



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANDERSON FERREIRA PINHEIRO

**ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) EM RECIFE-PE**

Recife
2022

ANDERSON FERREIRA PINHEIRO

**ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) EM RECIFE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Maria do Carmo Martins Sobral

Coorientadora: Ma. Uedja Tatyane Guimarães Medeiros Lima

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz CRB4 / 2222

P654e Pinheiro, Anderson Ferreira.
Economia circular e logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) em Recife-PE / Anderson Ferreira Pinheiro.
48 f., figs., quads., abrev. e siglas.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral.
Coorientadora: Ma. Uedja Tatyane Guimarães Medeiros Lima.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Recife, 2022.
Inclui referências.

1. Engenharia civil. 2. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.
3. Logística reversa. 4. Reciclagem. 5. Recife. I. Sobral, Maria do Carmo Martins (Orientadora). II. Lima, Uedja Tatyane Guimarães Medeiros (Coorientadora). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-282

ANDERSON FERREIRA PINHEIRO

**ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DE
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) EM RECIFE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Aprovada em 24/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a. Rachel Perez Palha (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a. Érika Alves Tavares Marques (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Ao longo de toda essa jornada de formação, antes mesmo da matrícula na universidade, houve e ainda há aquelas pessoas que sempre acreditaram em mim. Isso nem sempre foi demonstrado com palavras de afirmação, mas nas entrelinhas das conversas, dos conselhos, dos abraços, das risadas e dos momentos de dificuldades. Toda essa crença me fortaleceu e me motivou a continuar melhorando 1% a cada dia, além de manter a certeza de que ainda há muito a evoluir.

Agradeço à família, amigos, colegas de trabalhos, parcerias de estudos e orientadores.

Obrigado a todas e a todos que sonharam esse sonho junto comigo.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo realizar uma pesquisa explanatória sobre a Economia Circular e Logística Reversa relacionados à gestão de resíduos sólidos no município de Recife. No mundo globalizado atual, os equipamentos eletroeletrônicos são itens essenciais para a maioria dos consumidores que vêm utilizando esses equipamentos por períodos curtos. Seja por conta de uma nova tecnologia ou pela obsolescência programada, é cada vez mais comum a troca ou substituição de um *smartphone*, por exemplo, por uma versão mais atual. Esse tipo de economia linear não é sustentável, pois acaba indiretamente incentivando o descarte de forma incorreta dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em grande quantidade, potencializando impactos ao meio ambiente. Visando mitigar essas ações, desde 2010 o Brasil vem se organizando na esfera jurídica, com leis e decretos para estimular que a cadeia produtiva como um todo implemente sistemas de logística reversa para esses equipamentos. A ideia da implementação prevê que Estado, empresas e consumidores sejam responsáveis por garantir que o reuso, reciclagem e descarte correto desses materiais ocorra de forma sistemática. Como resultado dessa análise, foram propostas recomendações de melhorias para implementação prática de ações de fomento à gestão sustentável desses resíduos na região e garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis, contribuindo com a ODS número 12.

Palavras-chave: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; logística reversa; reciclagem; Recife.

ABSTRACT

The present work aims to carry out an explanatory research on the Circular Economy and Reverse Logistics in the city of Recife, Brazil. In today's globalized world, electrical and electronic equipment are essential items for most consumers who end up using these equipments for short periods. Whether due to new technology or planned obsolescence, it is increasingly common to exchange or replace a smartphone, for example, by a more current version. This type of linear economy is not sustainable, as it ends up indirectly encouraging the incorrect disposal of waste electrical and electronic equipment in large quantities, increasing impacts on the environment. In order to mitigate these actions, since 2010 Brazil has been organizing itself in the legal sphere, with laws and decrees to encourage the production chain to implement reverse logistics systems for these equipments. The idea of the implementation foresees that the State, companies and consumers are responsible for ensuring that the reuse, recycling and correct disposal of these materials occurs in a systematic way. As a result of this analysis, suggestions for improvements were proposed for the practical implementation of development actions in the region and ensure sustainable consumption and production patterns, contributing to SDG number 12.

Keywords: waste electrical and electronic equipment; e-waste; reverse logistic; recycling; Recife.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios da Economia Circular	15
Figura 2 - Esquema comparativo entre a Economia Linear e a Economia Circular	16
Figura 3 - Esquema da logística direta e da logística reversa de bens duráveis	18
Figura 4 - Categorias de EEE segundo a ABDI	19
Figura 5 - Quantidade de REEE descartados em 2019.....	29
Figura 6 - Dados importantes da pesquisa de percepção sobre REEE pós-consumo.....	30
Figura 7 - Dados sobre o caso de LR da Sinctronics.....	33
Figura 8 - PEV instalado no Shopping Center RioMar, Recife – Divulgação	36
Figura 9 - Principais ações da Reecycle em 2021	37
Figura 10 - Material informativo sobre o processo de logística reversa de REEE.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Percentual de REEE a ser coletado e destinado a cada ano.	23
Quadro 2 - Números de cidades atendidas pelo Sistema de Logística Reversa.	23
Quadro 3 - Consequências ambientais, sociais e econômicas da gestão dos REEE	31
Quadro 4 - Principais aspectos positivos e negativos do LR de REEE no Brasil	34
Quadro 5 - Lista de organizações com condições para funcionarem como centro de consolidação e/ou descaracterização em Recife/PE.	40
Quadro 6 - Propostas de melhorias na implementação da LR de REEE em Recife	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI -	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABRE -	Associação Brasileira de Embalagens
ABRELPE -	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACMR -	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis
CERVAC -	Centro de Reabilitação e Valorização da Criança
CETENE -	Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
CONDEPE/FIDEM -	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco
CRC -	Centro de Recondicionamento de Computadores
EC -	Economia Circular
EMLURB -	Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife
EEE -	Equipamentos Eletroeletrônicos
EMF -	Ellen MacArthur Foundation
FUNDAJ -	Fundação Joaquim Nabuco
GRS -	Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco
ITEP -	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
IES -	Instituição de Ensino Superior
LR -	Logística Reversa
MMA -	Ministério do Meio Ambiente
ONG -	Organizações não Governamentais
ONU -	Organização das Nações Unidas
PARQTEL -	Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologia Associada
PERS -	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV -	Posto de Entrega Voluntária
PLANARES -	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PNRS -	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE -	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RMR -	Região Metropolitana de Recife
SEMAS -	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco
SLR -	Sistema de Logística Reversa
UNBEC -	União Norte Brasileira de Educação e Cultura
UFPE -	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ECONOMIA CIRCULAR.....	14
2.2	LOGÍSTICA REVERSA	17
2.3	ATOS NORMATIVOS	19
2.3.1	Política e Plano Nacional de Resíduos Sólidos	20
2.3.2	Política Estadual de Resíduos Sólidos.....	21
2.3.3	Acordo setorial para implantação de sistema de Logística Reversa	22
2.3.4	Normas para implementação de Sistema de Logística Reversa	24
2.3.5	Certificado de crédito de reciclagem (RECICLA+)	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	ANÁLISE DOS ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS DOS REEE....	26
3.2	AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS REEE E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR.....	26
3.3	DIAGNÓSTICO DOS REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE	27
3.4	PROPOSTAS DE MELHORIAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	ANÁLISE DOS ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS DOS REEE....	28
4.2	AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS REEE E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR.....	32
4.3	DIAGNÓSTICO DOS REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE	35
4.4	PROPOSTAS DE MELHORIAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE	42
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos potencializaram bastante a capacidade produtiva das indústrias em todos os setores da economia à medida que maneiras mais rápidas e baratas de produzir foram ganhando espaço nessa revolução digital. Não só o potencial produtivo do setor industrial aumentou, como também houve consumo excessivo de cada vez mais produtos por parte da população mundial, dentre eles estão os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) que fazem parte da rotina de praticamente toda a sociedade moderna.

Segundo Sant'Anna (2015) apesar do mundo ter se beneficiado dos avanços tecnológicos, os produtos vêm apresentando ciclos de vida cada vez menores. Isso se deve não só à durabilidade do produto em si, mas também pelo desejo em permanecer com ele. Afinal, um EEE novo hoje pode ser antigo em alguns meses e se o produto não retorna à cadeia produtiva, ou seus resíduos não são descartados adequadamente, o meio ambiente sofrerá as consequências sem precedentes desse modelo econômico.

Segundo Consenza, Andrade e Assunção (2020) esse modelo econômico não promove um futuro sustentável, visto que a economia funciona de forma linear (extração, produção, consumo e resíduos), ocorrendo de um lado o uso excessivo dos recursos naturais em uma taxa maior que sua capacidade de regeneração, e de outro, a geração de montanhas de resíduos urbanos. Segundo esses autores, o conceito de Economia Circular (EC) surge para se contrapor a esse insustentável modelo econômico linear, pois ele propõe uma mudança comportamental na maneira de consumir e utilizar os recursos naturais e resíduos. Em outras palavras, a EC tem como proposta uma mudança de pensamento no *design* e consumo dos produtos visando mitigar os impactos no meio ambiente e une o modelo sustentável com o ritmo tecnológico e comercial do mundo moderno.

Visando mitigar os efeitos ora mencionados, em 2010 foi sancionada a Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil e incorpora em seu Art. 33 a obrigatoriedade dos produtores de estruturar e implementar sistemas de logística reversa mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

No final do mesmo ano em Pernambuco, foi sancionada a Lei Estadual nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos

(PERS) reiterando a obrigatoriedade destacada no parágrafo anterior (Art. 19). Em outras palavras, tanto a lei federal quanto a estadual fomentam a obrigação do setor produtivo de retomar produtos eletroeletrônicos, por exemplo, para que esses retornem à Economia através de logística reversa ou tenham seu descarte apropriado (PERNAMBUCO, 2010).

Apesar da PNRS estar em vigor desde 2010, só em 2019 foi assinado o Acordo Industrial Brasileiro de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, obrigando fabricantes, distribuidores e varejistas a estruturarem e implantarem um Sistema de Logística Reversa (SLR) para produtos EEE de uso doméstico, como *desktops*, *laptops*, geladeiras, e telefones celulares- (MMA *et al.*, 2019). Esse acordo define responsabilidades e metas para coleta e tratamento de REEE.

Na intenção de compreender como essas políticas públicas vêm se articulando com o setor produtivo e sociedade consumidora, o presente trabalho surge com o objetivo de realizar uma análise a respeito da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) e como essa atividade contribui para a promoção da Economia Circular no município de Recife, Pernambuco.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A principal motivação para estudar o tema proposto surge da crescente taxa de consumo de EEE ao redor do mundo, que tem como consequência a geração elevada de resíduos eletroeletrônicos com a qual a sociedade, Governo e iniciativas privadas atuais e futuras terão que lidar. Em contraste, surge a Economia Circular propondo um novo modelo de consumo e produção que pode servir como um caminho para o desenvolvimento sustentável (EMF, 2018).

Em 2020, apenas 17,4 do total de 53,6 milhões de toneladas de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos gerados no mundo, foram coletados e tratados de forma adequada. Sendo o Brasil um país com economia em desenvolvimento, a situação ainda é mais desafiadora, o país é o maior produtor de REEE da América Latina, chegando à marca de 2,1 milhões de toneladas por ano (Forti *et al.*, 2020), mas somente 2% dos REEE produzidos são coletados (de Souza *et al.*, 2016). Estes dados mostram que a indústria de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos exige uma transição para Economia Circular (EMF, 2018).

Por exemplo, Bueno e Oliveira (2019), retratam que a característica principal da Logística Reversa é o gerenciamento das atividades logísticas do ponto de consumo até o

ponto de origem, com o objetivo de recuperar o valor dos produtos acabados de diversas formas: econômico, ecológico, legal, entre outros. Ou seja, o descarte adequado do produto, após sua utilização é essencial para caracterizar a Logística Reversa como ferramenta eficaz na preservação ambiental.

Além disso, levando em conta que apesar da PNRS e PERS terem sido sancionados há mais de 10 anos ainda não há, de uma maneira geral, grande adesão dos setores produtivos às obrigações instituídas. Deste modo espera-se contribuir para a articulação dos entes privados e sociedade civil com medidas para melhor gestão dos REEE na cidade do Recife. Os resultados obtidos poderão ser estendidos para outros municípios de características semelhantes.

Espera-se ao final deste trabalho, contribuir para as crescentes pesquisas sobre o tema em questão, como também propor medidas de melhorias sociais, ambientais e econômicas no processo de implementação da Economia Circular e Logística Reversa no município de Recife.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise da Logística Reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos em uma perspectiva da Economia Circular no município de Recife para identificar e propor medidas de melhorias na implementação de SLR.

Como objetivos específicos pode-se listar:

- Realizar um diagnóstico dos REEE no município de Recife-PE
- Analisar os aspectos social, ambiental e econômico dos REEE;
- Avaliar a contribuição da logística reversa dos REEE na Economia Circular;
- Propor medidas de melhorias na implementação da Logística Reversa de REEE no município de Recife.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo traz uma breve revisão bibliográfica sobre os principais temas neste estudo, como: Economia Circular, Logística Reversa, legislação ambiental e outros tópicos.

2.1 ECONOMIA CIRCULAR

De acordo com Su et al. (2013 apud SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019, p. 2809) o conceito de EC foi levantado por dois economistas ambientais britânicos, Pearce e Turner (1990). Na publicação ‘Economia de Recursos Naturais e Meio Ambiente’, Pearce e Turner assinalaram que uma economia aberta tradicional era desenvolvida sem nenhum objetivo com a reciclagem e que tratava o meio ambiente como um reservatório de resíduos. Modelo de desenvolvimento econômico dominante, mais conhecido como linear, onde ocorre o consumo a produção e o descarte do recurso natural (NESS, 2008).

Por ser um conceito recente, a Economia Circular está se adaptando ao longo dos últimos anos à medida que o entendimento sobre o tema vai sendo refinado. Vários autores vêm contribuindo com relevantes definições. Geissdoerfer et al. (2016) definem EC juntamente com o conceito de sustentabilidade: “Economia Circular é um sistema regenerativo no qual a entrada e o desperdício de recursos, a emissão e o vazamento de energia são minimizados por desaceleração, fechamento e estreitamento das malhas de materiais e energia. Isto pode ser alcançado através de uma longa duração, projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem. Já a sustentabilidade é a integração equilibrada do desempenho econômico, inclusão social e resiliência ambiental, em benefício das gerações atuais e futuras”.

Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) abordam que “Uma EC descreve um sistema econômico baseado em modelos de negócios que substituem o conceito de 'fim de vida' pela redução, ou reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção/distribuição e consumo, operando assim no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques eco-industriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, para o benefício das gerações atuais e futuras”.

Korhonen et. al (2018) defendem que a EC é uma iniciativa de desenvolvimento sustentável que tem por objetivo reduzir os fluxos lineares de material e energia dos sistemas sociais de produção-consumo, aplicando ciclos de materiais e fluxos de energia renováveis em cascata ao sistema linear. Ainda segundo os autores, a EC promove ciclos de materiais de alto valor ao lado de mais reciclagem tradicional e desenvolve sistemas para a cooperação de produtores, consumidores e outros atores sociais envolvidos no trabalho de desenvolvimento sustentável.

A EC é fundamentada em três princípios básicos que prezam o aumento do capital natural, a otimização da produção de recursos e o fomento da eficácia do sistema (Figura 1).

Figura 1 - Princípios da Economia Circular



Fonte: Adaptado de EMF (2017).

A eliminação de resíduos e poluição, por princípio busca preservar e aumentar o capital natural controlando estoque finitos e mantendo o equilíbrio entre os fluxos de recursos renováveis, começando pela desmaterialização dos produtos e serviços. Selecionando e escolhendo os recursos a serem utilizados com sensatez, dando prioridade às tecnologias e processos que fazem uso de recursos renováveis ou aquelas que apresentam melhores desempenhos. Manter produtos e materiais em ciclos de uso, faz com que o fluxo de circulação desses componentes permaneça no mais alto nível de utilidade por mais tempo possível, tanto no ciclo técnico, sendo projetados para a remanufatura, reforma e reciclagem, prologando o ciclo de vida dos produtos e acentuando sua reutilização. Regenerar sistemas naturais fomenta a eficácia do sistema, analisando as externalidades negativas e as incluindo no projeto, reduzindo a probabilidade de possíveis danos a produtos e serviços (EMF, 2016).

econômicos e de negócios, proporcionando benefícios tanto nas questões ambientais como nas sociais.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística tradicional é responsável por promover a extração de matéria-prima, produção e disponibilização de produtos ao consumidor. Esse é um processo que está dentro de um ambiente produtivo que se utiliza da Economia Linear, em outras palavras, não há a reintegração dos produtos consumidos na cadeia produtiva, o que potencializa a geração de resíduos em larga escala.

Já a Logística Reversa, segundo Consenza, Andrade e Assunção (2020), incentiva processos de revalorização dos produtos, como a remanufatura e a reciclagem. De acordo com Leite (2009 apud CONSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020, p. 5), na remanufatura o produto tem a possibilidade de ser reaproveitado a partir da substituição de componentes complementares mantendo a sua finalidade inicial. Já na reciclagem, os materiais são extraídos e transformados em matérias-primas secundárias, ou recicladas, e são incorporadas na fabricação de novos produtos.

De acordo com Sant'Anna (2015) em um contexto de formação de cadeias reversas, ainda, há de se destacar algumas operações como a coleta, a triagem e o armazenamento.

A coleta, talvez, seja a operação mais complexa de se estruturar, especialmente num país de dimensões continentais como o Brasil. É certo que se faz necessário que as principais regiões urbanas implementem locais de coleta de REEE de forma a facilitar, e incentivar, que os consumidores destinem seus EEE.

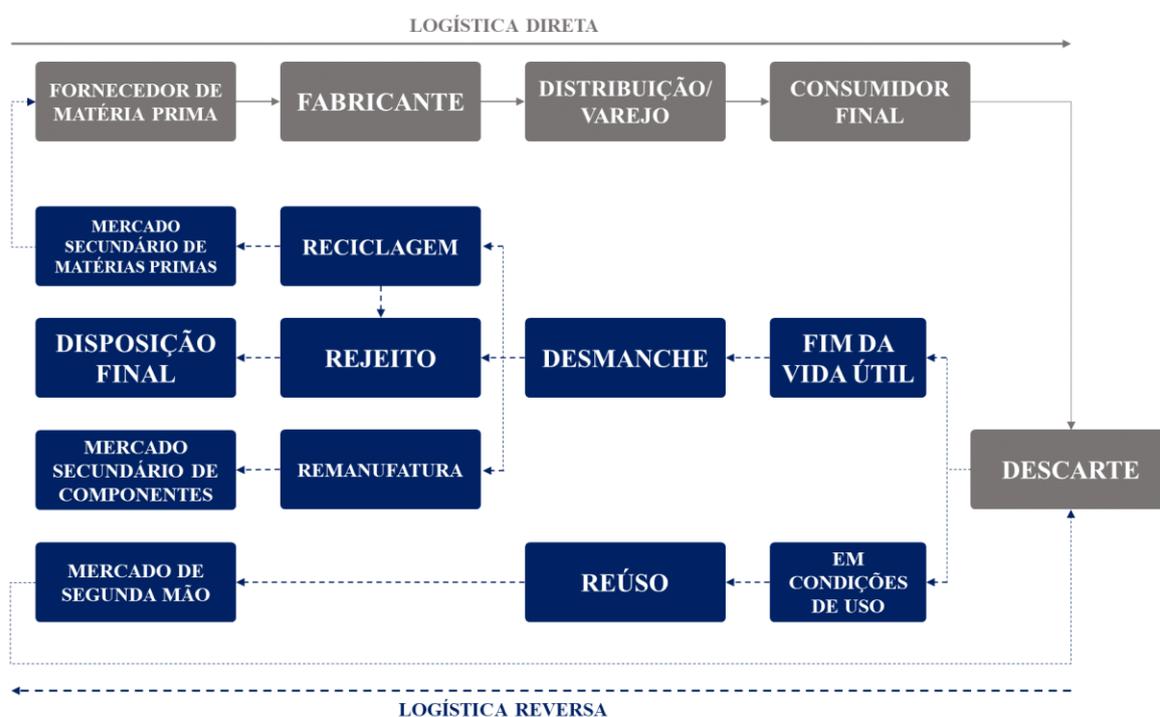
De acordo com Corrêa e Xavier (2013), a coleta do produto pode ser feita em pontos de entrega voluntários (PEVs), por meio dos Correios, da assistência técnica e de catadores ou associações e/ou cooperativas. Pode-se acrescentar que a coleta, também, poderá ser realizada por meio da coleta seletiva domiciliar de responsabilidade do Poder Público municipal.

A triagem pode ser feita de forma mecânica para separar os materiais aptos ao reúso ou revenda imediata. Por fim, na armazenagem, é destacada a questão de volumes mínimos que devem ser destinados ao transporte e reciclagem, para que as fases da logística tenham viabilidade econômica. Miguez (2012), ainda, cita outras atividades de logística reversa: a redistribuição, o reúso e a recuperação. A redistribuição é exatamente

o retorno do produto novo ou de segunda linha ao mercado e inclui as fases de venda, transporte e armazenagem. No reúso, o produto será revendido ou reutilizado. A recuperação do produto pode ser feita pelo aproveitamento de alguns componentes como matérias-primas ou por meio da reciclagem. (SANT'ANNA, 2015).

É por meio desse sistema de logística reversa, por exemplo, que produtos eletroeletrônicos em fim de vida útil que seriam descartados se transformando em REEE, podem ter a possibilidade de serem remanufaturados ou reciclados para retornar à cadeia produtiva e gerar valor ao ecossistema. A Figura 3, esquematiza o fluxo da logística direta e reversa.

Figura 3 - Esquema da logística direta e da logística reversa de bens duráveis



Fonte: Adaptado de Sant'Anna (2015).

Por esta razão algumas legislações incentivam, ou até obrigam em alguns casos, que produtores desenvolvam sistemas de logística para seus produtos. Em complemento a estas definições o Art. 3º, Inciso XII da Lei n.º 12.305, que institui a PNRS no Brasil, conceitua a logística reversa como sendo um instrumento de reaproveitamento do produto em outro ciclo produtivo (BRASIL, 2010).

Para a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2012), equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende

do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- a) **Linha verde:** computadores, *desktops* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares;
- b) **Linha marrom:** monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- c) **Linha branca:** refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar; e
- d) **Linha azul:** batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras.

A Figura 4, reitera as categorias de EEE supracitadas.

Figura 4 - Categorias de EEE segundo a ABDI



Fonte: Adaptado de ABDI (2012).

2.3 ATOS NORMATIVOS

No Brasil, os REEE ocupavam até há alguns anos uma espécie de vazio regulatório. Diferentes Estados e Municípios possuíam legislação específica e por vezes até regulamentação a respeito de resíduos sólidos. Uma parte deles já dedicava atenção especial aos REEE, atribuindo responsabilidade aos fabricantes, importadores e comércio pela coleta e tratamento desses materiais. Ainda assim, não havia legislação e

regulamentação nacionais que oferecessem o respaldo jurídico necessário para o desenvolvimento de uma infraestrutura abrangente responsável pelo tratamento desse tipo de resíduo. (ABDI, 2012, p. 17).

Essa situação pode ser atribuída a uma tardia industrialização, e os resíduos eletroeletrônicos não parecerem prioridade. Pode-se também responsabilizar a falta de interesse da opinião pública e da mídia em relação às questões ambientais cotidianas. Mais recentemente, esses fatores começaram a mudar no sentido de uma maior conscientização da sociedade, embora ainda haja um longo caminho a percorrer- (BRIDA, 2019).

Nesse contexto, é importante compreender como a legislação federal, estadual e municipal regulamentam especialmente as definições e responsabilidades a respeito da Logística Reversa.

2.3.1 Política e Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Com o intuito de criar instrumentos de regulação para a problemática dos resíduos sólidos em geral, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) através da Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 que determina que a obrigação da gestão sustentável desses resíduos é de responsabilidade do Poder Público, do setor produtivo e dos consumidores.

Mais especificamente, o Art. 33 da mesma Lei determina que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de Logística Reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de EEE (BRASIL, 2010).

A PNRS, por meio de seu Art. 9º, indica que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Além da PNRS, recentemente, o Governo Federal aprovou o Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, que detalha o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES). De forma geral, este decreto busca atingir o Art. 15 do PNRS, onde destaca que a União – sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente – elaborará um plano mediante

processo de mobilização e participação social, incluindo a realização de audiências e consultas públicas. (BRASIL, 2022).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2022) o PLANARES reforça a determinação para o encerramento dos lixões no Brasil até 2024. Dados do Panorama dos Resíduos Sólidos 2021 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) indicam que a destinação inadequada de resíduos para aterros controlados e lixões a céu aberto é responsável por ainda receber quase 40% do total de resíduos coletados, ou 30,3 milhões de toneladas por ano, o suficiente para encher 765 estádios do Maracanã, com impacto direto no meio ambiente e na saúde de 77,5 milhões de pessoas.

Faz-se necessário ressaltar que todos são responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos, inclusive os cidadãos, que por serem detentores dos resíduos pós-consumo, são responsáveis pelo seu descarte juntamente com as empresas produtoras (DOMINGUES et al, 2016). Nesse contexto, a responsabilidade pelos resíduos sólidos é adotada na forma compartilhada através de prerrogativas individualizadas e concatenadas de todos atores, ou seja, de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, todos incumbidos do ciclo de vida dos produtos, a fim de minorar a geração de resíduos sólidos e rejeitos, minimizando os impactos negativos provocados à saúde humana e à qualidade do meio ambiente (SIRVINSKAS, 2019).

2.3.2 Política Estadual de Resíduos Sólidos

Seguindo o mesmo intuito do PNRS, porém no âmbito estadual, surge a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) através da Lei 14.236, de 13 de dezembro de 2010, regulamentada pelo Art. 2º da Lei nº 17.405, de 23 de setembro de 2021.

Dentre os instrumentos criados pela PERS, destacam-se o Programa Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos; os Planos de Gestão integrada de Resíduos Sólidos; o Sistema Estadual de Informações sobre Resíduos Sólidos; os inventários de resíduos sólidos; o licenciamento ambiental; o monitoramento e fiscalização ambiental; a cooperação técnica e financeira entre os setores públicos e privados; a pesquisa científica e tecnológica; a Logística Reversa; a Educação Ambiental; e os incentivos fiscais, financeiros e creditícios (PERNAMBUCO, 2010).

Um aspecto relevante da PERS é que ela aborda questões relativas aos modelos compartilhados de gestão de resíduos nos municípios pernambucanos, especialmente no que se refere ao tratamento e à disposição final dos resíduos. Também enfatiza o estabelecimento de sistemas de Logística Reversa, através do retorno dos produtos, após serem usados pelos consumidores (SEMAS, 2012).

De forma similar ao PNRS, a PERS por meio de seus Artigos 19 e 20 responsabiliza, respectivamente, o setor produtivo a estruturar e implementar sistemas de logística reversa independentemente do serviço público de limpeza urbana, e os consumidores a realizarem a devolução, após o uso, às empresas para que sejam objeto de logística reversa.

2.3.3 Acordo setorial para implantação de sistema de Logística Reversa

Após a regulamentação da PNRS e da PERS, levou um certo tempo até que outros atos normativos fossem instituídos. Por exemplo, apenas em 31 de outubro de 2019, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) – em parceria com outros entes do setor produtivo – assinou o acordo setorial para implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, obrigando fabricantes, distribuidores e varejistas a estruturarem e implantarem um sistema de Logística Reversa para produtos EEE de uso doméstico, como *desktops*, *laptops*, geladeiras, e telefones celulares (MMA et al, 2019).

ABDI (2012), conceitua o acordo setorial como um ato de natureza contratual firmado entre o Poder Público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

O acordo está dividido em duas fases. A primeira ocorreu entre 31/10/2019 (assinatura do acordo) e 31/12/2020. Ela foi focada na estruturação do Sistema de Logística Reversa. Já a segunda, iniciando em 01/01/2021 relaciona-se à implementação e operacionalização desse sistema, com metas anuais como a criação de cerca de 5 mil pontos de coleta de REEE em 400 municípios do país. Os Quadros 1 e 2 abaixo descrevem como se dará a evolução da coleta nos primeiros 5 anos de implantação do Sistema.

Quadro 1- Percentual de REEE a ser coletado e destinado a cada ano.

Ano 1 – 2021	Ano 2 – 2022	Ano 3 – 2023	Ano 4 – 2024	Ano 5 - 2025
(1%)	(3%)	(6%)	(12%)	(17%)

Fonte: MMA *et al.* (2019).

Quadro 2 - Números de cidades atendidas pelo Sistema de Logística Reversa.

Estado	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
SP	8	17	53	81	95
MG	3	6	19	32	44
RJ	3	7	20	28	33
ES	1	3	6	8	10
PR	1	4	10	21	27
AS	1	5	13	19	25
SE	1	4	8	14	15
BA	1	4	7	15	23
PE	1	3	9	15	19
MA	0	1	3	6	13
CE	1	1	4	8	11
PB	0	1	4	4	5
SE	0	1	2	3	5
RN	0	1	4	4	4
AL	0	1	1	2	2
PI	0	1	1	1	2
PA	0	1	4	7	20
AM	0	1	2	3	5
AO	0	0	1	1	5
TO	0	0	1	1	3
AC	0	0	1	1	2
AP	0	0	1	1	2
AR	0	0	1	1	1
GO	1	3	6	10	16
DF	1	1	1	1	1
MT	0	1	2	3	7
MS	1	1	2	4	5
Total	24	68	186	294	400

Fonte: MMA *et al.* (2019).

Além disso, 100% dos produtos coletados deverão ser enviados para a destinação final ambientalmente adequada, preferencialmente a reciclagem, reinserindo assim os materiais na cadeia produtiva, reduzindo as pressões por novas matérias-primas e os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado. São previstas também ações de comunicação e campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado. (MMA *et al*, 2019).

2.3.4 Normas para implementação de Sistema de Logística Reversa

Meses depois do acordo setorial ser firmado, mais especificamente em 12 de fevereiro de 2020, o Governo Federal instituiu o Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, que estabelece normas para a implementação de Sistema de Logística Reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes.

Em outras palavras, este decreto regulamenta o Inciso VI do caput do Art. 33 e o Art. 56 da PNRS que determinam a obrigatoriedade dos fabricantes, dos importadores, dos distribuidores e dos comerciantes em estruturar e implementar SLR como já mencionado no item 2.3.1.

Na prática, este decreto tem a finalidade de reiterar as cláusulas dispostas no acordo setorial, visto que as normas e determinações para a implementação do sistema de logística reversa são muito similares às dispostas no acordo incluindo seus respectivos anexos.

O decreto prevê eventuais custos relacionados às providências necessárias ao descarte dos resíduos. Entende-se, assim, que gastos relacionados ao transporte dos resíduos até os pontos de coleta não serão custeados pelo sistema, mas única e exclusivamente pelo consumidor ou pela pessoa que realizar o descarte. Considerando a vedação ao ressarcimento, remuneração ou pagamento ao consumidor, esse pode ser um ponto de discussão, pois, em caso de resíduos de maior porte, a devolução talvez represente um custo que os consumidores não vão querer suportar, apesar de sua responsabilidade compartilhada. (CASTILHO; FERREIRA, 2020).

2.3.5 Certificado de crédito de reciclagem (RECICLA+)

Vale ressaltar que apesar de já existir o Decreto nº 10.240, em 13 de abril de 2022, foi instituído na mesma data o Decreto nº 11.044 que trata do Certificado de Crédito de

Reciclagem (RECICLA+). Em seu Art. 2º, o Decreto destaca que se aplica às pessoas jurídicas, que desenvolvam ações relacionadas à logística reversa (BRASIL, 2022).

O Recicla+ funcionará da seguinte maneira: cooperativas de catadores, prefeituras, consórcios, iniciativa privada e microempreendedores individuais (MEI) poderão, a partir da nota fiscal eletrônica emitida pela venda de recicláveis, solicitar o certificado de crédito de reciclagem. Ele é a garantia de que embalagens ou produtos sujeitos à logística reversa foram, de fato, restituídos ao ciclo produtivo. (MEURESÍDUO, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa utilizada no estudo, incluindo a sua classificação teórica; os procedimentos adotados; além da coleta, tratamento e análise dos dados utilizados.

Segundo Gil (2002) o presente estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa exploratória que tem como foco proporcionar maior entendimento sobre o tema e, conseqüentemente, aprimorar os conhecimentos relativos ao objeto de estudo. De forma geral, este estudo será dividido em dois grupos: i) pesquisa bibliográfica, a partir de publicações periódicas de jornais e revistas que vão auxiliar na caracterização do tema; e ii) estudo de campo, por meio da observação das atividades e dados coletados na região estudada.

3.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS DOS REEE

Para identificação dos aspectos acima mencionados, foi realizada pesquisa bibliográfica principalmente de artigos científicos com foco em descrever as características principais dos REEE, bem como suas conseqüências no modelo atual de economia.

Informações a respeito da quantidade de resíduo gerada, desperdício de material potencialmente funcional, impacto ambiental sobre o descarte de equipamentos e custos associados à logística reversa serão analisadas buscando-se caracterizar de forma mais específica os aspectos sociais, ambientais e econômicos dos REEE.

3.2 AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS REEE E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR

Continuando os estudos relativos à pesquisa bibliográfica, foi avaliada a contribuição da logística reversa dos REEE observando seu impacto direto nos processos de produção, de consumo e de descarte ou reutilização para a Economia Circular.

Além disso, a partir da avaliação citada, foi possível elencar as vantagens e desvantagens acerca da implantação e operação desse tipo de procedimento,

proporcionando assim a difusão dos debates sobre as consequências da adequação ou não ao modelo de logística reversa.

3.3 DIAGNÓSTICO DOS REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE

Visando alcançar uma representação mais específica e aplicada acerca dos REEE, será realizado um estudo de campo sobre os REEE a partir da observação de dados provenientes do Centro de Recondicionamento de Computadores (CRC) no município de Recife, Pernambuco.

A organização é responsável por recolher o lixo eletrônico de pessoas, empresas e Governo e fazer a remanufatura reversa com esses materiais. Além de também realizar doações de computadores remanufaturados para projetos de impacto social da região.

A partir da coleta, tratamento e análise dos dados obtidos junto ao CRC, será possível realizar um diagnóstico mais fidedigno de como os REEE impactam a economia da região, além de observar possíveis pontos de melhorias junto à logística como um todo.

3.4 PROPOSTAS DE MELHORIAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE

Partindo do diagnóstico explanado no item anterior, foram sugeridas propostas de melhoria a fim de conscientizar a população sobre o tema, incentivar empresas a criarem SLR e promover estudos mais específicos no município de Recife.

Esse material poderá ser útil a uma organização, seja na expansão do tema de logística reversa para a economia local ou até na identificação de propostas viáveis para melhorias nos seus procedimentos.

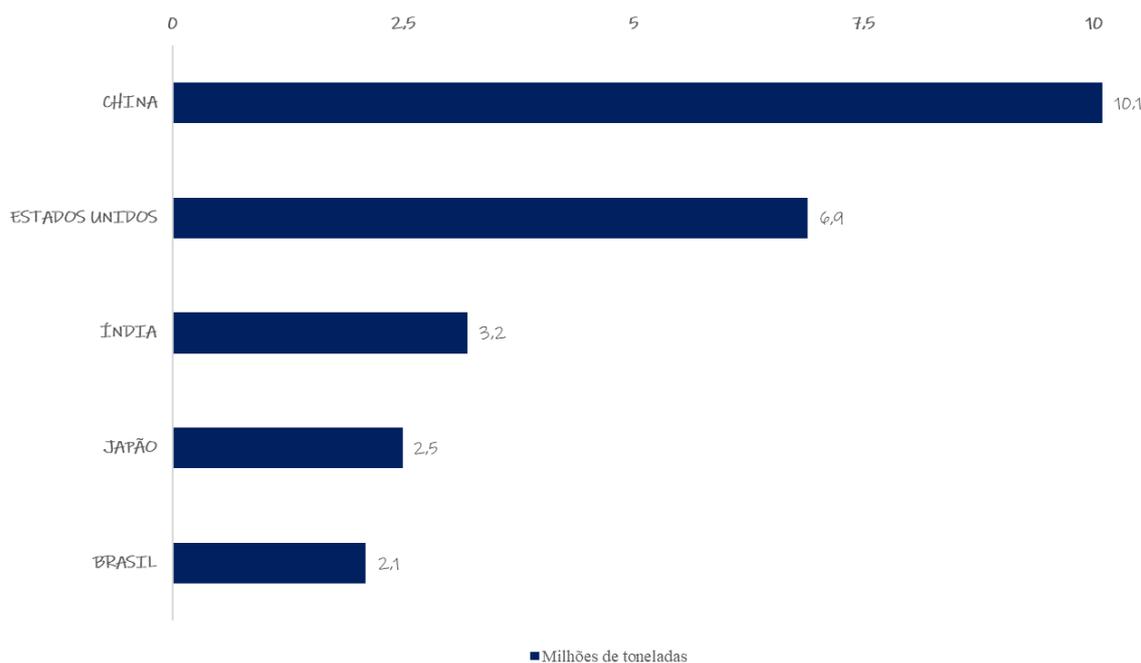
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários fatores de declínio ambiental social e econômico provocados pelas atividades industriais mostram que o modelo linear “extrair, transformar, descartar” está passando por desafios cada vez maiores do próprio contexto no qual opera e que é necessária uma mudança abrangente do modelo operacional da nossa economia tradicional. Profissionais e pesquisadores precisam reinventar a maneira de como são pensados os negócios no setor de resíduos sólidos eletroeletrônicos, pensar de forma inteligente a interação resíduo, homem e natureza, evoluir de um modelo de pensamento linear para o circular, um pensamento sistêmico e integrado, para a partir disso, inovar-se construindo padrões de produção e consumo regenerativos em essência, desta maneira, alcançando-se benefícios sociais, econômicos e ambientais, não só cumprindo as responsabilidades ambientais por força de legislações e sim promovendo o verdadeiro e efetivo desenvolvimento sustentável.

4.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS DOS REEE

Segundo o *E-Waste Monitor* (2020) os REEE são grandes desafios da gestão de resíduos em todo o planeta, já que o número de dispositivos desse tipo cresce cerca de 4% a cada ano – sendo considerado pela Universidade das Nações Unidas como o resíduo que mais cresce no mundo atualmente. Para se ter uma ideia, os resíduos eletrônicos descartados no mundo cresceram 21% em apenas 5 anos. Além disso, o Brasil descartou, apenas em 2019, mais de 2,1 milhões de toneladas de REEE, sendo o 5º maior gerador destes resíduos no mundo, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Quantidade de REEE descartados em 2019



Fonte: Adaptado de *E-Waste Monitor* (2020).

É notável também que atualmente boa parte dos consumidores se preocupam não só com a qualidade e custo-benefício dos produtos, mas também com a procedência destes. Segundo o Relatório Brasil 2020: Vida saudável e sustentável, mais de 70% dos consumidores esperam que as empresas não agridam o meio ambiente, e mais de 60% esperam que as empresas estabeleçam metas para tornar o mundo melhor, priorizando questões relacionadas aos funcionários, produtos e às questões ambientais.

Retondar (2007), afirma que o desenvolvimento por parte das empresas de uma política voltada para a responsabilidade social e ambiental representa, portanto, uma boa estratégia de *marketing*, com foco na conquista da fidelização de grande parte de consumidores sensibilizados com as questões ambientais.

Visando esse desenvolvimento, destaca-se o projeto denominado *Green Eletron* fundado pela ABINEE, em 2016, com o objetivo de gerenciar a Logística Reversa de REEE e realiza campanhas de coleta itinerantes com parceria entre representantes do Poder Público local, do varejo e de universidades. Seu modelo corresponde à instalação de pontos de coleta fixos em locais como *shopping centers*, escolas e universidades, lojas, parques e centros culturais e esportivos (GREEN ELETRON, 2019). A iniciativa tem abrangência nacional e em Recife, por exemplo, a parceira da *Green* é com a empresa Reecycle que dispõe de (PEV) de REEE.

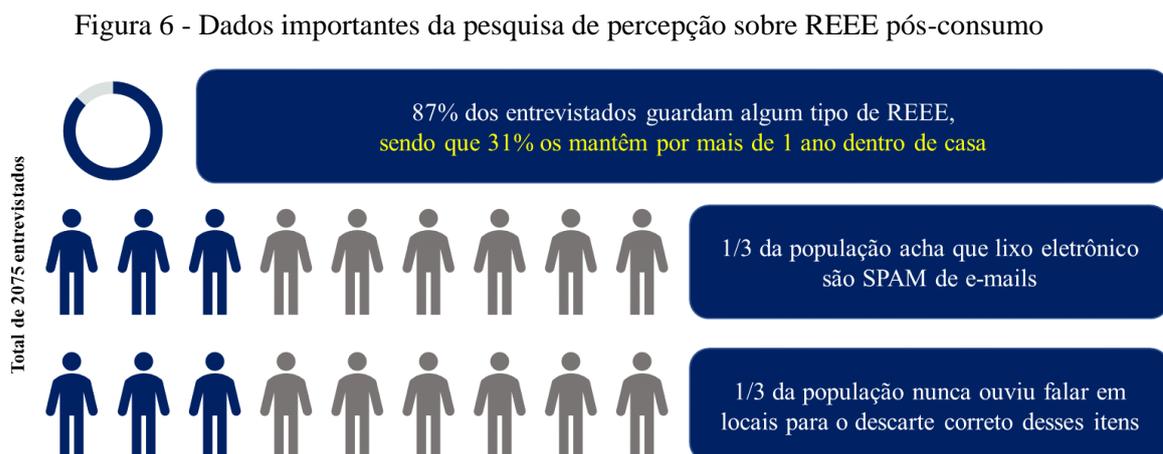
Para se ter uma ideia, no ano de 2019 a *Green Eletron* coletou e destinou corretamente mais de 514 toneladas de resíduos eletroeletrônicos. Desse total, 342,9 toneladas corresponderam aos acessórios de computador (*mouse*, teclado, cabos e carregadores), e 171,2 toneladas às pilhas e baterias. Além disso foi possível destinar corretamente esse tipo de resíduo, recuperando cerca de 100 toneladas de materiais ferrosos e não ferrosos, e 47,5 toneladas de plásticos foram recicladas. Assim, foi possível evitar a emissão de 69 toneladas de CO₂ (ABRELPE, 2020).

Em 2021, a *Green Eletron* – em parceria com a Radar Pesquisas – realizou a primeira pesquisa de percepção da população brasileira sobre os resíduos eletrônicos pós-consumo. O objetivo da pesquisa foi entender o hábito dos brasileiros quanto ao descarte de REEE e verificar diferenças de comportamento e conhecimento da população- (GREEN ELETRON, 2021).

Alguns dados dessa pesquisa merecem atenção:

- 87% dos entrevistados guardam algum tipo de REEE, sendo que 31% os mantêm por mais de 1 ano dentro de casa;
- 1/3 da população acha que lixo eletrônico são SPAM de e-mails; e
- 1/3 da população nunca ouviu falar em locais para o descarte correto desses itens.

A Figura 6, apresenta os dados acima de outra maneira.



Fonte: Adaptado de *Green Eletron* (2021).

Tudo isso só reforça o quão importante é a ampla comunicação sobre o tema, seja por meio de artigos para a comunidade acadêmica ou por meio da mídia para o público

geral, é necessário que a desinformação perca espaço para a conscientização, principalmente no que tange ao descarte correto dos REEE.

Incentivar a adesão da LR para todas as partes da cadeia produtiva focando não apenas nos resíduos, mas no processo produtivo como um todo é vital para que continuamente os impactos sociais, ambientais e econômicos sejam mais positivos e sustentáveis ao longo prazo.

Além disso, é importante destacar os aspectos sociais, ambientais e econômicos relacionados à gestão dos REEE e como eles podem ser benéficos ou prejudiciais para o desenvolvimento sustentável. O Quadro 3 abaixo, organiza de forma intuitiva tais aspectos.

Quadro 3 - Consequências ambientais, sociais e econômicas da gestão dos REEE

Dimensão	Autor	Possíveis Implicações/Consequências
Ambiental	Pucket et al. (2002) Huo et al. (2007) Williams et al. (2008) UNESCO (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Emissões de toxinas em aterros e lixões a céu aberto; • Contaminação do solo, do ar e da água; • Contaminação de rios e águas subterrâneas com as substâncias tóxicas e metais pesados; • Contaminação dos seres humanos; • Redução da utilização de matérias primas virgens.
Social	Haque et al. (2000) Tong e Wang (2004) Labuschagne et al. (2005) Huo et al. (2007) UNESCO (2008) Kahhat e Williams (2009) Sarkis et al. (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de grande número de empregos informais, principalmente de comunidades carentes; • Práticas nocivas à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente; • Não apresenta riscos potenciais à saúde humana (se adotadas práticas adequadas de reciclagem); • Reutilização de computadores; • Doação de computadores usados para comunidades e associações, gerando inclusão digital.
Econômica	Haque et al. (2000) Baud et al. (2001) UNESCO (2008) Kahhat et al. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Extração de metais preciosos e demais matérias-primas; • Reaproveitamento de componentes; • Redução de custos ao adquirir matérias-primas recicladas em comparação com matérias-primas virgens; • Geração de empregos (formais e informais), na reciclagem, na reutilização e no mercado de segunda mão dos equipamentos eletrônicos; • Criação de organizações (formais e informais) de reciclagem e reutilização de equipamentos.

Fonte: Santos (2012).

Ainda no contexto da sustentabilidade ambiental social e econômica, foi identificado que a comercialização dos REEE é uma prática recorrente entre os usuários organizacionais (empresas, órgãos públicos, organizações não governamentais - ongs), trazendo benefícios financeiros. Entretanto, estes resíduos podem ser utilizados pelos compradores tanto para finalidades lícitas quanto ilícitas, como é o caso da compra dos REEE leiloados para confecção de novos produtos que serão vendidos de forma ilegal ou sem nenhum tipo de regularização ou tributação (SATO, 2021). Portanto, uma ação que apenas considere o aspecto econômico pode gerar consequências socialmente e ambientalmente indesejadas.

Na análise daquelas organizações que realizam a LR, coleta, segregação, remanufatura e destino, que englobam os três pilares da sustentabilidade, foi observado dois focos: a reutilização e a reciclagem. Ambos atuam na redução de extração de matérias-primas virgens, evitando impactos ambientais, como aqueles alertados por Santos (2012). Também são colhidos benefícios econômicos, pois há geração de receita com a comercialização dos REEE.

Apesar das iniciativas mencionadas anteriormente também impactarem na dimensão social, a atividade de maior relevância desenvolvida neste aspecto é a realizada pelos centros de condicionamento de computadores (CRCs). Distribuídos por todo o país, são espaços físicos adaptados para o condicionamento de equipamentos eletroeletrônicos, bem como a realização de cursos e oficinas para jovens e adultos, proporcionando formação cidadã e profissionalizante às pessoas em situação de vulnerabilidade social com foco no processamento de informática doados para reciclagem (MCTIC, 2021).

4.2 AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS REEE E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR

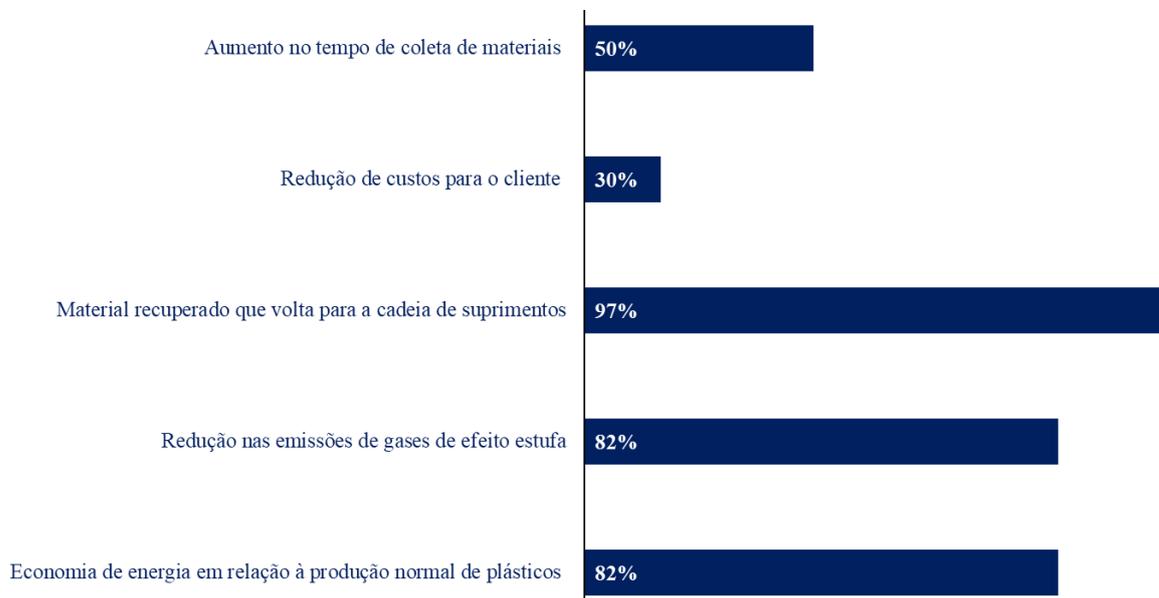
Como já mencionado no item 2.3, desde 2010 está em vigor a PNRS onde um dos principais objetivos é prover as diretrizes sobre a gestão dos resíduos sólidos no país e responsabilizar as organizações a implementarem SLR. Na prática, o Brasil ainda enfrenta desafios para organizar de forma sistematizada como exatamente esse processo vai ocorrer. Na grande maioria dos municípios do país, não há qualquer SLR formal para coleta, transporte e reciclagem de REEE, ocasionando assim o descarte incorreto.

Apesar disso, há uma expectativa de cenários otimistas para o futuro próximo já que com a assinatura do acordo setorial em 2019 e do Decreto 10.240 em 2020, estima-se que a taxa de arrecadação e destinação, varia de 1%, em 2021, do total de produtos eletroeletrônicos vendidos no mercado interno para uso doméstico no ano-base de 2018, evoluindo para 3%, em 2022, 6 %, em 2023, 12%, em 2024, e, por fim, 17%, em 2025, do mesmo ano base (BRASIL, 2020). Somado a esses aspectos, as principais regiões metropolitanas do país começam a implementar PEV e os primeiros passos do sistema vão tomando forma.

Nesse sentido, um caso interessante de se mencionar é o da Sinctronics, empresa brasileira fundada pela Flex, que é considerada como pioneira em processos de fabricação circular, além de ser diversas vezes premiada por suas iniciativas de LR.

Segundo a Sinctronics (2017), suas peças plásticas produzidas por meio de remanufatura representam uma economia de até 82% de energia em relação à produção normal de plásticos e uma redução de 82% nas emissões de gases de efeito estufa. Na Figura 7, é possível observar alguns dados relevantes sobre essa iniciativa.

Figura 7 - Dados sobre o caso de LR da Sinctronics



Fonte: Adaptado de Sinctronics (2017).

Xavier, Ottoni e Lepawsky (2021), comentam também alguns outros aspectos positivos e negativos da gestão do lixo eletrônico no Brasil como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais aspectos positivos e negativos do LR de REEE no Brasil

	POSITIVO	NEGATIVO	
Fluxos de lixo eletrônico	SLR federal de lixo eletrônico (lixo eletrônico para uso doméstico) em fase de desenvolvimento	Dimensões continentais	
	Pontos de coleta de lixo eletrônico nas principais cidades	Potencial maior gerador de lixo eletrônico da América do Sul	
	Mais de 150 organizações de lixo eletrônico em todo o Brasil	Falta de um banco de dados oficial para gestão de lixo eletrônico	
	Recicladores de lixo eletrônico existentes com padrões para processamento de lixo eletrônico		Importações ilegais (lixo eletrônico e produtos eletrônicos)
			Expressiva informalidade no segmento
			Alto índice de retenção de lixo eletrônico (85%)
			Falta de um SLR integrado de lixo eletrônico para todo o país (em fase de desenvolvimento)
			Taxa de reciclagem muito baixa (2%)
	O valioso lixo eletrônico é exportado		
	O lixo eletrônico ainda é enviado para aterros e lixões a céu aberto		
Enquadramento jurídico	Convenção de Basileia Ratificada	Falta de SLR para lixo eletrônico não doméstico	
	Regulamentações federais e estaduais para gerenciamento de lixo eletrônico	Falta de programas direcionados para incentivar o descarte adequado pelos consumidores	
	O Decreto 10.240/2020 especifica os produtores como pagadores de SLR	Metas do SLR federal em desenvolvimento ainda são lentas e tímidas	
	Normas existentes especializadas em gestão de lixo eletrônico	Falta de medidas severas para punir fluxos ilegais de lixo eletrônico	
	A PNRS aponta para: - Critérios para a implementação do SLR; - Inclusão social na gestão de resíduos; - Base comum para a gestão de REEE; - Exigências aos estados e municípios para fornecer o Plano de Gestão de Resíduos; - Volumes e prazos de recuperação de lixo eletrônico entram em vigor em 2021 até 2025.		As obrigações dos recicladores não estão estabelecidas na PNRS
			Não existe uma associação específica para representar os recicladores no país
		Número significativo de recicladores informais	

Fonte: Adaptado de Xavier, Ottoni e Lepawsky (2021).

A região das Américas, por suas dimensões, heterogeneidade em termos socioeconômicos e potencial de geração de REEE, pode ser considerada um polo importante para uma análise global da gestão de REEE (XAVIER; OTTONI; LEPAWSKY, 2021).

É relevante ressaltar que investimentos para o desenvolvimento de SLR são essenciais para que as metas e prazos estabelecidos nos atos normativos sejam efetivamente alcançados.

Guarnieri, Cerqueira-Streit e Batista (2020), destacam que investimentos de diversos tipos foram realizados em cooperativas e associações de catadores após a assinatura dos acordos setoriais e que uma pesquisa realizada por uma cooperativa de empresas de embalagens concluiu que 90,5% dos participantes consideraram os catadores como agentes ambientais. Esse resultado demonstra a grande empatia que a população tem por essa categoria de profissionais e o reconhecimento.

Regiões que possuem atuações significativas em mineração, a LR é uma forma de recuperação de matéria-prima secundária e crítica, auxiliando no desenvolvimento de fluxos eficientes de Economia Circular, contribuindo com a redução de impactos a montante, como os da indústria de mineração e até mesmo das indústrias produtoras de eletroeletrônicos (XAVIER; OTTONI; E LEPAWSK, 2021). Fomentar ações que aproximem esses profissionais do SLR como um todo tende a ser não só economicamente sustentável, como uma ação de motivação para engajar essa categoria em desenvolver a LR, conseqüentemente, contribuindo de forma direta para a Economia Circular.

4.3 DIAGNÓSTICO DOS REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE

Seguindo o planejamento do acordo setorial de 2019 observado no Quadro 2, o estado de Pernambuco deveria contar com pelo menos 1 cidade atendida pelo SLR. Essa diretriz pôde se dar como atendida, pois em junho de 2021 a *Green Eletron* divulgou em suas plataformas digitais o funcionamento de 6 PEV's nos principais pontos da capital e em outras cidades pernambucanas, como Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe e São Lourenço da Mata (*Green Eletron*, 2021).

Segundo o *Jornal do Commercio* (2022), o RioMar Recife, em parceria com a *Green Eletron*, tornou-se o primeiro *shopping center* do Nordeste a instalar um coletor com capacidade de 200 kg para coleta de REEE para reciclagem. A Figura 8, é uma foto de divulgação de um desses PEV's.

Figura 8 - PEV instalado no Shopping Center RioMar, Recife – Divulgação



Fonte: Jornal do Commercio (2022).

O PEV pode ser encontrado no estacionamento do piso térreo do *Shopping* RioMar, próximo à portaria dos Correios. O horário para descarte segue o horário de funcionamento do *shopping*.

Os demais PEV's da *Green Eletron* instalados na Cidade de Recife (além de outras cidades) podem ser consultados no localizador do *website* da organização: <https://www.greeneletron.org.br/localizador>.

Também é importante destacar que entre janeiro e novembro de 2021 a REEEcicle, empresa parceira da *Green Eletron*, realizou diversas ações no estado, como por exemplo:

- A instalação de 25 pontos de coleta de REEE;
- 48 campanhas de conscientização no Estado de Pernambuco;
- 597 coletas em seus pontos de entrega voluntária; e
- 243 coletas em empresas e residências.

A Figura 9, reitera as principais ações da supracitadas.

Figura 9 - Principais ações da Reecycle em 2021



Fonte: Adaptador de Reecycle (2021).

Segundo o portal G1 Pernambuco (2021), a Reecycle além de possuir 25 ecopontos na Região Metropolitana do Recife (RMR) também faz o *delivery* inverso, isto é, coleta o lixo eletrônico em residências e empresas, onde cerca de 95% do material é reaproveitado. Quando é possível, a empresa conserta, vende ou doa o equipamento. E o que já não está mais em condição de uso, é separado, classificado e vendido para empresas de reciclagem, no Brasil e exterior. A empresa fatura R\$ 80 mil por mês e parte do lucro é investido em cursos gratuitos de robótica e reciclagem para comunidades carentes.

Na Figura 10 é possível entender um pouco sobre o processo de logística reversa de REEE que a empresa realiza.

Figura 10 - Material informativo sobre o processo de logística reversa de REEE



Fonte: Reecycle e Green Eletron (2022).

Além disso, a Reecycle assinou no dia 28 de setembro de 2021 um acordo de cooperação técnica com a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS/PE) e a plataforma tecnológica de *Circular Brain*. O acordo foca em engajar entidades públicas e privadas no tema e tem como objetivo promover campanhas de educação ambiental e ao aprimoramento no gerenciamento de resíduos sólidos para uma destinação adequada do lixo eletrônico no estado.

Entre as iniciativas previstas a serem implementadas estão a disponibilização de coletores em localidades diversas da Região Metropolitana do Recife como escolas, prefeituras e demais instituições; coleta de material por meio de solicitação em plataforma digital a ser desenvolvida; ações de divulgação e educação ambiental, treinamentos, inclusão de organizações de catadores de materiais recicláveis nas atividades a serem

desenvolvidas, e a elaboração de cartilhas sobre descarte adequado de resíduos. (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2021).

Em contato com a Gerência de Resíduos Sólidos da Semas/PE foram compartilhadas mais informações sobre o acordo supracitado. Por exemplo, uma das principais ações dessa campanha se dará por meio da instalação de contêineres coletores em órgãos públicos estaduais e gincanas educativas que serão realizadas em cerca de 50 escolas localizadas entre a RMR e o município de Garanhuns. Essas ações estão em fase de planejamento e o órgão pretende realizar ampla divulgação tão logo seja concluída.

Fazion, Junqueira e Vitelo (2020), realizaram um estudo exploratório visando identificar algumas organizações que apresentam os requisitos para exercer atividade de manufatura reversa como um sistema de gestão certificável e que serviriam para avaliar os potenciais cooperativas e recicladores com condições para funcionarem como centro de consolidação e/ou descaracterização. No Quadro 5 abaixo, é possível observar um resumo dessas informações para o município de Recife.

Quadro 5 - Lista de organizações com condições para funcionarem como centro de consolidação e/ou descaracterização em Recife/PE.

Nº	TIPO	NOME DA ORGANIZAÇÃO	ENDEREÇO COMPLETO
01	COOPERATIVAS E ASSOCIAÇÕES	Núcleo de Triagem de Catadores e Catadoras de Gusmão	Travessa do Gusmão, 178, São José, Recife – PE
02		Pró-Recife Cooperativa de Catadores Profissionais do Recife	Rua Antônio Cardoso da Fonte, 483, Imbiribeira, Recife – PE
03		Associação de Catadores de Materiais Recicláveis (ACMR) Boa Esperança	Praça Constantino Gomes, S/N, Centro, São José da Coroa Grande, Recife - PE
04		Cooperativa Esperança Viva	Rua do Peixoto, 440, São José, Recife - PE
05		Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Resíduos Sólidos Bola na Rede	Av. Padre Mosca de Carvalho (Vl. Confiança), 357, Guabiraba, Recife - PE
06		Associação de Catadores O Verde e Nossa Vida	Avenida Sul, 1148, São José, Centro, Recife – PE
07	EMPRESAS DE RECICLAGEM	Natureza Viva Reciclagem, Empreendimentos e Soluções Ambientais Ltda - EPP	Rua São Miguel, 1895, Jiquiá, Recife – PE
08		Lorene Recife Comércio de Sucatas Ltda.	Rua Artur Moura, 88, galpão CO3, Imbiribeira, Recife - PE
09	ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS	União Norte Brasileira de Educação e Cultura (UNBEC - CRC Marista)	Rua Jorge Tasso Neto, 318, Apipucos, Recife - PE
10		Assistência e Promoção Social Exército de Salvação	Rua Conde de Irajá, 108, Torre, Recife - PE
11		Associação dos Trapeiros de Emaús Recife	Rua Mamede Coelho, 53, Dois Unidos, Recife – PE
12		Lar do Neném	Rua Menezes Drummond, 284, Madalena, Recife – PE
13		Centro de Reabilitação e Valorização da Criança (CERVAC)	Pça. do Morro da Conceição, 211, Casa Amarela, Recife – PE
14	ORGANIZAÇÕES GOVERNAMENTAIS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)	Avenida Conselheiro Rosa e Silva, 1339, Jaqueira, Recife - PE
15		Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) do Recife	Avenida Recife, 3587, Areias, Recife - PE
16		Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) do Recife	Avenida Marquês de Olinda, 222, Recife - PE

17	ORGANIZAÇÕES GOVERNAMENTAIS	Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ)	Av. Dezesete de Agosto, 2187, Casa Forte, Recife – PE
18		Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologia Associada (PARQTEL)	Rua Vital de Oliveira, 32, Bairro do Recife, Recife - PE
19		Secretaria das Cidades (SECID)	Rua Estradas do Barbalho, 889-A, Iputinga, Recife - PE
20		Núcleo de Gestão do Porto Digital	Avenida Cais do Apolo, 222, Bairro do Recife, Recife - PE
21		Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH)	Rua Santana, 367, Casa Forte Recife - PE
22		Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de PE (CONDEPE/FIDEM)	Rua das Ninfas, 65, Boa Vista, Recife – PE
23		Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP)	Avenida Professor Luiz Freire, 700, Cidade Universitária, Recife - PE
24		Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE)	Avenida Professor Luiz Freire, 01, Cidade Universitária, Recife - PE
25		Grupo de Resíduos Sólidos (GRS) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Avenida Acadêmico Hélio Ramos, S/N, Cidade Universitária, Recife - PE
26		Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE)	Avenida Cruz Cabugá, 767, Santo Amaro, Recife – PE

Fonte: Adaptado de Fazion, Junqueira e Voigtel (2020).

Das 26 organizações levantadas no Quadro 5, 13 são de origem governamentais. Esse é um dado relevante, pois posteriormente é possível sugerir propostas de melhoria, partindo do Poder Público, para conscientizar mais agentes envolvidos nesta cadeia produtiva. É importante frisar também que apesar dessas iniciativas estarem começando a ganhar espaço no mercado de LR, ainda há poucos dados sobre o real impacto dessas ações em Recife e no Estado como um todo.

4.4 PROPOSTAS DE MELHORIAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE REEE NO MUNICÍPIO DE RECIFE

A partir do cenário apresentado ao longo deste trabalho, é possível compreender um pouco melhor como o SLR vem, aos primeiros passos, tomando forma. Visando acelerar e fomentar essa estruturação se propõe ações focadas em 3 eixos:

- Criação de evento científico com abrangência estadual sobre os REEE;
- Incentivo econômico do estado para empresas que apresentem propostas de SLR para suas atividades; e
- Ações de Educação Ambiental em escolas públicas municipais para promover a conscientização sobre o tema de REEE.

O Quadro 6 abaixo exemplifica que ação específica poderia ser tomada, além dos respectivos responsáveis.

Quadro 6 - Propostas de melhorias na implementação da LR de REEE em Recife

PROPOSTA	RESPONSABILIDADE	AÇÃO
1	Instituições de Ensino Superior (IEL's)	Promover, no dia internacional dos REEE (14 de outubro), evento científico para a comunidade apresentar trabalhos sobre o tema com foco específico no Estado de Pernambuco.
2	Governo do Estado de PE	Criar mecanismos legais de incentivo econômico para empresas que apresentem propostas de SLR para suas atividades. Como, por exemplo, redução de impostos ou programas de recompensais fiscais.
3	Secretaria de Educação do Recife	Estimular ações de educação ambiental em escolas públicas municipais para promover a conscientização sobre o tema de REEE. Gincanas, palestras, passeios e entrega de material informativo, por exemplo, podem fomentar que cada vez mais famílias tenham acesso sobre a forma e local correto para descarte de REEE.

Fonte: Autor.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

É fato que recentemente os esforços para mitigar os problemas causados pela Economia Linear de EEE vêm sendo iniciados. Apesar de existir algumas regulações e planos que trazem diretrizes sobre como deve ocorrer a implantação de SLR, é notável que nem todos os agentes da cadeia produtiva estão preparados para uma transição para a EC.

Atrelado a isso, ainda existe pouca pesquisa regional, especialmente na Cidade do Recife, sobre o tema deste trabalho. De posse de poucos dados é mais difícil inferir o *status* da evolução da LR no município, além de dificultar a análise e sugestão de propostas de melhoria.

Apesar de tudo isso, é importante destacar que em locais em que existem SLR mais bem estruturados, há também um ganho potencial econômico e visibilidade de mercado para empresas mais bem preparadas para essa atividade. O que acaba sendo uma importante estratégia de *marketing*, além de claro estar caminhando de acordo com os objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU.

Buscar maneiras simples e eficazes de potencializar não só a comunicação, mas a coleta de REEE é um fato crucial para que os primeiros ganhos provenientes da implementação da LR sejam brevemente factíveis.

Este trabalho sugere propostas de melhorias a fim de conscientizar a população sobre o tema, incentivar empresas a criarem SLR e promover estudos mais específicos no município de Recife. Visando acelerar e fomentar essa estruturação se propõe ações focadas em 3 eixos: criação de evento científico, incentivo econômico do estado; e ações de Educação Ambiental em escolas públicas municipais para promover a conscientização sobre o tema de REEE.

REFERÊNCIAS

- ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica.** Distrito Federal, 2012. Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA_REVERSA/EVTE_ELETROELETRO_NICO>. Acesso em: 08 fev. 2021
- ABRE – Associação Brasileira de Embalagens. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** 2022. Disponível em: <https://www.abre.org.br/sustentabilidade/plano-nacional-de-residuos-solidos-planares-apresenta-os-caminhos-para-que-a-gestao-de-residuos-avance-no-pais-com-a-recuperacao-de-50-dos-residuos-em-20-anos/> . Acesso em: 27 abr. 2022.
- BALDÉ, C. P.; BALDÉ, C. P.; KUEHR, R.; BEL, G. Suivi des déchets d'équipements électriques et électroniques à l'échelle mondiale 2017: Quantités, flux et ressources. **Université des Nations Unies (UNU), Union internationale des télécommunications (UIT) & Association internationale des déchets solides (ISWA),** Bonn/Genève/Vienne, 2017.
- BRASIL. Decreto nº 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, DF, p. 1-29, 12 fev. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022. Aprova o Plano Nacional de Resíduos sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1-190, 13 abr. 2022.
- BRASIL. Decreto nº 11.044, de 13 de abril de 2022. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem – Recicla+. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1-7, 13 abr. 2022.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1-18, 02 ago. 2010.
- BRIDA, Isabel Conceição De. LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UMA ANÁLISE DO SISTEMA NO BRASIL. **Tecnologia e Ambiente**, [S.l.], v. 25, p. 110 - 133, out. 2019. ISSN 2358-9426. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/tecnambiente/article/view/5409/4797>>. Acesso em: 08 fev. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.18616/ta.v25i0.5409>.
- BUENO, Rodolfo Cesar de Souza Barcellos. OLIVEIRA, Lismari Cunha de. **Logística reversa – uma estratégia empresarial necessária e compensadora.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 08, Vol. 06, pp. 05-18. Agosto de 2019. ISSN: 2448-0959.
- CASTILHO, André Ferreira de; FERREIRA, Eduardo. **Novo decreto regulamenta a logística reversa de produtos eletroeletrônicos.** 2020.

CORRÊA, H. L.; XAVIER, L. H. Concepts, design and implementation of Reverse Logistics Systems for sustainable supply chains in Brazil. ISSN: 1984-3046. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 6 (1) p 1 - 25, 2013.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M. D.; ASSUNÇÃO, G. M. D. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS**, v. 9(1), n. 16147, p. 1-30, 2020.

DE SOUZA, R.G.; CLÍMACO, JOAO.C.N.; SANT'ANNA, A.P.; ROCHA, T.B.; DO VALLE, ROGÉRIO.DE. ARAGAO.B.; QUELHAS, O.L. Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil. *Waste Manag.* v.57, p. 46–56, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.034>.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Semas firma acordo para destinação de lixo eletrônico**. 2021. Disponível em:

<http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/noticia/cadernos/vidaurbana/2021/09/semas-firma-acordo-para-destinacao-de-lixo-eletronico.html>. Acesso em: 27 abr. 2022. Disponível em: <https://www.machadomeyer.com.br/pt/quem-somos/nossas-unidades>. Acesso em: 23 mar. 2022.

DOMINGUES, Gabriela Santos; GUARNIERI, Patrícia; STREIT, Jorge Alfredo Cerqueira. **Princípios e instrumentos da política nacional de resíduos sólidos: educação ambiental na implementação da logística reversa**. Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade, Brasília, v. 2, n. 1, p. 191-216, jun. 2016. Disponível em <https://periodicos.unb.br/index.php/regis/article/view/19696/18186>. Acesso em 19 de fevereiro de 2022.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. 2016. Disponível em:

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-à-economia-circular_SumarioExecutivo.pdf . Acesso em: 15 mar. 2022.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Towards the Circular Economy: economics and business rationale for an accelerated transition**. 2017. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/circular-economyimplementation-in-china>. Acesso em: 15 mar. 2022.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Circular Consumer Electronics: an Initial Exploration**. 2018. Disponível em:

https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview?gclid=CjwKCAjwp7eUBhBeEiwAZbHwkQCuHSezdyulDanG7VMvla3cDMfIKUFORyRSdPT1rgw2GgYeyH1dlxoCWIEQAvD_BwE . Acesso em: 25.05.2022.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **The circular economy opportunity for urban industrial innovation in china**. 2018. Disponível em:

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/The-circular-economy-opportunity-for-urban-industrial-innovation-in-China_19-9-18_1.pdf. Acesso em: 15 mar. 2022.

FAZION, Cintia Bincoletto; JUNQUEIRA, Luciano Anonio Prates; VOIGTEL, Soraya Despina Santos. Mapear o mercado de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos nas cidades de Brasília (DF) e Recife (PE) e seus entornos, mais especificamente, identificar futuros centros de consolidação e centros de. **VIII Singep**, [s. l.], p. 1-19, 03 out. 2020.

FORTI, V.; BALD'E, C.P.; KUEHR, R.; BEL, G. The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential. **United Nations University/United Nations Institute for Training and Research, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association**, 2020.

GUARNIERI, Patricia; CERQUEIRA-STREIT, Jorge A.; BATISTA, Luciano C.. Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 153, p. 104541, fev. 2020.

G1 PERNAMBUCO. **Recicladora de Recife fatura R\$ 80 mil com coleta de lixo eletrônico**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/pme/pequenas-empresas-grandes-negocios/noticia/2021/09/12/recicladora-de-recife-fatura-r-80-mil-com-coleta-de-lixo-eletronico.ghtml>. Acesso em: 27 abr. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
GREEN ELETRON. **RESÍDUOS ELETRÔNICOS NO BRASIL - 2021**. 2021. Disponível em: https://www.greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf. Acesso em: 27 abr. 2022.

INSTITUTO AKATU. **Relatório Brasil 2020: Vida saudável e sustentável**. 2020. Disponível em: https://akatu.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Pesq-VSS_2020-GlobeScan-e-Akatu-Publico.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

JORNAL DO COMMERCIO. **RioMar Recife é o primeiro shopping do Nordeste a receber coletor para a reciclagem de eletroeletrônicos e pilhas**. 2022. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/peernambuco/2022/03/14961384-riomar-recife-e-o-primeiro-shopping-do-nordeste-a-receber-coletor-para-a-reciclagem-de-eletroeletronicos-e-pilhas.html>. Acesso em: 01 maio 2022.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M.; DE OLIVEIRA I. A. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resour Conserv Recycl**, v. 127, p. 221-232, 2017.

KORHONEN, J. et al. Circular economy as an essentially contested concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 544-552.

MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Centro de recondicionamento de computadores (CRC)**. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/comunicacao/SETEL/inclusao_digital/CRCs/CRCs.html?searchRef=crc&tipoBusca=expressaoExata. Acesso em: 06 abril. 2022.

MEU RESÍDUO (Rio Grande do Sul). **Certificado de Crédito de Reciclagem – Recicla+, é lançado pelo Governo Federal**. 2022. Disponível em: <https://meuresiduo.com/geral/certificado-de-credito-de-reciclagem-recicla-e-lancado-pelo-governo-federal>. Acesso em: 27 abr. 2022.

MMA; ABINEE; ABRADISTI; ASSESPRO NACIONAL; ELETRON, G. **Acordo setorial para implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2019. 31 p.

NESS, D. Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 15, p. 288 – 3011, 2008. DOI: 10.3843/SusDev.15.4:2^a.

PERNAMBUCO. Lei nº 14. 236, de 13 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, p. 1-9, 13 dez. 2010.

Reecycle. **25 ecopontos instalados em 2021**. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CYFK3aguNio/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

RETONDAR, A. M. (2007) Sociedade de Consumo, Modernidade e Globalização. Anna Blume, EDUFCEG.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. 2016. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-à-economia-circular_SumarioExecutivo.pdf. Acesso em: 15 mar. 2022.

SANT'ANNA, L. T. Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: uma revisão sistemática, 2015.

SANTOS, Carlos Alberto Frantz dos. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade**: Um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de Porto Alegre. p. 1-131. 2012.

SANTOS, M. R.; SHIBAO F. Y; SILVA F. C.; Economia circular: conceitos e aplicação. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v.10, n. 2, pp. 2808 – 2826, 2019.

SATO, L. **Bens de informática, eletroeletrônicos e itens diversos para leilão**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.satoleiloes.com.br/externo/leilao/167/leilao-bens-de-informatica-eletronicos-e-itens-diversos>. Acesso em: 06 abril. 2022.

SEMAS – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco. **Plano estadual de resíduos sólidos de Pernambuco**. Recife: SEMAS/PE, 2012.

SINCTRONICS. Bringing circular manufacturing to electronics with Sinctronics. 2017. Disponível em: <https://flex.com/resources/bringing-circular-manufacturing-to-electronics-with-sinctronics>. Acesso em: 07 maio 2022.

SIRVINSKAS, L. P. Manual de direito ambiental. 17. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

XAVIER, Lúcia Helena; OTTONI, Marianna; LEPAWSKY, Josh. Circular economy and e-waste management in the Americas: brazilian and canadian frameworks. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 297, p. 126570, maio 2021.