular. **Portal da Indústria**, ano 1, n. 1, abr. 2020. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/4/pesquisa-sobre-economia-circular-2019/>. Acesso em: 04 dez. 2021.

COSSU, R.; WILLIAMS, I. **Urban mining: concepts, terminology, challenges**. 2015.

Disponível em:

<https://www.urbanmining.it/public/documents/simposio/editorial-waste-management-2015.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ELETROS. **Associadas**. Disponível em: <https://eletros.org.br/associadas/>. Acesso em: 05 dez. 2021.

GIESE, E. *et al.* **Mineração urbana e cooperativismo: uma abordagem sobre a reciclagem de resíduos de eletroeletrônicos**. Rio de Janeiro: CETEM/ MCTI, 2021. 27 p. Disponível em:

<https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/cetem/noticias/cetem-lanca-e-book-sobre-mineracao-urbana-e-cooperativismo>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ESMALTEC. **Relatório de gestão Esmaltec 2019-2020**. Disponível em:

https://www.esmaltec.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/RELATORIO_DE_GE_STAO_2019_2020.pdf. Acesso em: 06 mar. 2022.

EURECICLO. **Logística reversa: inspirações globais**. São Paulo: Eureciclo, 2022.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KwSsO1UeK4Y>. Acesso em: 27 fev. 2022.

FORTI, V. *et al.* **The global e-waste monitor 2020: quantities, flows, and the circular economy potential**. Bonn/ Geneva/ Vienna: United Nation University/ Information

Telecommunication Union/ International Solid Waste Association, 2020. 119p. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf.

Acesso em: 10 set. 2021.

GREEN ELETRON. **Quem somos**. São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://greeneletron.org.br/sobre>. Acesso em: 04 dez. 2021.

GREEN ELETRON. **Resíduos eletrônicos no Brasil 2021**. Disponível em:

<https://greeneletron.org.br/pesquisa>. Acesso em: 04 dez. 2021.

IGNATUSCHTSCHENKO, E. Electronic waste in China, Japan, and Vietnam: a comparative analysis of waste management strategies. **Vienna Journal of East Asian Studies**, v. 9, n. 1,

p. 29-58, 2017. Disponível em: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/vjjas-2017-0002>.

Acesso em: 20 fev. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TC323:** technical committees: circular economy. Genebra: ISO, 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/7203984.html>. Acesso em: 12 fev. 2022.

KEITI. **International environmental cooperation.** Disponível em: <http://www.keiti.re.kr/site/eng/main.do>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MARTINS, R.; MELLO, C.; TURRIONI, J. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção.** São Paulo: Atlas, 2014.

MCKINSEY. **Mais do que valores:** Os relatórios de sustentabilidade baseados em valor desejados pelos investidores. 2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/more-than-values-the-value-based-sustainability-reporting-that-investors-want/pt-BR#>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular.** Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/economia-circular/>. Acesso em: 04 dez. 2021.

PUBLONS. **Web of science publications.** Disponível em: https://publons.com/publon/?esi=3&title=Electronic%20Waste%20%26%20Circular%20Economy%20%26%20Reverse%20Logistics%20System&prepub_reviews=1&postpub_reviews=-1&order_by=score. Acesso em: 06 mar. 2022.

SENADO FEDERAL. **Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores.** Brasília, 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SILVA, B. A.; FONTGALLAND, I. L. Hewlett-Packard (HP): um estudo de caso acerca da sustentabilidade. **E-Acadêmica**, Campina Grande, v. 2, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.eacademica.org/eacademica/article/view/65>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – SINIR. **Logística reversa.** Disponível em: <https://sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em: 10 set. 2021.

URBANCOVÁ, H. Competitive advantage achievement through innovation and knowledge. **Journal of Competitiveness**, v. 5, p. 82-96, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7441/joc.2013.01.06>. Acesso em: 20 fev. 2022.

UOL. Líder em lixo eletrônico na América Latina, Brasil tem só seis recicladoras.

Disponível em:

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/10/07/lider-em-lixo-eletronico-na-america-latina-brasil-tem-so-seis-recicladoras.htm>. Acesso em: 05 dez. 2021.

VG RESÍDUOS. Sisnama: qual sua estrutura e quais são as obrigações do órgão? Disponível em:

<https://www.vgresiduos.com.br/blog/sisnama-qual-sua-estrutura-e-quais-as-obrigacoes-do-orgao/>. Acesso em: 12 set. 2021.

WHIRPOOL CORPORATION. Whirpool 2020 sustainability report. Disponível em:

https://whirlpool.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2021/04/2020_Sustainability_Report_Portuguese.pdf. Acesso em: 06 mar. 2022.

XAVIER, L.; OTTONI, M.; LEPAWSKY, J. Circular economy and e-waste management in the Americas: Brazilian and Canadian frameworks. Disponível em:

<https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2021/11/Circular-economy-and-e-waste-management-in-the-Americas-Brazilian-and-Canadian-frameworks.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.