

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E NEGÓCIOS
NÍVEL MESTRADO**

JANDIR DOS SANTOS ALÓS

**A ESTRUTURAÇÃO DA OPERAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA
NO CONTEXTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PÓS-CONSUMO DE PRODUTOS
DO SEGMENTO DE ELETROELETRÔNICOS DE USO DOMÉSTICO NO BRASIL**

Porto Alegre

2021

JANDIR DOS SANTOS ALÓS

**A ESTRUTURAÇÃO DA OPERAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA
NO CONTEXTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PÓS-CONSUMO DE PRODUTOS
DO SEGMENTO DE ELETROELETRÔNICOS DE USO DOMÉSTICO NO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Negócios, pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão e Negócios da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan

Porto Alegre

2021

A455e Alós, Jandir dos Santos

A estruturação da operação de logística reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento de eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil / por Jandir dos Santos Alós. – 2021.

144 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Negócios, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan.

Catálogo na Fonte:

Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

JANDIR DOS SANTOS ALÓS

**A ESTRUTURAÇÃO DA OPERAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA
NO CONTEXTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PÓS-CONSUMO DE PRODUTOS
DO SEGMENTO ELETROELETRÔNICOS DE USO DOMÉSTICO NO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Negócios, pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão e Negócios da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Conceito Final: 10

Aprovado em: 21 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan – UNISINOS

Prof. Dr. Oscar Rudy Kronmeyer Filho – UNISINOS

Prof. Dr. Daniel Battaglia – IFRS – Campus Restinga

Ms. Ademir Brescansin – Profissional de Mercado (Especialista em Logística Reversa)

DEDICATÓRIA

Quero dedicar este trabalho a minha linda família. Minha esposa, Denize Alves Alós, e meus filhos, Ana Caroline Alves Alós e Davi Alves Alós. São meu porto seguro, estando sempre ao meu lado. É por vocês que busco transformar nosso mundo, um lugar melhor para vivermos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Silvério Peres Alós e Maria dos Santos Alós, pelo exemplo de honestidade e pela preocupação que sempre tiveram com meu bem estar.

A minha esposa, Denize Alves Alós, por estar ao meu lado e cuidar com muito carinho do nosso maior tesouro, nossos filhos.

Aos meus filhos, Ana Caroline Alves Alós e Davi Alves Alós, pelo amor e carinho, sempre enchendo nosso lar de muita alegria.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Gabriel Sperandio Milan, pelo desafio de ter aceitado me orientar, de ter acreditado nesta temática, sempre conduzindo e prestando todo o suporte, com muita atenção e profissionalismo.

Aos meus colegas do Mestrado, que dividiram suas experiências, tornando este curso um aprendizado ainda mais enriquecedor.

À empresa na qual atuo, que investiu no meu aprendizado e proporcionou conhecimento de alto nível.

EPÍGRAFE

Para ter um negócio de sucesso, alguém, algum dia, teve que tomar uma atitude de coragem.

Peter Drucker

RESUMO

Vive-se em um mundo em evolução, com transformações que nos permitem, no curto prazo, satisfação, conforto e bem-estar, principalmente com o uso de tecnologias, usufruídas através dos aparelhos eletroeletrônicos. Porém, para manter este estilo de vida, é preciso lembrar que consumimos cada vez mais. Estudos indicam uma projeção no aumento da geração de resíduos sólidos de cerca de 70% até 2050. Sendo assim, é necessária a criação de um sistema econômico sustentável. Neste contexto, a PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos representa um marco para a sociedade brasileira no que se refere à questão ambiental, principalmente com a aprovação do Decreto nº 10.240/20, com destaque para uma visão avançada na forma de tratar os resíduos sólidos pós-consumo, do segmento de eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil. Para tanto, o objetivo geral da presente pesquisa é o de apresentar um *framework* direcionado à estruturação da operação do Sistema de Logística Reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil. Neste sentido, foi implementada uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa, operacionalizada por meio de entrevistas individuais em profundidade com uma abordagem semiestruturada, com quatorze entrevistados, somada à pesquisa documental, a partir do acesso a documentos e informações relativas ao contexto de pesquisa. Para a análise dos dados, foi utilizada a técnica da análise de conteúdo, com apoio de um *software* de análise de dados qualitativos, o NVivo. Para a validação dos conteúdos e, mais especificamente do *framework* proposto, foi realizada a triangulação dos dados, mediante a operacionalização de dois *focus groups*, com sete dos quatorze participantes que já haviam sido entrevistados. Os dados e informações coletados, bem como o referencial teórico acessado, sugerem que dificuldades estruturais como a instalação dos 5.000 pontos de recebimento dos REEEs – Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, a falta de engajamento dos consumidores e a forma de comunicação do SLR – Sistema de Logística Reversa, são grandes desafios que precisam ser enfrentados, para que as metas definidas no Decreto nº 10.240/20 sejam atingidas. O custo para a operacionalização desta estrutura também deve ser tratado como ponto crítico para o sucesso deste sistema, principalmente pela falta de uma visão voltada à economia circular, a falta de incentivos do poder público e a dificuldade de fiscalizar os importadores de EEEs – Equipamentos Eletroeletrônicos, garantindo a isonomia do processo. Como um caminho para potencializar este SLR, o uso de tecnologias, estímulos aos consumidores bem como o estabelecimento de parcerias público-privadas, serão indispensáveis.

Palavras-chave: Gestão de Operações, Logística Reversa, Resíduos Pós-consumo, Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Pós-consumo, Redução de Resíduos, Sustentabilidade.

ABSTRACT

We live in a world in evolution, with changes that allow us, in the short term, satisfaction, comfort and well-being, especially with the use of technologies, enjoyed through electronic devices. However, to maintain this lifestyle, it is necessary to remember that we consume more and more. Studies indicate a projection of an increase in solid waste generation of around 70% by 2050. Therefore, it is necessary to create a sustainable economic system. In this context, the PNRS – National Solid Waste Policy represents a milestone for Brazilian society regarding the environmental issue, especially with the approval of Decree No. 10.240 / 20, with an emphasis on an advanced view on how to treat solid waste consumer electronics segment in Brazil. Therefore, the general objective of this research is to present a framework aimed at structuring the operation of the Reverse Logistics System in the context of post-consumer solid waste of products in the household electrical and electronics segment in Brazil. In this sense, it was implemented an exploratory research, qualitative in nature, operationalized through individual in-depth interviews with a semi-structured approach, with fourteen respondents, added to documentary research, from access to documents and information related to the research context. For data analysis, the technique of content analysis was used, with the support of a qualitative data analysis software, NVivo. To validate the contents and, more specifically, the proposed framework, data triangulation was performed, through the operation of two focus groups, with seven of the fourteen participants who had already been interviewed. The data and information collected, as well as the theoretical framework accessed, suggest that structural difficulties such as the installation of 5,000 points for receiving WEEE - Waste Electrical and Electronic Equipment, the lack of consumer engagement and the form of communication of the SLR - Reverse Logistics System, are major challenges that need to be faced, so that the goals defined in Decree No. 10.240/20 are achieved. The cost for the operation of this structure must also be treated as a critical point for the success of this system, mainly due to the lack of a vision focused on the circular economy, the lack of incentives from the public authorities and the difficulty of inspecting importers of EEE - Electrical Equipment and Electronics, ensuring the isonomy of the process. To enhance this SLR, the use of technologies, consumer incentives as well as the establishment of public-private partnerships will be indispensable.

Keywords: Operations Management, Reverse Logistics, Post-consumer Electronic Equipment Waste, Waste Post-consumer, Waste Reduction, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Histórico dos aspectos legais.....	18
Figura 2 – Principais responsabilidades dos atores da PNRS e do SLR.....	21
Figura 3 – Porcentagem de domicílios com acesso à Internet, um computador e porcentagem da população que usa a Internet.....	25
Figura 4 – Número de publicações sobre lixo eletrônico.....	26
Figura 5 – Processos da cadeia de suprimentos.....	30
Figura 6 – As quatro áreas operacionais da logística.....	31
Figura 7 – Canais de distribuição diretos e reversos.....	35
Figura 8 – Modelo simplificado de economia circular.....	45
Figura 9 – Ciclo de vida de um EEE.....	53
Figura 10 – Linha de produtos e vida útil.....	53
Figura 11 – Principais riscos de contaminação.....	57
Figura 12 – Cenários de gerenciamento dos REEEs.....	58
Figura 13 – Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS.....	61
Figura 14 – Faturamento total do setor de EEE (em R\$ bilhões) entre os anos de 2013 a 2021*.....	66
Figura 15 – Utilização da capacidade instalada.....	67
Figura 16 – Número de empregados (em mil).....	68
Figura 17 – Balança comercial de produtos do setor de EEE (em US\$ bilhões).....	68
Figura 18 – Visão geral do sistema de devolução.....	72
Figura 19 – % de despesa sob o custo total (por componentes de custo).....	74
Figura 20 – Volume (em mil ton.) x pontos de coleta.....	74
Figura 21 – Volume reciclado (em mil ton.).....	75
Figura 22 – Atores e fluxo de um SLR de WEEE na UE.....	83
Figura 23 – Representação típica de um sistema de gerenciamento de WEEE..	85
Figura 24 – <i>Framework</i> para implementação do SLR proposto.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Benefícios do Sistema de Logística Reversa.....	34
Quadro 2 – Categorias dos EEEs.....	49
Quadro 3 – Fases do Acordo Setorial.....	62
Quadro 4 – Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e número de cidades atendidas.....	63
Quadro 5 – Grupos de trabalho e suas principais funções a partir da PNRS e do acordo setorial.....	64
Quadro 6 – Perfil dos entrevistados.....	92
Quadro 7 – Principais motivações político-legais e setoriais para a estruturação do SLR.....	98
Quadro 8 – Atores identificados e papéis a serem desempenhados.....	110
Quadro 9 – Dificuldades identificadas para a implementação de um SLR.....	122
Quadro 10 – Direcionamentos propostos para potencializar a implementação do <i>Framework</i>	126

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Tendências crescentes na população mundial, consumo de água, produção de plásticos, produção de petróleo e quantidades estimadas de lixo eletrônico geradas durante 1960-2015.....	23
Tabela 2 – Faturamento total do setor de EEE por área (em R\$ bilhões).....	67
Tabela 3 – Projeções para os principais indicadores do setor de EEE.....	69
Tabela 4 – Taxa de reciclagem entre os anos de 2015 a 2017.....	78
Tabela 5 – Operações de gerenciamento dos WEEEs na UE.....	80

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABREE	Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos
AEHA	<i>Association for Electric Home Appliances</i>
B2B	<i>Business to Business</i>
CFC	Clorofluorcarboneto
CVP	Ciclo de Vida do Produto
EC	<i>European Commission</i>
EEE	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
EGs	Entidades Gestoras
GAP	Grupo de Acompanhamento de <i>Performance</i>
GTA	Grupo Técnico de Assessoramento
IBAMA	O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
METI	<i>Ministry of Economy, Trade and Industry</i>
MOE	<i>Ministry of the Environment</i>
MSW	<i>Municipal Solid Waste</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
ONGs	Organizações não Governamentais
PCs	<i>Personal Computers</i>
PEVs	Pontos de Entrega Voluntários
PL	Projeto de Lei
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
RoHS	<i>Restriction of Certain Hazardous Substances</i>
RSUs	Resíduos Sólidos Urbanos
S.EN.S	<i>Swiss Foundation for Waste Management</i>
SLR	Sistema de Logística Reversa
SLRS	<i>Swiss Light Recycling Foundation</i>
SP	São Paulo
SWICO	<i>Swiss Association for Information, Communication and Organization Technology</i>
TI	Tecnologia da Informação
TRA	Teoria da Ação Racional
TV	Televisor
UE	União Europeia
UNU	<i>United Nations University</i>
WEEE	<i>Waste Electrical and Electronic Equipment</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	19
1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	22
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	28
1.3.1 Objetivo Geral.....	28
1.3.2 Objetivos Específicos.....	28
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	29
2.1 LOGÍSTICA REVERSA.....	29
2.1.1 Definição de Logística Reversa.....	29
2.1.2 Relevância da Logística Reversa.....	33
2.1.3 Logística Reversa de Produtos Pós-consumo de Eletroeletrônicos.....	35
2.2 SUSTENTABILIDADE	37
2.2.1 Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável.....	37
2.2.2 Relação entre Logística Reversa e Sustentabilidade.....	42
2.2.3 Economia Circular e a Responsabilidade Estendida do Produtor.....	43
2.3 PRODUTOS PÓS-CONSUMO NO SEGMENTO DE EEEs DE USO DOMÉSTICO.....	48
2.3.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.....	48
2.3.2 C.V.P. – Ciclo de Vida dos Produtos Eletroeletrônicos.....	51
2.3.3 Descarte e Impactos dos Produtos Eletroeletrônicos Pós-Consumo para a Sociedade.....	55
2.3.4 A PNRS e o Acordo Setorial para Implantação do SLR de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico no Brasil.....	59
2.3.5 O Setor de Eletroeletrônicos em Números no Brasil.....	65
2.4 CENÁRIO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA REVERSA DE EEE PÓS-CONSUMO.....	71
2.4.1 O Modelo Suíço.....	71
2.4.2 O Modelo Japonês.....	75
2.4.3 O Modelo Europeu.....	79
2.4.4 Análise do Modelo de Gestão dos WEEE entre Países Desenvolvidos e em Desenvolvimento.....	83
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	87
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	87

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	87
3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS.....	89
3.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS RELACIONADOS À PESQUISA.....	90
4. RESULTADOS DA PESQUISA.....	91
4.1 PERFIL DOS ENTREVISTADOS.....	91
4.2 MOTIVAÇÕES POLÍTICO-LEGAIS E SETORIAIS PARA A ESTRUTURAÇÃO DO SLR.....	93
4.3 PAPEL A SER DESEMPENHADO PELOS PRINCIPAIS ATORES DA CADEIA.....	98
4.4 DIFICULDADES INTRÍNSECAS À IMPLEMENTAÇÃO DE UM SLR.....	111
4.5 <i>FRAMEWORK</i> PROPOSTO.....	123
4.6 DIRECIONAMENTOS PROPOSTOS NO SENTIDO DE POTENCIALIZAR A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>FRAMEWORK</i> APRESENTADO.....	126
4.7 VALIDAÇÃO DOS CONTEÚDOS.....	127
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	130
REFERÊNCIAS.....	134
ANEXO A – TCLE – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	142
APÊNDICE A – ROTEIRO BÁSICO DE QUESTÕES.....	143

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os impactos causados no meio ambiente pelos produtos e processos industriais, acrescidos dos grandes desastres ecológicos cada vez mais próximos e que ao fazer parte da vida moderna, tornaram-se mais visíveis à sociedade em geral, modificando hábitos de consumo em alguns países, bem como mudaram a percepção empresarial sobre a importância destes canais reversos para sua imagem corporativa. No final do Século XX, as sociedades mais desenvolvidas preocupavam-se com as crescentes quantidades de embalagens descartáveis de alimentos em geral. No início do Século XXI, as preocupações aumentaram em face do crescimento vertiginoso dos produtos eletroeletrônicos, que geram o que se convencionou chamar de lixo eletrônico. Regulamentações expressas que visam a equacionar melhor o retorno dos produtos em geral, reduzindo seu impacto no meio ambiente e outros aspectos, justificam o interesse crescente pelas oportunidades e riscos dos canais de distribuição reversos de pós-consumo (LEITE, 2017; IŞILDAR et al., 2018; EC, 2019; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Segundo Baldé et al. (2017), o lixo eletrônico ou do inglês *e-waste* (*eletronic waste*), refere-se a todos os itens de EEE – Equipamentos Elétricos e Eletrônicos e suas peças que foram descartadas pelo proprietário como lixo sem a intenção de reutilização. O lixo eletrônico também é conhecido como REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (ou WEEE – *Waste Electrical and Electronic Equipment*), ou sucata eletrônica, em diferentes regiões e sob circunstâncias diferentes no mundo.

Atualmente, a tarefa de desenvolver logística reversa e cadeias de suprimentos em circuito fechado, tanto em indústrias desenvolvidas quanto em desenvolvimento, é aceita como uma necessidade vital em nossas organizações e sociedades. O crescente interesse em questões reversas pode ser visto claramente no grande número de publicações, especialmente as que consideram estudos de caso em vários setores. A abordagem clássica da cadeia de suprimentos não se responsabiliza pelo fim da vida útil dos produtos. Por isso, a logística reversa, quando inserida neste contexto, procura abranger os produtos no seu final de vida útil, de maneira mais ecológica e sustentável (GOVINDAN; SOLEIMANI, 2017).

Conforme definição apresentada na própria legislação, a logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um

conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para o seu reaproveitamento, seja em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou para outra destinação final, desde que ambientalmente adequada (DINDARIAN et al., 2012; ABDI, 2013; XIN et al., 2021).

Nos tipos de perspectiva de logística reversa, os produtos no seu final de vida útil desempenham um papel relevante. Eles são coletados de clientes ou consumidores, ou de outras fontes no mercado, e os processos apropriados são executados, tais como: reparo, desmontagem, remanufatura, reciclagem e o devido descarte deles de uma maneira ambientalmente correta (SOLEIMANI; KANNAN, 2015; IŞILDAR et al., 2018).

No Brasil, a PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída através da Lei Federal 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), obriga que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, estruturam e implementem SLR – Sistemas de Logística Reversa, no sentido de operacionalizar o retorno dos produtos após o uso pelos consumidores no Brasil. A PNRS deixa claro que o acordo setorial, firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, deve ser implantado a partir da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e que o SLR deve ser estruturado e implementado de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Segundo Carvalho e Xavier (2014), são considerados EEEs, aqueles que dependem de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar. E os REEEs são aqueles produtos, partes ou componentes de EEEs pós-consumo. Por sua vez, os produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, são aqueles cujo adequado funcionamento depende de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Esse acordo prevê duas fases. A primeira, dedicada à estruturação do sistema e, a segunda, relacionada à sua implementação e à sua operacionalização, com metas anuais e crescentes, e com prazos e ações concretas, chegando a 17% no quinto ano, em peso de resíduos ou produtos coletados. Os pontos de coleta de eletroeletrônicos, por exemplo, aumentarão de 70 (quantidade de pontos de coleta na data de assinatura do acordo) para mais de 5.000 pontos no país, até 2025,

abrangendo pelo menos 400 maiores municípios brasileiros, o que compreenderá, aproximadamente, 60% da população do país. Além disso, 100% dos produtos ou resíduos coletados deverão ser enviados para a destinação final, ambientalmente adequada, preferencialmente para sua reciclagem, reinserindo, assim, os materiais resultantes em cadeias produtivas, reduzindo as pressões por novas matérias-primas, além dos impactos ambientais causados pelo seu manuseio adequado e descarte inadequado (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Passados quase 30 anos que o Projeto de Lei nº 203/91 começou a ser debatido no Congresso Nacional e que viria a ser a PNRS, no dia 12 de fevereiro de 2020, foi assinado o Decreto nº 10.240/20, que enfim regulamenta a logística reversa de EEE domésticos em todo o território brasileiro. Por sua vez, o decreto está alinhado ao acordo setorial assinado entre o Ministério do Meio Ambiente e algumas empresas, instituições e entidades do setor (BRASIL, 2020).

Como forma de demonstrar o histórico dos principais aspectos legais, segue Figura 1, que até o momento contribuíram para a realização deste importante instrumento, que possibilitará uma gestão adequada de resíduos sólidos no Brasil:

Figura 1 – Histórico dos aspectos legais

Mês e Ano	Legislação	Do que trata
12/1990	Projeto de Lei (PL) nº 203/91	Criar uma lei, um instrumento jurídico, sobre os assuntos ligados ao tratamento dos resíduos sólidos.
02/1998	Lei nº 9.605	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e da outras providências.
08/2010	Lei nº 12.305	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos. Altera a lei nº 9.605 e dá outras providências.
12/2010	Decreto nº 7.404	Regulamenta a Lei nº 12.305. Cria o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para a implantação do SLR.
12/2010	Decreto nº 7.405	Institui o programa Pró-Catador e o Comitê Interministerial, para inclusão social e econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis.
01/2013	Edital MMA nº 01	Chamamento de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, para a elaboração de proposta de Acordo Setorial visando à implantação do SLR de abrangência nacional.
10/2017	Decreto nº 9.177	Decreto de Isonomia, que institui equiparação entre os atores da cadeia.
10/2019	Assinatura do Acordo Setorial	Acordo setorial do SLR de Eletroeletrônicos firmado entre o Ministério do Meio Ambiente e as entidades representativas do setor. Criado a figura do Grupo de Acompanhamento de <i>Performance</i> (GAP), responsável por acompanhar e divulgar a implementação do SLR.
02/2020	Decreto nº 10.240	Regulamenta o inciso VI do Caput do art. 33 (produtos eletroeletrônicos e seus componentes) e o art. 56 (SLR e cronograma) da Lei nº 12.305/10 e complementa o Decreto nº 9.177/2017.

Fonte: Elaborada pelo autor.

É preciso agir, pois muito já se falou em logística reversa, sustentabilidade, mas as cadeias de suprimentos precisam operar em circuito fechado, como definido por Guide Jr. e Van Wassenhove (2009), os quais definem o gerenciamento da cadeia de suprimentos em circuito fechado como o design, controle e operação de um sistema para maximizar a criação de valor ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, com recuperação dinâmica de valor de diferentes tipos e volumes de retorno ao longo do tempo. Como resultado deste processo, tem-se uma estrutura integrada e responsável. Assim sendo, este circuito fechado também poderia ser entendido como uma cadeia de suprimentos, com desperdício zero que reutilize, recicle ou componha completamente todos os materiais. A riqueza da sociedade depende de vários metais, incluindo metais comuns, metais preciosos e elementos da terra, cada vez mais raros. Inúmeras aplicações estimularam o uso de metais tecnológicos e outros materiais, e seu fornecimento está em risco, devido à alta demanda e à distribuição geográfica desigual desses metais. Seu suprimento estável é crucial para a transição para uma economia sustentável e circular (GUIDE Jr.; VAN WASSENHOVE, 2009; IŞILDAR et al., 2018; WEETMAN, 2019).

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Estima-se que dezenas de milhões de toneladas de EEE sejam jogadas fora no mundo todo a cada ano. E o número deverá dobrar nos próximos dez anos. O que torna o lixo eletrônico tão difícil de lidar é o fato de que alguns deles apresentam enormes problemas para as pessoas e o meio ambiente. A extensão em que os efeitos das substâncias poluentes são prejudiciais depende muito do processo de reciclagem. Os resíduos de EEE devem ser desmontados profissionalmente e os componentes que contêm substâncias nocivas devem ser removidos e descartados separadamente, para proteger as pessoas, o solo, a água e o ar (SWICO, 2019; IŞILDAR et al., 2018). Deixar a reciclagem de lixo eletrônico no mercado livre, dependente do valor intrínseco dos materiais nele contidos, não é suficiente, principalmente devido ao alto custo de descontaminação (CHAGNES et al., 2016; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Inclusive, Tansel (2017) observa que os avanços na tecnologia, desenvolvimento de materiais e processos de fabricação mudaram os produtos e a forma como são utilizados ou consumidos e a composição dos resíduos sólidos

urbanos desde a década de 1960. O aumento da quantidade de produtos descartados continua sendo um grande desafio para os esforços de reciclagem e reaproveitamento, especialmente para os produtos eletrônicos descartados.

A crescente demanda por produtos de alta tecnologia aumentou as quantidades de lixo eletrônico e seu transporte além das fronteiras. As operações de reciclagem de lixo eletrônico nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos contribuem para as crescentes preocupações com o gerenciamento de lixo eletrônico. Embora os mercados de materiais reciclados estejam aumentando, existem grandes desafios para o desenvolvimento da infraestrutura necessária para o gerenciamento e prestação de contas de lixo eletrônico, bem como para o desenvolvimento de tecnologias eficazes de recuperação de materiais e *design* de produtos (TANSEL, 2017; IŞILDAR et al., 2018; FILHO, 2019).

O grande desafio da logística reversa reside no custo associado à operacionalização do sistema em um país de extensão continental e com suas particularidades e complexidades logísticas. É sabido que qualquer sistema que seja estabelecido incorrerá em maiores dispêndios, ora tratados como custos quando apreciados sob a ótica puramente econômica, ora encarados com investimento necessário para um mundo sustentável. Um olhar mais atento e consciente a essa questão indica que o aparente aumento de custo não configura de fato um aumento, mas sim a antecipação de custos que incorreriam no futuro para remediar o impacto negativo ao meio-ambiente causado pelo descarte inadequado de resíduos (ABDI, 2013; WEETMAN, 2019; FILHO, 2019; XIN et al., 2021).

Em 2013, o Governo Federal, através do Ministério do Meio Ambiente, divulgou o Edital público nº 01/2013 de chamamento para elaboração da proposta de acordo setorial (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013), para que fossem definidas regras e metas para o setor, além de enfatizar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, do GTA – Grupo Técnico de Assessoramento e o Comitê Orientador para implementação do SLR e da possibilidade de participação, na construção do acordo, das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.

Por sua vez, empresas se uniram e criaram associações ou EGs – Entidades Gestoras, sem fins lucrativos, para que pudessem definir, monitorar e organizar de forma eficiente este fluxo, inclusive, homologando os transportadores e as cooperativas e/ou associações de catadores, visando redução de custos de

transação, bem como com o objetivo de propor soluções inovadoras dentro desta operação de logística reversa de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil (ABREE, 2019).

Após este Edital, que contemplava o prazo de 120 dias para apresentação das propostas, somente em outubro de 2019 houve a assinatura deste acordo setorial. No presente acordo, foram definidas duas fases de estruturação e de implementação, e criada a figura do GAP – Grupo de Acompanhamento de *Performance*, composto pelos representantes das entidades do setor privado, que representam fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e as EGs, que será responsável por acompanhar e divulgar, de forma consolidada, as metas e os resultados ao Ministério do Meio Ambiente, ou seja, o desempenho de toda a implementação do SLR a ser implementado. Quanto ao financiamento deste sistema, o repasse dos recursos financeiros deverá ser realizado pelas empresas, por meio de pagamento direto às EGs, na proporção correspondente à sua participação no mercado de uso doméstico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019; FILHO, 2019).

Figura 2 – Principais responsabilidades dos atores da PNRS e do SLR



Fonte: Elaborada pelo autor com base em ABDI (2013).

Consoante isso, um SLR deverá ser estruturado e operacionalizado, o qual deverá contemplar: (i) descarte, pelo consumidor, dos produtos eletroeletrônicos, em pontos de recebimento; (ii) transporte até a triagem ou área de consolidação; e (iii) transporte até a destinação final, de forma ambientalmente adequada. Neste cenário, diversos atores, os quais são apresentados na Figura 2, possuem um papel fundamental para que toda esta operação seja concluída com êxito, com o intuito de atingir os volumes estabelecidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019; FILHO, 2019).

A partir dos modelos de logística reversa implementados em outros países, conforme veremos a seguir e com base na Lei Brasileira nº 12.305 de 2010, que instituiu a PNRS, o acordo setorial de logística reversa e mais recentemente a assinatura do Decreto nº 10.240/20, serão avaliadas as diversas interações entre os atores desta longa e complexa cadeia, bem como suas percepções e responsabilidades dentro deste contexto do SLR de resíduos sólidos pós-consumo de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil (AMARO; VERDUM, 2016).

Desta forma, após a implementação do presente projeto de pesquisa, será possível apresentar um *framework* que possa ser utilizado como um modelo eficiente a ser seguido, com uma estrutura funcional de gestão e operações, e de acordo com o cenário brasileiro. Sendo assim, definiu-se a questão norteadora da presente pesquisa: Qual a melhor forma de estruturação da operação do SLR – Sistema de Logística Reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil?

1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Nos últimos 50 anos, a população mundial dobrou, com o equilíbrio voltado para a urbanização. Mais da metade da população mundial vive nas áreas urbanas. Como resultado do aumento da população, da urbanização e da expectativa de vida, as demandas por água e por petróleo bruto mais do que duplicaram nos últimos 50 anos conforme mostra a Tabela 1. As quantidades de resíduos têm aumentado globalmente. No entanto, a taxas diferentes em diferentes países. As taxas de geração de resíduos sólidos urbanos per capita nos países desenvolvidos e em desenvolvimento são quase três vezes a produção média de resíduos per capita globalmente (a quantidade estimada em 2000 nos EUA era de 760 kg/ano *versus*

234 kg/ano no mundo inteiro). Há também uma disparidade significativa no lixo eletrônico per capita gerado entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (a quantidade estimada de lixo eletrônico em 2014 nos EUA foi de 22,1 kg/ano contra 5,4 kg/ano em todo o mundo) (TANSEL, 2017; BALDÉ et. al, 2017; IŞILDAR et al., 2018; WEETMAN, 2019; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019; ONU, 2020).

As quantidades de produtos de consumo descartados, especialmente o lixo eletrônico, aumentaram exponencialmente como resultado de avanços na tecnologia de materiais, processos de fabricação, rápida penetração no mercado e obsolescência planejada, conforme nos mostra a Tabela 1. Uma fração significativa do lixo eletrônico gerado globalmente não é documentada ou tratada de maneira controlada pela recuperação de materiais. Em 2014, apenas cerca de 6,5 milhões de toneladas das 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram documentadas e recicladas com os mais altos padrões (TANSEL, 2017; BALDÉ et al., 2017; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019; IŞILDAR at al., 2018; ONU, 2020).

Tabela 1 – Tendências crescentes na população mundial, consumo de água, produção de plásticos, produção de petróleo e quantidades estimadas de lixo eletrônico geradas durante 1960-2015

Year	World population (billions)	Life expectancy (yrs)	Water consumption ^e (billion m ³ /yr)	World plastics production ^a (million tons/yr)	World crude oil production ^b (million barrels/d)	Obsolete computers in developing regions ^c (million units)	MSW generation ^d (million tons/d)	e-Waste ^f (kg/ca-yr)	e-Waste generated ^f (million tons/yr)
1960	3.03	52.48	2000	15	21	0	1.5	0.02	NA
1970	3.69	59.60	2550	35	45	0	2.0	NA ^g	NA
1980	4.44	63.19	3200	69	60	0	2.5	NA	NA
1990	5.28	65.70	3500	104	59	3	3.0	NA	NA
2000	6.10	67.69	3900	185	65	50	3.2	NA	NA
2010	6.88	70.32	4300	270	70	120	3.6	5.0	33.8
2015	7.21	71.00	4550	300	75	200	4.0	6.1	43.8

Fonte: Tansel (2017, p. 36).

Legenda: MSW – Municipal Solid Waste.

Além disso, algumas características próprias dos REEE justificam a exigência de processos específicos de gerenciamento, pois alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados, como, por exemplo, alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros. Todos estes elementos são potencialmente tóxicos e resultam em riscos de contaminação das pessoas que manipulam os REEE, tanto o consumidor que mantém e utiliza em casa equipamentos antigos, quanto aquelas pessoas envolvidas com a coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos, estão potencialmente expostos

ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Eles incluem uma combinação de materiais orgânicos e inorgânicos, que contêm agentes tóxicos, como cádmio, chumbo, mercúrio e retardadores de chama bromados. Os efeitos no organismo podem ser graves (ABDI, 2013; KOCHAN et al., 2016; BAKHIYI et al., 2018; XIN et al., 2021).

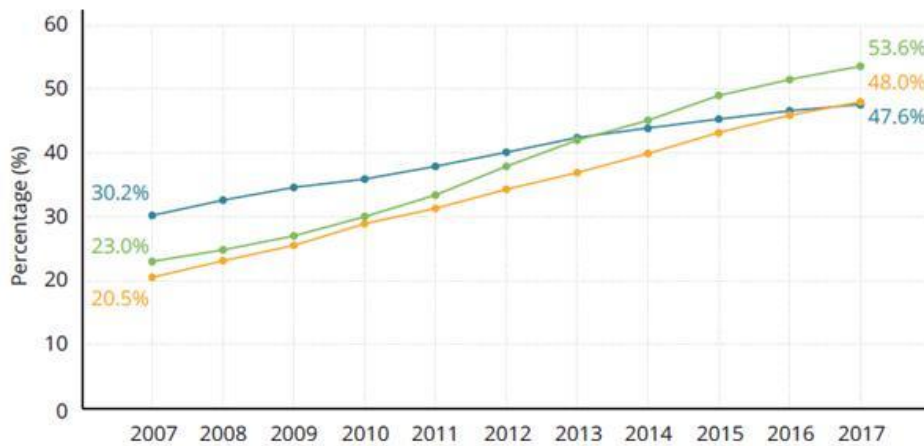
Para reduzir o risco de contaminação, toda a manipulação e processamento devem ser realizados com os devidos equipamentos de proteção pessoal. Os REEE não devem em nenhuma hipótese ser depositados diretamente na natureza ou junto a rejeitos orgânicos. Mesmo em aterros sanitários, o mero contato dos metais pesados com a água incorre em imediata contaminação do chorume, multiplicando o impacto decorrente de qualquer eventual vazamento. Penetrando no solo, este material pode contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, com consequências negativas para o ambiente como um todo (ABDI, 2013; BAKHIYI et al., 2018).

Neste contexto, Baldé et al. (2017) enfatizam que a sociedade global da informação está crescendo em grande velocidade. Redes cada vez mais rápidas e novos aplicativos e serviços entregues a velocidades cada vez mais altas trouxeram novas oportunidades para muitas pessoas, principalmente nas áreas de saúde, educação, governo, entretenimento e comércio. Ao mesmo tempo, níveis mais altos de renda disponível, urbanização e industrialização, em muitos países em desenvolvimento, estão levando a quantidades crescentes de EEE e, conseqüentemente, a um maior volume de lixo eletrônico. Redes em expansão, mais usuários da internet e negócios *on-line*. As redes e serviços de telefonia celular e banda larga foram expandidas rapidamente e permitem que mais pessoas, especialmente nas áreas rurais e anteriormente desconectadas, tenham acesso à internet.

Cerca de 3,6 bilhões de pessoas, quase metade da população do mundo, estão usando a internet. O mundo conta com 7,7 bilhões de assinaturas de telefonia móvel e 4,2 bilhões de assinaturas ativas de banda larga. Mais de 80% da população do mundo é coberta por um sinal de banda larga móvel. Além disso, 54% das famílias têm acesso à internet em casa e 48% têm um computador, de acordo com a Figura 3. Os produtos que tiveram o maior crescimento absoluto do consumo em termos de peso foram geladeiras, máquinas de lavar roupa, fornos elétricos, unidades de aquecimento centralizadas elétricas e TVs de tela plana. No mesmo

período, algumas tecnologias se tornaram obsoletas. Os maiores declínios nas vendas foram encontrados para áudio portátil, vídeo portátil, monitores de tubo de raios catódicos volumosos e televisões. Isso ocorre porque a tecnologia é antiga e substituída por nova tecnologia. Este é o caso dos monitores que estão sendo substituídos por monitores de tela plana. Em alguns casos, um único dispositivo com uma única funcionalidade está sendo substituído por itens com várias funcionalidades, como um telefone celular ou *laptop* (CHAGNES et al., 2016; BALDÉ et al., 2017).

Figura 3 – Porcentagem de domicílios com acesso à Internet, um computador e porcentagem da população que usa a Internet



Fonte: Baldé et. al. (2017, p. 18).

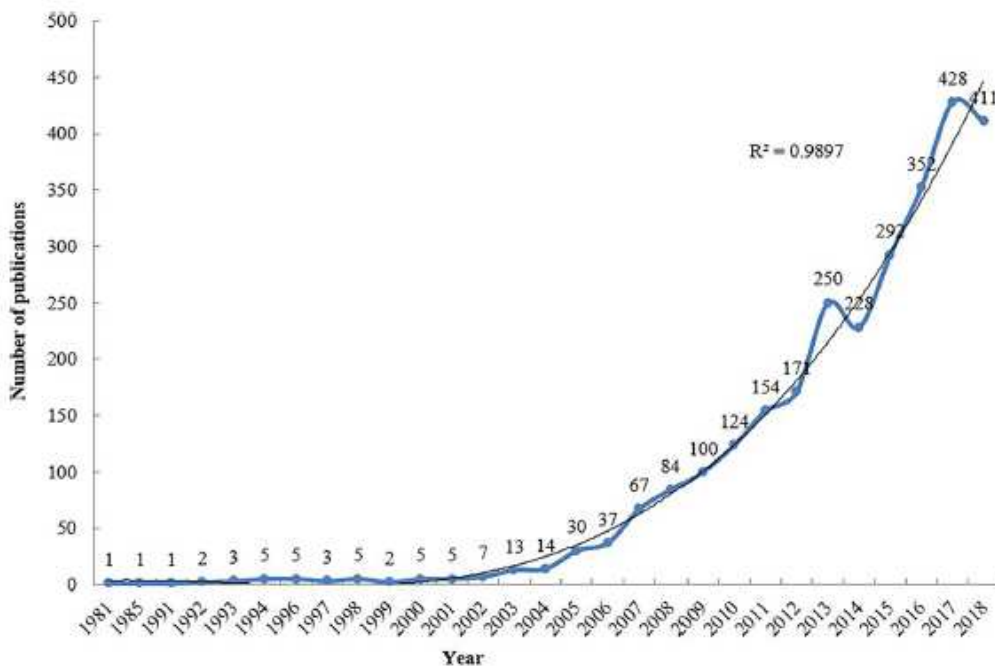
Legenda: — Domicílios com internet; — Domicílios com computador;
— População usando internet

Neste horizonte, Gao et al. (2019) destacam que os principais tópicos no campo do lixo eletrônico foram gerenciamento e reciclagem de lixo eletrônico nos países em desenvolvimento, avaliação de risco à saúde após exposição a poluentes orgânicos, degradação e recuperação de resíduos de materiais metálicos e impacto de metais pesados nas crianças. Com o desenvolvimento do sistema eletrônico industrial e a crescente demanda por tecnologias de informação e telecomunicações, uma grande quantidade de lixo eletrônico está constantemente sendo produzido em todo o mundo. Atualmente, o lixo eletrônico é um dos fluxos de resíduos sólidos que mais cresce no mundo, especialmente na China. Em 2014, a quantidade total de lixo eletrônico no mundo foi de 41,8 milhões de toneladas, o que aumentará para 50 milhões de toneladas em 2018. Em decorrência disso, grandes

quantidades de lixo eletrônico trouxeram problemas globais, causando poluições no meio ambiente, na cadeia alimentar e a escassez de minério, além de representar um enorme risco para a saúde humana (IŞILDAR et al., 2018; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

O primeiro estudo sobre lixo eletrônico foi publicado em 1981 e antes de 2003, o número de publicações por ano era menor do que oito publicações. Depois de 2004, o número de pesquisas aumentou rapidamente, com a taxa de crescimento mais rápida de 2012 para 2013 e rompeu 100 (3,57%) artigos em 2009, 250 (8,93%) artigos em 2013 e 428 (15,29%) artigos em 2017 (GAO et al., 2019). De 2009 a 2018, foram publicadas 2.510 pesquisas sobre lixo eletrônico, representando 89,64% de todos os estudos incluídos, conforme é possível observar na Figura 4:

Figura 4 – Número de publicações sobre lixo eletrônico



Fonte: Gao et al. (2019, p. 17.811).

Com a crescente preocupação com questões ambientais e sociais na sociedade, as empresas precisam considerar o desenvolvimento sustentável em suas estratégias e não apenas priorizar o desempenho e os resultados financeiros. O desenvolvimento sustentável é talvez uma das demandas mais complexas e importantes que ocuparam a reflexão dos gerentes (CRUZ et al., 2006; MATHIYAZHAGAN et al., 2020). Este novo mercado já deveria nascer com o

conceito da Economia Circular, cujos equipamentos são concebidos (desde a etapa do projeto) para que sejam mais eficientes e duráveis, tendo sua reutilização ou desmontagem facilitada ao final de seu ciclo de vida útil. Portanto, devemos preparar os governos e a população, para que estes equipamentos, ao final de sua vida útil, sejam desenvolvidos em locais adequados, para que tenham a melhor forma de destinação final, ambientalmente adequada (WEETMAN, 2019; JULIANELLI et al., 2020).

Neste sentido, o rápido aumento da fabricação de EEE e a consequente geração de WEEE dependem da disponibilidade das matérias-primas necessárias. Muitos deles são críticos devido ao seu suprimento limitado, uso potencial em outras aplicações e importância econômica. A criticidade dos metais é um tópico essencial para o papel que desempenham nas tecnologias verdes emergentes. A questão do fornecimento de metais críticos é mais política do que tecnológica, pois os minérios primários de metais escassos são desigualmente distribuídos em todo o mundo, e o suprimento é controlado como um monopólio (IŞILDAR et al., 2018; MATHIYAZHAGAN et al., 2020).

Além disso, Russel et al. (2018) afirmam que tudo sobre alcançar logística sustentável e gerenciamento da cadeia de suprimentos é complexo. Por exemplo, com base na natureza multifacetada do desenvolvimento sustentável, é difícil compreender a interpretação do que o desenvolvimento sustentável significa em diferentes partes de uma organização ou cadeia de suprimentos. Atualmente, a perspectiva sobre o desenvolvimento sustentável exige considerações econômicas, sociais e ambientais, pois a sustentabilidade é necessária para proporcionar rentabilidade econômica, responsabilidade social e conservação ambiental. Tal conquista requer poder, comprometimento e colaboração, pois não há necessariamente nenhuma correspondência entre sustentabilidade econômica, social e ambiental. A logística é uma área que é severamente desafiada quando se trata de alcançar os objetivos da Agenda 2030 (ONU, 2020).

O movimento de produtos ou mercadorias que exigem a instalação de redes logísticas, transportes entre nós e políticas de entrega, contribuíram para as enormes quantidades de resíduos e de emissões de gases poluentes que afetam nosso planeta atualmente. A quantificação dos volumes de REEE é desafiadora devido à falta de sistemas adequados de rastreamento de resíduos. Os desafios incluem a falta de precisão dos dados relativos à coleta e tratamento de REEE, bem

como o comportamento dinâmico dos fluxos de resíduos e seus constituintes. A quantificação de REEE é particularmente complicada nos países em desenvolvimento, pois os sistemas informais de gerenciamento de resíduos são pouco documentados (IŞILDAR et al., 2018; NILSSON, 2019; MATHIYAZHAGAN et al., 2020).

Dados mais recentes, como alerta Baldé et al. (2017) relatam que a geração de lixo eletrônico cresceu para 44,7 milhões de toneladas métricas. Anualmente, equivalente a quase 4.500 Torres Eiffel. Todos os países do mundo juntos geraram impressionantes 44,7 milhões de toneladas métricas, ou o equivalente a 6,1 kg por habitante (kg/hab), de lixo eletrônico anualmente em 2016, em comparação com os 5,8 kg/hab gerados em 2014. Prevê-se que a quantidade de lixo eletrônico aumente para 52,2 milhões de toneladas métricas, ou 6,8 kg/hab até 2021.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho foi o de apresentar um *framework* direcionado à estruturação da operação do Sistema de Logística Reversa (SLR) no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, foram definidos:

- a) Identificar as motivações político-legais e setoriais para a estruturação do Sistema de Logística Reversa (SLR) no contexto em estudo;
- b) Verificar o papel a ser desempenhado pelos principais atores da cadeia;
- c) Levantar as dificuldades intrínsecas à implementação da estrutura de logística reversa no contexto em estudo;
- d) Propor direcionamentos no sentido de potencializar a implementação do *framework* proposto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos que irão sustentar este estudo e que trazem relevância acadêmica ao tema proposto. Sua divisão (seções) foi definida da seguinte forma: logística reversa, sustentabilidade, produtos pós-consumo no segmento de eletroeletrônicos de uso doméstico e o cenário internacional de logística reversa de EEE.

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

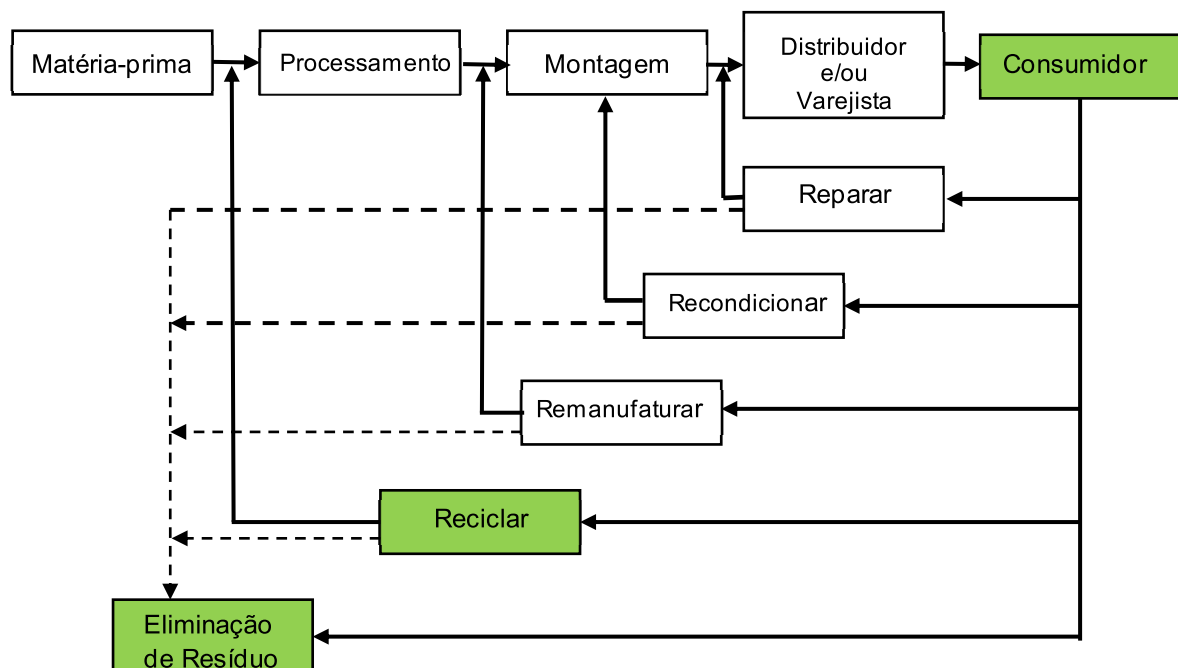
2.1.1 Definição de Logística Reversa

Como já mencionado, a abordagem clássica da cadeia de suprimentos não se responsabiliza pelos produtos pós-consumo. Neste caso, a logística reversa tenta abranger estes produtos da maneira mais ecológica possível. Sendo assim, a evolução destas cadeias de suprimentos leva a uma abordagem integrada, considerando cadeias de suprimentos direta e reversa, simultaneamente, como uma cadeia de suprimentos de circuito fechado. Desta forma, os principais deveres de uma cadeia de suprimentos em circuito fechado são duplos: primeiro, é ser responsável pelos processos de valor agregado para atender às demandas dos clientes e, segundo, coletar os produtos pós-consumo de clientes e determinar as melhores práticas de destinação (GOVINDAN; SOLEIMANI, 2017).

Com base no Conselho Executivo da *American Reverse Logistics*, a logística reversa é definida como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem, com o objetivo de recuperar valor ou descarte adequado (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998; SOLEIMANI; KANNAN, 2015). Por outro lado, um novo tipo de perspectiva de negócios defendido pelo Conselho Executivo da *American Reverse Logistics*, pode ser encontrada em Guide Jr. e Van Wassenhove (2009), os quais comentam que a logística reversa diz respeito ao *design*, controle e operação de um sistema para maximizar a criação de valor ao longo de todo o C.V.P. – Ciclo de Vida de um Produto com recuperação dinâmica de valor de diferentes tipos e volumes de retorno ao longo do tempo.

Na Figura 5, pode-se verificar os processos da cadeia de suprimentos direta (fornecimento de matérias-primas, processamento, montagem, distribuição/varejo e consumo) e reversa (reparo, recondicionamento, remanufatura, reciclagem e descarte). Cabe salientar que o trabalho em questão irá abordar a logística reversa de produtos pós-consumo do segmento de eletroeletrônicos, isto significa que seu foco será a partir do descarte realizado pelo consumidor, com direcionamentos à reciclagem e/ou descarte como resíduos.

Figura 5 – Processos da cadeia de suprimentos

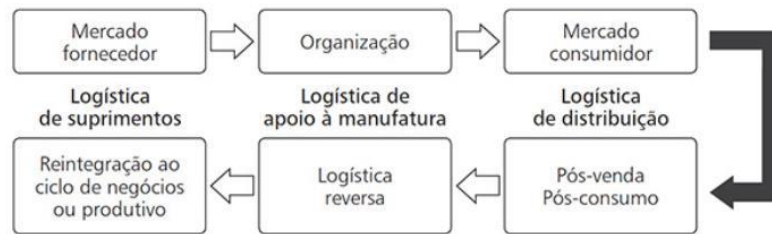


Fonte: Adaptada de Govindan e Soleimani (2017).

Para Leite (2017), as quatro áreas operacionais da logística, apresentadas na Figura 6, adotadas pela maioria dos autores (GUARNIERI, 2013; FILHO, 2019; WEETMAN, 2019), privilegiam a ideia de *closed loop* na logística, ou seja, o conceito de ciclos fechados dos recursos, com foco nos ganhos de durabilidade, são respectivamente: a logística de suprimentos, com a responsabilidade das ações necessárias para suprir a empresa dos insumos e materiais; a logística de apoio à manufatura, responsável por planejamento, armazenamento e controle dos fluxos internos; a logística de distribuição, que basicamente se ocupa da entrega dos pedidos recebidos; e a logística reversa, a mais nova área da logística, responsável

pelo retorno dos produtos no pós-venda e de pós-consumo e de seu endereçamento a diversos destinos.

Figura 6 – As quatro áreas operacionais da logística



Fonte: Leite (2017, p. 25).

O CLM – *Council of Logistics Management* (1993), em um dos primeiros esforços voltados à definição da logística reversa, a prescreveu da seguinte forma: o papel da Logística com relação à reciclagem, controle de desperdício e gerenciamento de materiais usados; numa ampla perspectiva inclui todas as atividades relacionadas com a redução, reciclagem, substituição e reutilização de materiais. Já para Stock (1998), a logística reversa trata-se de uma perspectiva de logística de negócios. O termo se refere, portanto, ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura.

Johnson (1998), por sua vez, define logística reversa como o processo logístico contínuo pelo qual os produtos embarcados passam do consumidor de volta ao produtor para possível reutilização, reciclagem, remanufatura ou descarte. Importante observar, também, a definição da logística apresentada por Dornier et al. (2000), abrangendo novas áreas de atuação, incluindo o gerenciamento dos fluxos reversos: logística é a gestão de fluxos entre funções de negócio. A definição atual de logística engloba maior amplitude de fluxos que no passado. Tradicionalmente, as empresas incluíam a simples entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída de produtos acabados em sua definição de logística. No entanto, essa definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações. Portanto, além dos fluxos diretos, a logística moderna engloba, entre outros, os fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos devolvidos e de produtos usados/consumidos a serem reciclados (LEITE, 2017).

Bowersox e Closs (2001) apresentam, por sua vez, a ideia de apoio ao ciclo de vida, como um dos objetivos operacionais da logística moderna referindo-se ao prolongamento da logística além do fluxo direto dos materiais e a necessidade de considerar os fluxos reversos de produtos em geral. Entretanto, o SLR claramente não pode funcionar sem o envolvimento dos consumidores, pois eles são o primeiro elo da cadeia de suprimentos geral (VALLE et al., 2009). O aumento da qualidade dos resíduos e a atividade logística de movimentação de primeira milha podem reduzir a necessidade de transporte e aumentar a utilização da capacidade durante a movimentação. Os resultados têm implicações diretas para os profissionais. Os municípios e fornecedores de logística de resíduos nos atuais sistemas de logística de resíduos devem mudar suas perspectivas para perceber as famílias como importantes fornecedores para o mercado de matérias-primas. Métodos que envolvem os consumidores no processo de coprodução devem ser desenvolvidos (HALLDÓRSSON; VURAL; WEHNER, 2019).

Para Leite (2017), a logística reversa é como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-vendas e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômica, ecológica, legal, logística, de imagem corporativa, entre outras.

Pode-se perceber que a evolução do conceito de logística reversa vem sendo incorporado a diversas outras áreas, aumentando, assim, seu escopo e importância dentro do contexto das organizações. Para Halldórsson, Vural e Wehner (2019), por exemplo, ao visualizarem as famílias como prosumidores (pessoas que consomem e produzem ao mesmo tempo), são fornecidas novas ideias que dão a oportunidade de reavaliar o papel da família e abrir caminho para novos sistemas de coleta, como um sistema de coleta de lixo sem veículo. Os municípios e os fornecedores de logística de resíduos têm papéis críticos na rede de coleta de lixo, pois conectam a família – o novo fornecedor – aos produtores industriais – o novo cliente / consumidor.

O reconhecimento deste vínculo e a facilitação de fluxos de resíduos domésticos qualificados para a produção industrial devem aumentar a sustentabilidade dos sistemas de logística de resíduos e ter um impacto positivo no meio ambiente. Desta forma, os fornecedores de logística de resíduos vão precisar se adaptar a isso, oferecendo serviços inovadores de gerenciamento de resíduos

que não dependem de veículos motorizados, mas outros modos de transporte durante a primeira milha “sem veículos”. Neste caso, o campo da logística pode se beneficiar da literatura de serviço, estendendo o escopo teórico da coprodução à cocriação, entendendo o valor em uso para os clientes nas cadeias de suprimentos avançadas e reversas (HALLDÓRSSON; VURAL; WEHNER, 2019).

2.1.2 Relevância da Logística Reversa

A crescente quantidade de produtos com ciclos de vida cada vez menores e a grande variedade de modelos que se intensificaram nas últimas décadas do século XX deram origem à necessidade do equacionamento logístico do retorno de uma parcela destes produtos, não consumidos ou usados. Desta maneira, a área de logística reversa no mundo empresarial e nas sociedades organizadas, passa a ter crescente interesse, destacando-se como a quarta área da logística empresarial (LEITE, 2017). O fluxo reverso de produtos e materiais é objeto de estudo desde a década de 1970 e passou a ser explorado de forma mais intensa nas décadas de 1980 e 1990, com o surgimento de diversas concepções de “logística reversa” (VALLE et al., 2014).

Em uma tentativa de atender à crescente pressão para incorporar fatores ambientais e de sustentabilidade devido às legislações e à crescente conscientização do público, as empresas estão repensando a estratégia de sua rede de cadeias de suprimentos para assumir o controle do fluxo reverso de produtos. Esse interesse crescente também levou a um crescimento tremendo nas publicações que ocorreram em várias revistas de renome nos últimos anos (MATHIYAZHAGAN et al., 2020).

Para Leite (2017), o interesse da logística reversa varia em função das características do produto, do setor industrial, da posição da empresa na cadeia de suprimentos, de legislações existentes, das exigências de clientes, dos riscos à imagem da empresa, da atitude de responsabilidade empresarial. Assim sendo, adquire relevância crescente na implementação de programas empresariais com diferentes objetivos estratégicos, como anteriormente citados, dado que os executivos modernos têm melhor conhecimento com os valores envolvidos com o retorno de produtos e melhor percepção da possibilidade de transformar um

problema em oportunidade, seja como fonte de novos centros de lucros, seja como fonte de redução de custos ou como salvaguarda da reputação empresarial.

Por conseguinte, o estabelecimento do SLR tem como principal virtude fortalecer o mercado da reciclagem no Brasil, podendo trazer benefícios que vão além do impacto ambiental que se espera alcançar (ABDI, 2013). No Quadro 1, pode-se observar os principais benefícios de um SLR, considerando sua natureza, social, econômica e ambiental.

Quadro 1 – Benefícios do Sistema de Logística Reversa

Benefícios Sociais	Benefícios Econômicos	Benefícios Ambientais
Fortalecimento das associações de catadores com geração de oportunidades de prestação de serviços ao sistema.	Maior retorno ao mercado de matérias-primas advindas da reciclagem de REEE.	Diminuição de casos de descarte incorreto de REEE.
Promoção de uma maior conscientização da população quanto às questões ambientais relacionadas aos EEE.	Fortalecimento da indústria da reciclagem pelo consequente aumento da demanda.	Melhoria da qualidade dos serviços de reciclagem e consequente menor nível de rejeitos nos aterros.
Minimização de problemas de saúde causados pelo manuseio incorreto de REEE.	Desenvolvimento de conhecimento e de tecnologias relacionadas à reciclagem de REEE.	Redução de gasto energético por conta de uso de reciclados.

Fonte: Adaptado de ABDI (2013).

No que tange à geração de empregos formais, estima-se o potencial de criação de cerca de 10 a 15 mil postos de trabalho para operação do sistema desde os pontos de descarte/recebimento, passando pelos centros de triagem e chegando até às recicladoras que irão processar o volume de REEE. Tal estimativa considera o momento em que o sistema estará em plena operação, cobrindo 100% do território nacional (ABDI, 2013; KOCHAN et al., 2016; BAKHIYI et al., 2018).

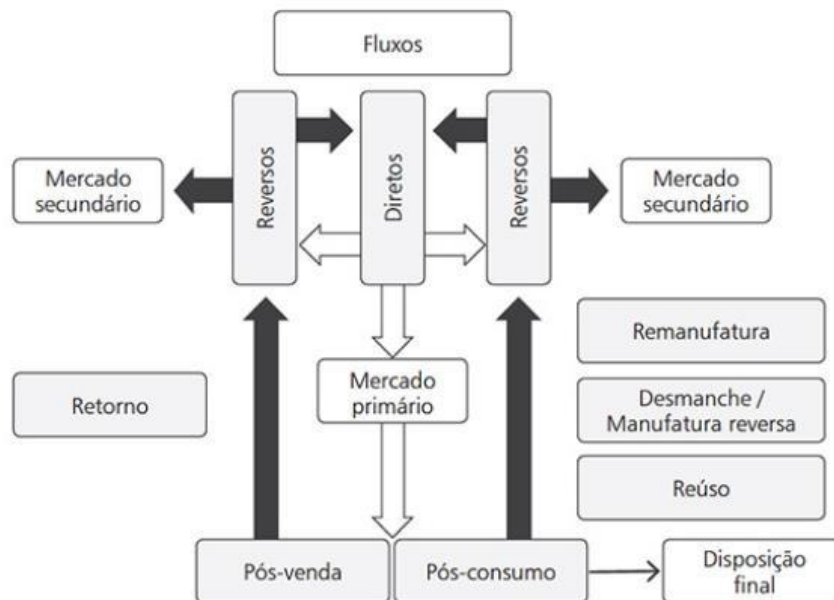
A logística reversa dificilmente é dissociada de abordagens mais amplas de gerenciamento sustentável da cadeia de suprimentos, que tornam todas as considerações sobre colaboração e confiança projetadas para essas abordagens valiosas e válidas para a logística reversa. Os conceitos de colaboração e confiança na cadeia de suprimentos e em contextos de logística reversa são bastante semelhantes, enquanto colaboração e confiança são obrigatórios para gerenciar redes em abordagens sustentáveis e também em logística reversa. A jusante e a montante, os modelos de negócios de inovação disruptiva em cadeia podem ser

desenvolvidos entre empresas focais e provedores de logística terceirizados do sistema de devoluções, provedores de logística terceirizados ou clientes finais, em uma abordagem de colaboração entre empresas (PAULA et al., 2020).

2.1.3 Logística Reversa de Produtos Pós-consumo de Eletroeletrônicos

Os canais de distribuição reversos de pós-consumo são constituídos pelo fluxo reverso de uma parcela de produtos e de materiais constituintes originados no descarte, após finalizada sua utilidade original, que retornam ao ciclo produtivo de alguma maneira. Distingue-se três subsistemas reversos: os canais reversos de reuso, os de remanufatura e os de reciclagem. Observa-se, também, no esquema geral apresentado na Figura 7, a possibilidade de uma parcela desses produtos de pós-consumo ser dirigida a sistemas de destinação final seguros, ou controlados, que não provocam poluição, ou não seguros, que provocam impactos maiores no meio ambiente (LEITE, 2017).

Figura 7 – Canais de distribuição diretos e reversos



Fonte: Leite (2017, p. 32).

A construção de um SLR para os REEE deve fazer frente a algumas particularidades. A adesão dos usuários está condicionada à facilidade no descarte de equipamentos, por exemplo, onde o consumidor só vai descartar sua geladeira

usada a partir do momento em que a nova esteja a ponto de ser instalada. Diferentes portes de equipamentos sugerem sistemas diferenciados de descarte, ou seja, retirada doméstica para equipamentos de grande porte, pontos de entrega voluntária para equipamentos menores. Outra condição, no caso de equipamentos como computadores, telefones e *tablets* é a confiabilidade no tratamento que o sistema dá aos dados pessoais neles gravados. Se houver alguma dúvida a respeito da proteção à privacidade desses dados, o consumidor tenderá a postergar ou mesmo evitar o descarte (ABDI, 2013; DIAS; BERNARDES; IŞILDAR et al., 2018; HUDA, 2019).

Uma vez que o equipamento entre no sistema de logística reversa, ele fará parte de uma cadeia de processos que vão culminar em sua reciclagem ou neutralização de seus componentes. As etapas da logística reversa são: descarte, coleta ou recebimento, triagem, reciclagem e disposição final. Tipicamente, cada uma dessas fases será desenvolvida em diferentes organizações, as quais são conectadas pelo sistema de logística reversa (ABDI, 2013; CHAGNES et al., 2016; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

A logística reversa é uma parte essencial do gerenciamento sustentável das operações da cadeia de abastecimento. Ajuda a reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros, extraindo o valor máximo dos produtos em fim de vida útil ou pós-consumo. É essencialmente indicado no caso de retornos dos eletrônicos, pois há um aumento constante no número de lixo eletrônico, devido ao rápido crescimento da tecnologia. O crescimento do gerenciamento da cadeia de logística reversa não é simulado apenas pela pressão legislativa, mas também impulsionado por iniciativas sociais tomadas pelas organizações não-governamentais em todo o mundo (CHAGNES et al., 2016; MATHIYAZHAGAN et al., 2020). Além disso, a cadeia de logística reversa agora é considerada uma oportunidade de gerar receita ao invés de um processo de minimização de custos (GUIDE Jr.; VAN WASSEHÖVE, 2009).

Os resultados indicam que a disponibilidade de capital humano verde é fundamental para o sucesso da adoção da logística reversa e melhoria do desempenho das operações de remanufatura. Além disso, a adoção da logística reversa e as operações de remanufatura têm um efeito significativo no desempenho da empresa. Por outro lado, empresas sem “capital humano verde” terão dificuldades com a adoção da logística reversa e isso impactará as operações de

remanufatura, o que pode levar a perdas de oportunidades e perdas financeiras (BAG; GUPTA, 2020).

2.2 SUSTENTABILIDADE

2.2.1 Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável

A primeira grande conferência-marco na área de meio ambiente foi a Conferência de Estocolmo, de 1972. O evento foi um marco e sua declaração final contém 19 princípios que representam um manifesto ambiental para nossos tempos. Ao abordar a necessidade de inspirar e guiar os povos do mundo para a preservação e a melhoria do ambiente humano, o manifesto estabeleceu as bases para a nova agenda ambiental do sistema da ONU – Organização das Nações Unidas. Aproveitando a energia gerada pela conferência, a assembleia geral criou, em dezembro de 1972, o PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que coordena os trabalhos da família ONU em nome do meio ambiente global. Suas prioridades atuais são os aspectos ambientais das catástrofes e conflitos, a gestão dos ecossistemas, a governança ambiental, as substâncias nocivas, a eficiência dos recursos e as mudanças climáticas (ONU, 2020).

Bakhiyi et al (2018) comentam que as muitas iniciativas lançadas até agora para advogar práticas de gerenciamento adequadas estão enfrentando realidades decepcionantes, que se refletem na forte contaminação herdada e na significativa exposição humana a contaminantes de lixo eletrônico em trabalhadores e populações vizinhas em atividades formais e informais de reciclagem eletrônica. A exploração de problemas de lixo eletrônico é semelhante à abertura da caixa de pandora, com problemas de contaminação herdados de lixo eletrônico constantemente emergentes relacionados a, por exemplo, caminhos críticos de exposição, fontes inesperadas e destinos ambientais de contaminantes, bem como contaminantes de lixo eletrônico recém-detectados, todos dos quais é ainda mais complicado por um comércio ilegal cada vez mais complexo de lixo eletrônico.

Em abril de 1987, a médica Gro Harlem Brundtland, que estabeleceu e presidiu a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, publicou um relatório que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público, no qual afirma que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que

encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações, de atender suas próprias necessidades. As amplas recomendações feitas pela Comissão levaram à realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, que colocou o assunto diretamente na agenda pública, de uma maneira nunca feita (ONU, 2020).

Realizada no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992, adotou a Agenda 21, um diagrama para a proteção do nosso planeta e seu desenvolvimento sustentável, contemplando a relação entre o meio ambiente e o desenvolvimento, e a necessidade imperativa para o desenvolvimento sustentável foram vistas e reconhecidas em todo o mundo. Na Agenda 21, os governos delinearam um programa detalhado para ação e afastar o mundo do atual modelo insustentável de crescimento econômico, direcionando para atividades que protejam e renovem os recursos ambientais, no qual o crescimento e o desenvolvimento dependem. A saúde humana, incluindo a saúde do trabalhador e a integridade ambiental podem ser preservadas de maneira concebível, ao mesmo tempo em que se gerencia com segurança e sabedoria os recursos de lixo eletrônico. No entanto, alcançar esse objetivo pode exigir uma mudança ideológica em direção à percepção do lixo eletrônico como um insumo vital que pode ser reintroduzido em outros processos. Isso efetivamente manteria a tampa da Caixa de Pandora (BAKHIYI et al., 2018; ONU, 2020).

Para assegurar o total apoio aos objetivos da Agenda 21, a Assembleia Geral estabeleceu, em 1992, a Comissão para o desenvolvimento sustentável como uma comissão funcional do Conselho Econômico e Social. Dez anos depois, em 2002, ocorreu em Joanesburgo, na África do Sul, a Rio+10, para fazer um balanço das conquistas, desafios e das novas questões surgidas desde o último encontro. Foi uma cúpula de “implementação”, concebida para transformar as metas, promessas e compromissos da Agenda 21 em ações concretas e tangíveis. Por fim, em setembro de 2015, ocorreu em Nova York, na sede da ONU, a Cúpula de “Desenvolvimento Sustentável”. Neste encontro, todos os países da ONU definiram os novos ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com prazo para 2030, ficando conhecida como a Agenda 2030 (PAULA et al., 2020; ONU, 2020).

Esta Agenda é um plano de ações para as pessoas, para as organizações, para o planeta e para a prosperidade. Todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, implementarão este plano. Eles são

integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental. Os 17 ODS e 169 metas estimularão a ação para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta (ONU, 2015a; PAULA et al., 2020).

De acordo com Boff (2017), para melhor definir sustentabilidade, é possível avançar mostrando o que ela fundamentalmente significa: o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade do planeta, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões.

Entretanto, dada a adaptação do conceito de desenvolvimento para a esfera ambiental, os processos inovativos também devem caminhar em consonância com a sustentabilidade, pois atualmente sabe-se que de nada adianta promover mudanças estruturais sem que sejam ambientalmente sustentáveis a longo prazo. Desse modo, a inovação pode ser um fator-chave para fazer o *link* da dimensão ambiental com o desenvolvimento, aumentando assim seu caráter gerador de sinergias. As inovações podem contribuir para que os processos produtivos se tornem cada vez mais limpos com a introdução de máquinas mais eficientes e redutoras do consumo de materiais, energia e da produção de resíduos. A inovação, além de possibilitar o desenvolvimento econômico, contribui para a preservação do meio ambiente. Os sistemas de inovação, por sua vez, poderiam servir como base de incentivos não somente para inovações nos produtos e processos produtivos, podendo incorporar estratégias especiais de uso e difusão de inovações voltadas principalmente à sustentabilidade (QUEIROZ, 2011; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Dentre os 17 ODSs, é importante destacar que o trabalho proposto tem relação direta com o objetivo número 12, o qual trata de assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Principalmente no item 12.5, por meio do qual deixa clara a necessidade, até 2030, de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso de materiais. Além disso, cabe destacar o item 12.6, que procura incentivar as empresas, especialmente as empresas de grande porte e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios (ONU, 2015b; PAULA et al., 2020).

Segundo Boff (2017), o saldo positivo de todas estas conferências da ONU foi um crescimento de consciência na humanidade concernente à questão ambiental, não obstante persista ainda ceticismo em um bom número de pessoas, de empresas e até de cientistas. Entretanto, os eventos extremos têm se multiplicado tanto, que os céticos já começam a levar a sério a questão das mudanças climáticas da terra. A palavra desenvolvimento sustentável começou a ser usada em todos os documentos oficiais dos governos, da diplomacia, dos projetos das empresas, no discurso ambientalista convencional e nos meios de comunicação. O desenvolvimento sustentável é proposto, portanto, ou como um ideal a ser atingido ou então como um qualificativo de um processo de produção ou de um produto, feito pretensamente dentro de critérios de sustentabilidade, o que, na maioria dos casos, não corresponde à verdade. Geralmente, entende-se a sustentabilidade de uma empresa se ela consegue se manter e ainda crescer, sem analisar os custos sociais e ambientais que ela causa. Infelizmente, tal conceito é tão utilizado que se transformou em um modismo, sem que seu conteúdo seja esclarecido ou criticamente definido.

Neste contexto de evolução da conscientização ambiental, o próprio conceito de desenvolvimento econômico deve ser adaptado para melhor englobar essas questões. Em outras palavras, o conceito que antes enfatizava o papel do progresso técnico caracterizado pelas inovações, agora deve levar em consideração como a conservação do meio ambiente pode contribuir nesse processo. Sendo assim, atualmente, existe a necessidade de adaptação a um novo paradigma que engloba essas duas esferas ao mesmo tempo, em que o conceito de desenvolvimento sustentável deve ultrapassar o âmbito ecológico (QUEIROZ, 2011; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Primeiramente, para que esse novo conceito seja incorporado na sociedade, deve-se buscar a desconstrução do mito que o meio ambiente seria um obstáculo ao desenvolvimento econômico, ou seja, o meio ambiente deve ser pensado em algo que pode ser tanto gerador de emprego e renda como fator de melhoria de qualidade de vida. Portanto, o fato é que é possível a realização de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. Nos países desenvolvidos, a tecnologia já está suficientemente avançada para esse propósito, o que falta é uma orientação dos rumos das diversas políticas para que possam ir em busca da sustentabilidade. No entanto, nos países em desenvolvimento, a questão não é tão

simples assim, pois, além da tecnologia de ponta não estar totalmente disponível, existem outras barreiras decorrentes das heterogeneidades estruturais que são extremamente difíceis de superar (QUEIROZ, 2011; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Paralelamente a isso, o esgotamento dos recursos naturais e as pressões para adquirir produtos ecologicamente responsáveis farão com que os mercados migrem da produção convencional para uma produção mais sensível às questões ambientais. Alguns mercados demorarão anos ou talvez décadas para efetuar totalmente esta mudança. O ritmo da mudança em cada mercado dependerá do grau que as pressões exercem sobre ele e também da disponibilidade dos insumos existentes para se efetuar a mudança necessária. Em alguns mercados, pode não haver disponibilidade de matérias-primas para a criação de um mercado totalmente verde e, assim, este mercado desaparecerá com o esgotamento das fontes naturais. O serviço e/ou produto oferecido por este mercado terá que ser atendido, posteriormente, por algum produto substituto viável para o consumidor no atendimento de suas necessidades (BAKHIYI et al., 2018; ALVES, 2019; JULIANELLI et al., 2020).

A pressão mundial sobre os governos e as empresas em razão da crescente degradação da natureza e do clamor mundial acerca dos riscos que pesam sobre a vida humana, fez com que todos encetassem esforços para conferir sustentabilidade ao desenvolvimento. A primeira tarefa foi começar a reduzir as emissões de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa, organizar a produção de baixo carbono e tomar a sério os famosos três Rs: reduzir, reutilizar e reciclar os materiais usados, e que aos poucos foram acrescentados outros erros, como redistribuir os benefícios, rejeitar o consumismo, respeitar todos os seres e reflorestar o máximo possível. Apesar dos esforços regulatórios e dos documentos de posicionamento, o lixo eletrônico permanece mal gerenciado, como evidenciado pelas taxas extremamente baixas de reciclagem adequada de lixo eletrônico em todo o mundo, remessas ilegais em andamento para países em desenvolvimento e constantemente questões de saúde e poluição ambiental (BOFF, 2017; BAKHIYI et al., 2018; XIN et al., 2021).

Para Queiroz (2011), já na década de 1990, as questões relacionadas ao meio ambiente tornaram-se mais compreensíveis, acompanhando as tendências crescentes à globalização dos mercados, agregado à consciência emergente do

agravamento da pobreza e da fome no mundo. Em decorrência dessa crescente evolução no debate e dado o agravamento dos problemas ambientais, o início do século XXI está sendo caracterizado aprofundamento da consciência e das práticas conservacionistas. Dessa forma, pode-se afirmar que já existe um consenso que a preservação do meio ambiente é fundamental para o bem-estar em nível mundial.

2.2.2 Relação entre Logística Reversa e Sustentabilidade

Os produtos descartados no meio ambiente trazem o que se denomina poluição, fato gerador dos custos para a sociedade em termos de gastos para destinação final e, para as empresas como custo da repercussão negativa em sua imagem corporativa (LEITE, 2017). Em uma análise mais profunda, revela um custo que ultrapassa essas duas dimensões, ou seja, os custos ecológicos, gerados pelo impacto dos produtos no meio ambiente. Alguns autores, como, por exemplo, Bakhiyi et al. (2018), Mathiyazhagan et al. (2020) e Julianelli et al. (2020) e ainda discorrem sobre a revalorização ecológica dos bens de pós-consumo, como a eliminação ou a mitigação desse somatório de custos dos impactos no meio ambiente provocados pela ação nociva de produtos perigosos à vida humana ou pelos excessos desses bens. De modo que se agrega valor ecológico ao bem em fim de vida, através da logística reversa, no intuito de resgatar o valor correspondente a esses custos. Valor este nem sempre tangível.

Aliás, Ballou (2007) já traz em seu conceito de logística a relação com a sustentabilidade, quando diz que a preocupação com a ecologia e o meio ambiente cresceu junto com a população e a industrialização o que proporcionará novas oportunidades para a área da logística.

Isto posto, é essencial estabelecer a análise do C.V.P., levando em consideração seus impactos ambientais, pode ajudar a empresa a repensar projetos de produtos e buscar alternativas de matérias-primas mais fáceis de serem recicladas ou reutilizadas, por exemplo. A revalorização de produtos após o fim de vida útil tem sido importante tanto por aspectos ambientais, por se preocupar com a destinação final dos resíduos e lixo, como também por aspectos sociais e econômicos, ao proporcionar que muitas pessoas e empresas entrem nesse ramo de atividade, como catadores, usinas de reciclagem, mercado de produtos de

segunda mão, entre outros, dando origem ao processo de logística reversa (ALVES, 2019; DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019).

Tradicionalmente, a logística reversa foi projetada dentro do ciclo de vida do processo de desenvolvimento de produtos e foi adotada como uma abordagem ambiental, pois seus processos provavelmente são acionados quando algo dá errado, por exemplo, o produto apresenta alguma falha pós-venda; o cliente mudou de ideia sobre a compra do produto; o excesso de estoque que não está vendendo; um pedido enviado incorretamente e quando o produto ficar danificado durante o uso (CAMPOS et al., 2017).

2.2.3 Economia Circular e a Responsabilidade Estendida do Produtor

Modelos de economia circular precisam ser adotados para incentivar o fechamento do ciclo de materiais através de um melhor design de componentes, reciclagem e reutilização, enquanto mitigam a poluição ambiental. Portanto, o conceito de economia circular oferece enormes oportunidades econômicas e de emprego para gerenciamento de lixo eletrônico. O valor total de todas as matérias-primas presentes no lixo eletrônico foi estimado em aproximadamente €55 bilhões de Euros em 2016, que foi mais do que o PIB – Produto Interno Bruto da maioria dos países do mundo, neste mesmo ano. Isso exige o desenvolvimento de legislação adequada para gerenciar o lixo eletrônico, que é suportada por dados para mostrar os benefícios ambientais e econômicos, para melhor gerenciamento do lixo eletrônico (DINDARIAN et al., 2012; BALDÉ et al., 2017; BAKHIYI et al., 2018; SEHNEM; PEREIRA, 2019; JULIANELLI et al., 2020).

Um estudo recente estimou que a aplicação dos princípios da economia circular à economia da UE – União Europeia pode gerar um aumento adicional de 0,5% do seu PIB até 2030, criando cerca de 700.000 novos postos de trabalho. Há igualmente vantagens evidentes para as empresas, dado que, na UE, as matérias-primas representam, em média, cerca de 40% dos custos da produção industrial ou artesanal, os sistemas em circuito fechado podem permitir aumentar a rentabilidade das empresas e protegê-las das flutuações dos preços dos recursos (DIAS; BERNARDES; HUDA, 2019; PAULA et al., 2020; EC, 2020).

A economia circular baseada no mercado único e no potencial das tecnologias digitais pode reforçar a base industrial da UE e promover a criação de

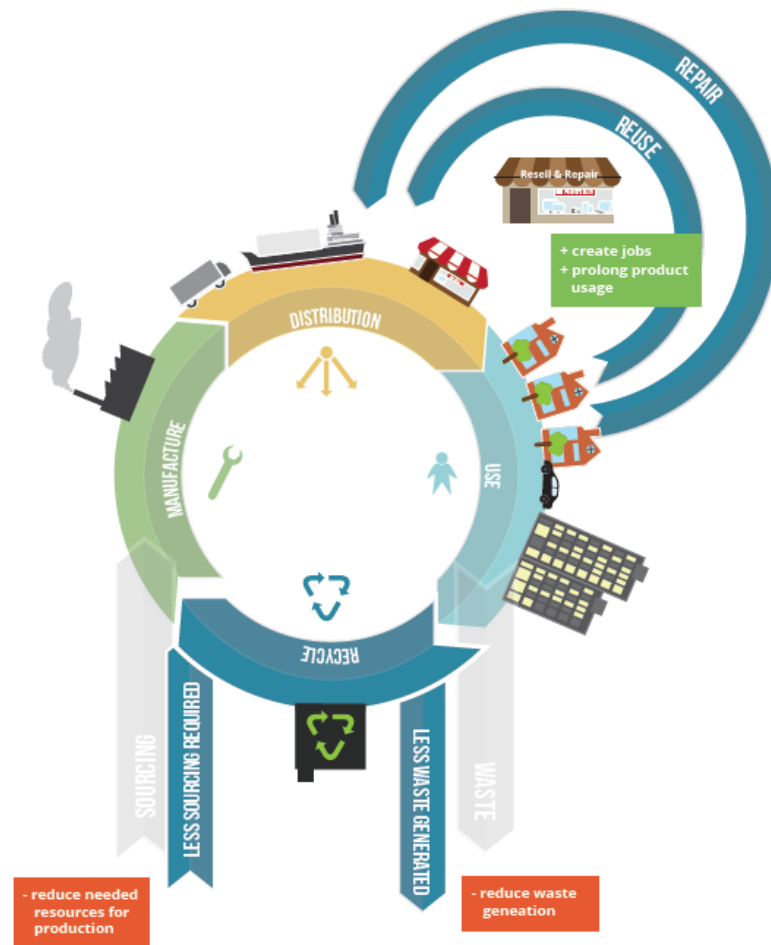
empresas e o empreendedorismo. A adoção de modelos inovadores assentes numa relação mais próxima com os clientes, na personalização em massa e na economia de partilha e colaborativa, apoiados por tecnologias digitais como a internet das coisas ou do inglês, *Internet of Things* (IoT), *big data*, *blockchain* e a inteligência artificial, permitirá acelerar a circularidade, bem como a desmaterialização da economia, tornando a Europa menos dependente de matérias-primas primárias (SEHNEM; PEREIRA, 2019; EC, 2020).

A economia circular fornecerá aos cidadãos produtos de alta qualidade, funcionais e seguros, eficientes e acessíveis, que durem mais tempo e sejam concebidos para a reutilização, a reparação e a reciclagem de alta qualidade, pois as práticas de produção e consumo que seguem o fluxo de gerar resíduos, impactaram negativamente o meio ambiente ao longo do tempo. Isso levou a sociedade a avaliar e buscar opções de desenvolvimento sustentável, onde a economia circular surgiu como um conceito relevante. Isto abrangeu a responsabilidade pela logística reversa dos produtos em fim de vida, que é vista como um esforço caro e complexo a ser gerenciado (PAULA et al., 2020; JULIANELLI et al., 2020).

Para coletar recursos de maneira eficiente por meio dessa “mina urbana”, é necessário superar o modelo econômico ineficiente de “levar em conta” e adotar o sistema de economia circular que visa manter o valor dos produtos pelo maior tempo possível e eliminar desperdício. Neste sentido, os países devem apresentar legislações para promoverem modelos de economia circular nos quais o lixo eletrônico é tratado como recurso e não como lixo. Eles devem promover a reutilização, reparo, redistribuição, reforma e remanufatura antes da reciclagem dos materiais. Além disso, é necessário um sistema de gerenciamento eficiente para desviar o sistema formal de coleta e evitar que o lixo eletrônico entre em outros canais, como lixeiras ou reciclagem abaixo do padrão. Materiais valiosos são facilmente perdidos devido a processos imperfeitos de separação e tratamento. Estas soluções devem ser combinadas com um *design* otimizado dos EEE para permitir a desmontagem e reutilização de componentes ou a recuperação de materiais valiosos e preciosos. Muitas vezes, é mais caro reparar um item, como telefones celulares ou laptops, do que comprar um novo (BALDÉ et al., 2017; SEHNEM; PEREIRA, 2019; JULIANELLI et al., 2020).

Por meio da Figura 8, é possível entender melhor, a partir de um modelo simplificado, o processo de economia circular. Estes devem permitir o aumento do valor do EEE quando desperdiçados, ao mesmo tempo em que reduzem as pressões ambientais relacionadas à extração de recursos, emissões e resíduos. Fechar o ciclo de materiais implica a redução da necessidade de novas matérias-primas, descarte de lixo e energia, enquanto cria crescimento econômico, novos empregos “verdes” e oportunidades de negócios (BALDÉ et al., 2017).

Figura 8 – Modelo simplificado de economia circular



Fonte: Baldé et al. (2017, p. 56).

A REP – Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR – *Extended Producer Responsibility*) é definida pela OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development*) como uma abordagem política ambiental em que a responsabilidade de um produtor de um produto é estendida para a etapa pós-consumo do ciclo de vida de um produto. Na prática, a REP envolve produtores assumindo a

responsabilidade pela coleta de produtos em fim de vida e para classificá-los antes do tratamento final, idealmente, a reciclagem. Os esquemas de REP podem permitir que os produtores exerçam a sua responsabilidade, fornecendo os recursos financeiros necessários e/ou assumindo os aspectos operacionais e organizacionais do processo dos municípios (OECD, 2016; CHAGNES et al., 2016).

A REP não era um conceito inteiramente novo, os mercados de reciclagem existiam bem antes dos anos 80, principalmente para produtos em fim de vida útil com valor de mercado. No entanto, estes mercados tinham escopo limitado e operavam com muitas imperfeições. Como resultado, eles não geraram um nível socialmente ótimo de reciclagem e o ônus do tratamento dos resíduos residuais recaiu sobre os municípios. No final da década de 1980, o volume e a complexidade dos resíduos gerados excederam a capacidade de gestão dos municípios nas economias mais desenvolvidas (OECD, 2016; CHAGNES et al., 2016; JULIANELLI et al., 2020).

A tarefa dos municípios foi ainda mais complicada pela oposição pública à localização de aterros e incineradores. O papel dominante do setor público também significou que a oportunidade de mobilizar as habilidades técnicas e gerenciais do setor privado no gerenciamento de resíduos não estava sendo realizada. A REP visava enfrentar esses desafios transferindo o ônus financeiro do gerenciamento de produtos em fim de vida, dos municípios e contribuintes para os produtores. Esperava-se que isso reduzisse o volume de resíduos destinados ao descarte final, aumentasse as taxas de reciclagem e proporcionasse incentivos para a prevenção e redução de resíduos na fonte (OECD, 2016; CHAGNES et al., 2016).

As políticas de lixo eletrônico que já estão presentes devem contribuir para o desenvolvimento de modelos de economia circular por meio de medidas políticas que não favorecem apenas a coleta e a reciclagem. São necessárias ações concretas para mudar a direção das medidas políticas em relação à reutilização, reforma e remanufatura do fim da vida útil dos EEE. A legislação sobre lixo eletrônico deve incentivar um melhor design do produto na fase de produção. Essa é a chave para facilitar a reciclagem e produzir produtos que são mais fáceis de reparar ou mais duráveis. Além disso, as políticas devem apontar para um uso mais eficiente dos recursos para melhorar os processos de produção e para a recuperação de materiais valiosos incorporados no EEE (BALDÉ et al., 2017; PAULA et al., 2020; JULIANELLI et al., 2020; SONG; SEOK, 2021).

Atualmente, a maioria das leis e políticas se refere ao princípio da REP, que surgiu no meio acadêmico no início dos anos 90. Geralmente, é visto como um princípio de política que exige que os fabricantes aceitem a responsabilidade por todos os estágios do ciclo de vida de um produto, incluindo o gerenciamento em fim de vida. O principal deles, por trás do raciocínio de que os produtores ou fabricantes devem ser os principais responsáveis por essa fase pós-consumo é que a maioria dos impactos ambientais é predeterminada na fase de projeto (CHAGNES et al., 2016; BALDÉ et al., 2017).

A política da REP é consistente com o princípio do poluidor-pagador, na medida em que a responsabilidade financeira pelo tratamento de produtos em fim de vida é transferida de contribuintes e municípios para produtores e, finalmente, consumidores. Ela visa oferecer aos produtores incentivos para internalizar os custos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto, inclusive na fase de projeto. A REP busca fornecer incentivos aos produtores, visando (re)projetar produtos e embalagens para facilitar seu gerenciamento no final da vida útil e evitar o uso de materiais que possam representar riscos à saúde humana ou ao meio ambiente. Sem isso, alguns produtos podem exigir uma quantidade significativa de recursos antes de serem reciclados (OECD, 2016; CHAGNES et al., 2016)

Para a CE – Comunidade Europeia (EC – *European Commission*), tornar a economia circular uma realidade é, porém, um processo que exigirá uma participação de longo prazo a todos os níveis, dos Estados-Membros, passando pelas regiões e pelas autarquias, às empresas e aos cidadãos. A entidade ainda reitera que a economia circular terá também de se desenvolver em escala mundial: uma crescente coerência de políticas na ação interna e externa da UE neste domínio terá caráter de reforço mútuo e será essencial para concretizar compromissos internacionais assumidos pela UE e pelos seus Estados-Membros, nomeadamente a Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável e a Aliança do G7 (grupo dos países mais industrializados do mundo, composto por: Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido, embora a União Europeia também esteja representada) sobre eficiência dos recursos. Este plano de ação será utilíssimo para alcançar os ODS até 2030, com destaque para o objetivo 12, que consiste em garantir padrões sustentáveis de consumo e produção (EC, 2015).

Existem quatro grandes categorias de instrumentos políticos de EPR, mesmo que algumas vezes sejam usadas em combinações: (i) os requisitos de devolução

de produtos, que envolvem a atribuição de responsabilidades, a produtores ou varejistas, pelo gerenciamento de produtos em fim de vida. Geralmente é alcançado através do estabelecimento de metas de reciclagem e coleta para um produto ou material; (ii) instrumentos econômicos e baseados no mercado, que fornecem um incentivo financeiro para implementar a política de EPR. Eles se configuram de várias formas, incluindo reembolso de depósito, taxas de descarte avançado, impostos sobre materiais virgens e impostos/subsídios combinado a montante; (iii) regulamentos e padrões de desempenho, que como conteúdo mínimo reciclado, podem incentivar a retomada de produtos em fim de vida; e (iv) os instrumentos baseados em informações, que visam apoiar indiretamente os programas de EPR, aumentando a conscientização do público (OECD, 2016; CHAGNES et al., 2016).

2.3 PRODUTOS PÓS-CONSUMO NO SEGMENTO DE EEEs DE USO DOMÉSTICO

2.3.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

A PNRS define resíduo sólido, como um produto ou material que pode ser reaproveitado de alguma forma, ao passo que, rejeito, seria um material sem condições de reaproveitamento (BRASIL, 2010a).

Nesta direção, Leite (2017) reforça que os bens industriais apresentam ciclos de vida útil de algumas semanas ou de muitos anos, após os quais são descartados pela sociedade, de diferentes maneiras, constituindo os produtos de pós-consumo e os resíduos sólidos em geral. As diferentes formas de processamento e de comercialização dos produtos de pós-consumo ou de seus materiais constituintes, desde sua coleta até sua reintegração ao ciclo produtivo como componentes ou matéria-prima secundária, são operacionalizados pelos canais de distribuição reversos de pós-consumo. O autor ainda complementa que os bens industriais classificados como duráveis ou semiduráveis, após seu desembaraço pelo primeiro possuidor, tornam-se produtos de pós-consumo, que podem destinar-se ao mercado de segunda mão, até atingir o fim de sua vida útil. O caso mais comum desse tipo de canal reverso é o de veículos em geral, eletroeletrônicos e vestuário, entre outros exemplos, que têm mercados de segunda mão em todo o planeta. Nesses casos o termo pós-consumo é adotado como sinônimo de bem usado.

Segundo Baldé et al. (2017), lixo eletrônico (*e-waste*), refere-se a todos os itens de EEE e suas peças, inclui uma ampla gama de produtos, praticamente qualquer item doméstico ou comercial com circuitos ou componentes elétricos com alimentação ou bateria e abrange seis categorias de resíduos, conforme são identificados no Quadro 2:

Quadro 2 – Categorias dos EEEs

Categorias	Tipos de Equipamentos
Equipamento de troca de temperatura	Geladeiras, freezers, condicionadores de ar, bombas de calor, etc.
Telas e monitores	Televisões, monitores, <i>laptops</i> , <i>notebooks</i> , <i>tablets</i> , etc.
Lâmpadas	Lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de descarga de alta intensidade, lâmpadas LED, etc.
Equipamentos de grande porte	Máquinas de lavar, secadoras de roupas, máquinas de lavar louça, fogões elétricos, grandes máquinas de impressão, equipamentos de cópia, painéis fotovoltaicos, etc.
Equipamento de pequeno porte	Aspiradores de pó, fornos de micro-ondas, equipamentos de ventilação, torradeiras, chaleiras elétricas, barbeadores, balanças, calculadoras, aparelhos de rádio, câmeras de vídeo, brinquedos elétricos e eletrônicos, pequenas ferramentas elétricas e eletrônicas, pequenos dispositivos médicos, pequenos instrumentos de monitoramento, etc.
Pequenos equipamentos de TI e telecomunicações	Telefones celulares, sistemas de posicionamento global (GPS), calculadoras de bolso, roteadores, computadores pessoais, impressoras, telefones, etc.

Fonte: Adaptado de Baldé et al. (2017).

Cada produto dentre as seis categorias de lixo eletrônico tem um perfil de vida útil diferente, o que significa que cada categoria tem quantidades diferentes de resíduos, valores econômicos e possíveis impactos ambientais e à saúde, se reciclados de forma inadequada. Consequentemente, os processos logísticos de coleta e a tecnologia de reciclagem diferem para cada categoria, da mesma forma que as atitudes dos consumidores ao descartar o EEE também variam (BALDÉ et al., 2017; IŞILDAR et al., 2018).

Após os bens atingirem seu fim de vida útil efetivo, o fluxo reverso destes bens passa por dois grandes sistemas de canais reversos de revalorização: os canais reversos de remanufatura e o de reciclagem. Na impossibilidade destas revalorizações, os bens de pós-consumo encontram a disposição final, em aterros sanitários ou são incinerados. No caso da remanufatura, as partes essenciais (“*core*”) dos produtos podem ser reaproveitadas, mediante a substituição de alguns componentes, reconstituindo-se um produto com a mesma finalidade e natureza do

original. Já o fluxo reverso de reciclagem, os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos industrialmente, transformando-se em matérias-primas secundárias ou recicladas, que serão reincorporados a fabricação de novos produtos. Um elemento essencial das políticas de reciclagem concentra-se na recuperação de metais críticos a partir de matérias-primas secundárias, como WEEE, a fim de resolver o problema de fornecimento interrompido decorrente de decisões políticas. Assim, sua recuperação requer atenção especial para obter eficiência e seletividade. As tecnologias físicas de pré-tratamento parecem insubstituíveis em liberando metais de interesse dos eletrônicos descartados. No entanto, essas técnicas têm um vasto potencial de aprimoramento, pois são tradicionalmente projetadas para minérios primários contendo metais, mas não para matérias-primas secundárias (LEITE, 2017; IŞILDAR et al., 2018).

Os EEE são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas: (i) linha branca, que compreende refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar; (ii) linha marrom, onde estão monitores e TVs - Televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras; (iii) linha azul, que representa batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras; e (iv) linha verde que refere-se a computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares (ABDI, 2013; AMARO; VERDUM, 2016; MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

Ao fim de sua vida útil, esses produtos passam a ser considerados REEE. Idealmente, só chegam a este ponto uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Alguns deles, notadamente os equipamentos de telecomunicações, têm um ciclo de obsolescência mais curto. Em outras palavras, devido à introdução de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são substituídos e, portanto, descartados mais rapidamente (ABDI, 2013; JULIANELLI et al., 2020).

Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias

químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros (ABDI, 2013; IŞILDAR et al., 2018).

Em acréscimo, Tansel (2017) destaca que em escala global, existem algumas inconsistências no entendimento e aplicação do termo lixo eletrônico, tanto da legislação quanto das perspectivas de uso diário (STEP, 2020). Os regulamentos aplicáveis nos EUA implementados por diferentes estados, a portaria publicada pela Suíça sobre devolução, retirada e descarte de EEE (SWICO, 2020) e a Diretiva de WEEE da UE (EC, 2018) apresentam algumas diferenças na definição de WEEE.

Por exemplo, nos EUA, eletrodomésticos grandes e pequenos (geladeiras, fornos de micro-ondas, cafeteiras, torradeiras) não são considerados lixo eletrônico na maioria dos estados, enquanto estão incluídos na Diretiva da UE e nos regulamentos suíços. Equipamentos de iluminação, ferramentas elétricas, eletrônicas, equipamentos recreativos (esteiras, máquinas caça-níqueis) e brinquedos não estão incluídos nos regulamentos Suíços, no entanto, eles foram incluídos na Diretiva de REEE da União Europeia. Em geral, o lixo eletrônico inclui aparelhos antigos, em fim de vida ou descartados, que usam eletricidade. Isso inclui computadores, eletrônicos de consumo e aparelhos de grande porte (EC, 2018; SWICO, 2020; STEP, 2020).

2.3.2 C.V.P. – Ciclo de Vida dos Produtos Eletroeletrônicos

Nas últimas décadas, aumentou muito o lançamento de produtos e modelos em todos os setores industriais. Comparando a quantidade de modelos que atualmente compõem uma única categoria de produto com aquelas de algumas décadas atrás, é possível constatar, sem dificuldade, um crescimento extraordinário. Empresas elaboram produtos e modelos específicos para satisfazer diferentes segmentos de clientes em uma variedade de aspectos (LEITE, 2017; PÉREZ-BELIS et al., 2017).

Conseqüentemente, observa-se uma nítida redução no ciclo de vida mercadológico e útil dos produtos em todos os setores da atividade humana. O ciclo mercadológico diminuiu devido ao lançamento de novos modelos, que tornam os anteriores ultrapassados. E o ciclo de vida útil é reduzido até mesmo em decorrência ao próprio projeto do produto, muitas vezes concebido para ser utilizado uma única vez, feito com materiais de menor durabilidade, ou pela dificuldade técnica e econômica de conserto, ou pela obsolescência programada entre outros motivos. A tendência à descartabilidade acentua-se como uma realidade em nossos dias (LEITE, 2017; STEP, 2020).

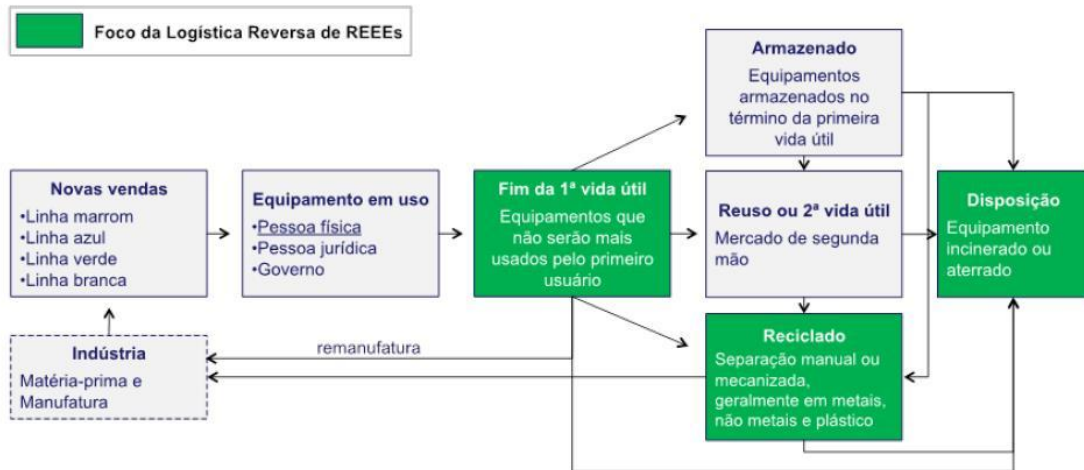
O C.V.P. caracteriza a história completa dele ao longo de sua vida útil, passando pelas fases de concepção, definição, produção, operação e obsolescência. Pode-se considerar que a logística reversa visa “fechar” esse ciclo ao promover a reciclagem do produto obsoleto retornando ao mercado matérias-primas recicladas e dispondo os rejeitos de forma ambientalmente adequada. A indústria de eletroeletrônicos de consumo, de uma maneira geral, tem por força do que se estabeleceu ao longo dos anos como padrão de competição, a prática de lançar frequentemente novos produtos com suas tecnologias, *design* e funcionalidades incrementadas, encurtando a vida útil média dos seus produtos (ABDI, 2013; PÉREZ-BELIS et al., 2017)

É comum um consumidor adquirir, por exemplo, um novo telefone celular, mesmo tendo o seu equipamento antigo em pleno funcionamento. Tal comportamento tem como consequência a criação de um mercado de segunda mão, onde o equipamento ainda em funcionamento é informalmente vendido ou doado para reuso. Cria-se, assim, o que se chama de segunda vida útil para o EEE que por vezes se estende a uma terceira, quarta ou quinta vida útil (ABDI, 2013).

Os EEE continuam a ser um dos fluxos de resíduos em mais rápido crescimento na UE, apresentando atualmente taxas de crescimento anuais de 2%. Estima-se que menos de 40% dos resíduos eletrônicos sejam reciclados na UE. Verificam-se perdas de valor sempre que produtos total ou parcialmente funcionais são rejeitados por não serem reparáveis, não poder substituir-se a bateria, já não haver apoio ao software ou não se valorizarem os materiais incorporados nos aparelhos. Cerca de dois terços dos europeus gostariam de continuar a utilizar os seus dispositivos digitais por mais tempo, desde que o desempenho não seja significativamente afetado (PAES et al., 2018; EC, 2020; STEP, 2020).

É importante reconhecer que a logística reversa só começa quando um consumidor de fato descarta o seu EEE, esteja esse em condições de uso ou não, tenha o equipamento passado pela fase de reuso ou não. Sendo assim, na Figura 9, é possível visualizar o ciclo de vida de um EEE:

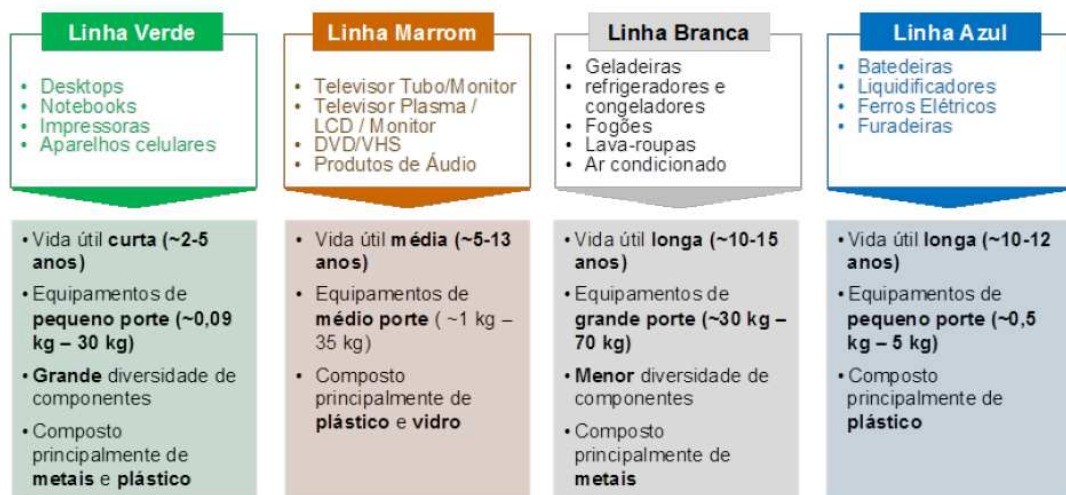
Figura 9 – Ciclo de vida de um EEE



Fonte: ABDI (2013, p. 26).

Conforme a divisão das quatro categorias já apresentadas, segue um melhor detalhamento na Figura 10, considerando as linhas de produtos manufaturados, tempo de vida útil, porte dos equipamentos, o nível de diversidade de componentes e os principais tipos de materiais que compõe cada uma das categorias.

Figura 10 – Linha de produtos e vida útil



Fonte: ABDI (2013, p. 29).

Também existem várias outras tendências que estão impulsionando a geração de lixo eletrônico e a redução do seu ciclo de vida (BALDÉ et al., 2017). Isso inclui o aumento da propriedade de vários dispositivos, a tendência de eletrificar equipamentos não elétricos, o crescimento nos serviços de computação em nuvem, um número crescente de data centers, onde embora as tendências da computação em nuvem possam levar a menos dispositivos, porque todos os serviços podem ser acessados a partir de um dispositivo, mais computação em nuvem também significa mais data centers e mais lixo eletrônico. A quantidade de tráfego, principalmente dos serviços em nuvem, e o número de *datacenters* estão aumentando e continuarão a crescer nos próximos anos, de acordo com o *Cisco Global Cloud Index* (BALDÉ et al., 2017; PAES et al., 2018; EC, 2020; STEP, 2020).

Em muitos países, as pessoas possuem mais de um telefone e o número de pessoas que possuem vários dispositivos, incluindo telefones, *laptops* e leitores eletrônicos, está aumentando. Em 2016, quase todas as pessoas nos Estados Unidos, os indivíduos (ou consumidores) possuíam um telefone e cada segunda pessoa também possuía um *tablet*. Cerca de 25% deles também possuíam um leitor de *e-book*. Entre 2012 e 2015, o número de americanos que possuíam um *smartphone*, um computador e um *tablet* dobrou para 36% dos adultos (BALDÉ et al., 2017).

A quantidade de equipamentos obsoletos é ainda maior impulsionado por ciclos de substituição relativamente curtos. Como as tecnologias mudam rapidamente, muitos usuários trocam de dispositivos regularmente, como o celular, e frequentemente antes que realmente se quebre. O ciclo de vida médio dos *smartphones* nos EUA, China, e as principais economias da UE não costumam exceder 18 meses a dois anos. Os *smartphones* não são os únicos dispositivos que muitos os consumidores mudam frequentemente. Para se beneficiar as atualizações mais recentes, velocidades mais altas e as mais recentes tecnologias, consumidores e empresas regularmente trocam seus *laptops*, PCs – *Personal Computers*, roteadores, aparelhos de TV e outros dispositivos. Em muitos casos, equipamentos antigos são substituídos mesmo que não estejam quebrados ou obsoletos, mas simplesmente considerado desatualizado (BALDÉ et al., 2017; STEP, 2019).

O gerenciamento de dispositivos de tubo de raios catódicos usados é um grande problema em todo o mundo devido à rápida adoção da tecnologia e à obsolescência precoce destes dispositivos, que é considerado um risco ao meio ambiente se descartado incorretamente. Anteriormente, sua produção cresceu em

sintonia com a demanda de computadores e televisão, mas posteriormente com a rápida inovação tecnológica. TVs e telas de computador foram substituídas por novos produtos, como monitores de cristal líquido e painel de exibição de plasma. Nas recentes transições ou conversões de analógico para transmissão de TV digital, por exemplo, muitos aparelhos de TV foram desnecessariamente descartados. Enquanto analógico, as televisões podem receber sinais digitais simplesmente usando uma caixa digital, porém, muitos consumidores optaram por atualizar para as novas TVs, e a transição teve um importante impacto ambiental que deixou o mundo com uma montanha de TVs de tubo (SINGH; LI; ZENG, 2016; BALDÉ et. al., 2017).

Segundo Alves (2019), sempre que possível, a empresa deve avaliar e minimizar os impactos ambientais negativos ao longo do ciclo de vida de seus produtos. Para que isso ocorra, é importante que a empresa repense e reprojete seu produto quantas vezes forem necessárias para que ele seja mais facilmente reciclado ou reutilizado após o período de vida útil ou, então, que seja desmanchado para que suas peças ou seus componentes sejam reutilizados.

2.3.3 Descarte e Impactos dos Produtos Eletroeletrônicos Pós-Consumo para a Sociedade

Se produzir e consumir bens e serviços são atividades humanas que estão presentes desde épocas mais remotas, o mesmo não se pode dizer de produzir e consumir bens e serviços de forma ilimitada. A explosão de consumo caracterizada pela compra de produtos, muitas vezes desnecessários, e pelo desperdício, gerando descarte de sobras e embalagens fizeram que, em um determinado ponto da história, as pessoas deixassem de ser chamadas de cidadãos e passassem a ser chamadas de consumidores. Não é de surpreender que essa distribuição seja desigual: os países mais ricos produzem mais (ALVES, 2019; STEP, 2019).

A Noruega, por exemplo, produz 28,5 kg por pessoa por ano, em comparação com uma média inferior a 2 kg nos países africanos. Muitas vezes referido como o fluxo de resíduos sólidos que mais cresce, o crescimento do lixo eletrônico não é surpreendente, dada a crescente demanda e uso de produtos eletrônicos. A gestão de lixo eletrônico, no entanto, provou ser incrivelmente desafiadora. Até nações industrializadas com sistemas de gestão de resíduos bem estabelecidos estão lutando com a natureza complexa do lixo eletrônico. E para os países menos

desenvolvidos, com pouca ou nenhuma política para este fim ou infraestrutura, o lixo eletrônico adicionou desafios à crise de gerenciamento de resíduos já existente (ALVES, 2019; STEP, 2019).

Após o consumo, os produtos podem ser descartados por diferentes motivos. Os principais são: (i) não atendem mais às necessidades do consumidor; (ii) não são mais utilizados; (iii) são substituídos por produtos mais novos, econômicos e/ou eficientes; ou (iv) não funcionam e o custo-benefício do conserto não compensam. Principalmente por falta da estrutura adequada de coleta e de informação a esse respeito, o consumidor brasileiro não tem o hábito de dar a destinação adequada a seus REEE. Existem frequentes casos de pessoas e empresas que depositam esse tipo de material junto ao resíduo comum (ABDI, 2013; SINGH; LI; ZENG, 2016).

Por outro lado, a persistência de uma cultura do reuso faz com que parte do material eletroeletrônico seja armazenado, doado ou vendido. Além disso, uma maior visibilidade à destinação adequada de materiais como pilhas e baterias, a partir de pontos de recebimento no varejo, bem como a maior presença na mídia de discussões sobre resíduos sólidos, tem direcionado a opinião pública no sentido de uma maior atenção a tais assuntos. O consumo consciente é uma prática sugerida por diferentes organizações dedicadas à diminuição do impacto ambiental e do desperdício na sociedade (PAES et al., 2018; STEP, 2019; EC, 2020; STEP, 2020).

Ele consiste em estimular o consumidor a buscar informações sobre práticas das empresas envolvidas na fabricação e na comercialização dos diferentes produtos, bem como pesquisar características específicas do próprio produto no que tange a sustentabilidade e respeito à legislação socioambiental. A ideia é que esses elementos sejam levados em conta, juntamente às funcionalidades e preço dos produtos, na hora da decisão de compra. Com uma maior conscientização, o consumo consciente levaria a sustentabilidade a se tornar um fator importante de diferenciação e competição (ABDI, 2013; STEP, 2019; EC, 2020; SONG; SEOK, 2021).

Neste horizonte, Leite (2017) ainda enfatiza a impossibilidade de ignorar atualmente os reflexos que o retorno de quantidades crescentes de produtos de pós-venda e de pós-consumo causam nas operações empresariais. As crescentes quantidades de produtos pós-consumo exaurem os sistemas tradicionais de disposição final e provocam poluição por contaminação ou por excesso. Legislações ambientais, visando à redução deste impacto, desobrigam gradativamente governos e responsabilizam as empresas, ou suas cadeias industriais, pelo equacionamento

dos fluxos reversos dos produtos pós-consumo. Acrescente-se que a falta de direcionamento desses fluxos reversos pode constituir-se em risco à imagem da empresa, a reputação de empresa cidadã e consciência da responsabilidade socioambiental perante a comunidade (IŞILDAR et al., 2018; FILHO, 2019).

Nesta era da TI – Tecnologia da Informação, novos produtos de comunicação com recursos fáceis de usar e recursos de alto desempenho estão surgindo rapidamente. A produção excessiva de dispositivos eletrônicos alimenta um mercado consumidor insaciável. Esta crescente demanda por eletrônicos de consumo, combinada com a tendência de substituir dispositivos sem reciclagem, criou uma ameaça para a humanidade e o meio ambiente (NIXON et al., 2009; SINGH; LI; ZENG, 2016; STEP, 2019). A maioria dos dispositivos eletrônicos contém metais pesados, como arsênico, cádmio, cromo, chumbo e mercúrio, potencialmente tóxicos para a saúde humana. Por exemplo, a quantidade de cádmio de uma bateria de telefone celular é suficiente para poluir 600.000 litros de água (NNOROM; OHAKWE; OSIBANJO, 2009; ABDI, 2013; KOCHAN et al., 2016; PÉREZ-BELIS et al., 2017; BAKHIYI et al., 2018). Na Figura 11 é possível visualizar os principais riscos de contaminação à saúde, através do descarte e tratamento incorreto dos REEE.

Figura 11 – Principais riscos de contaminação

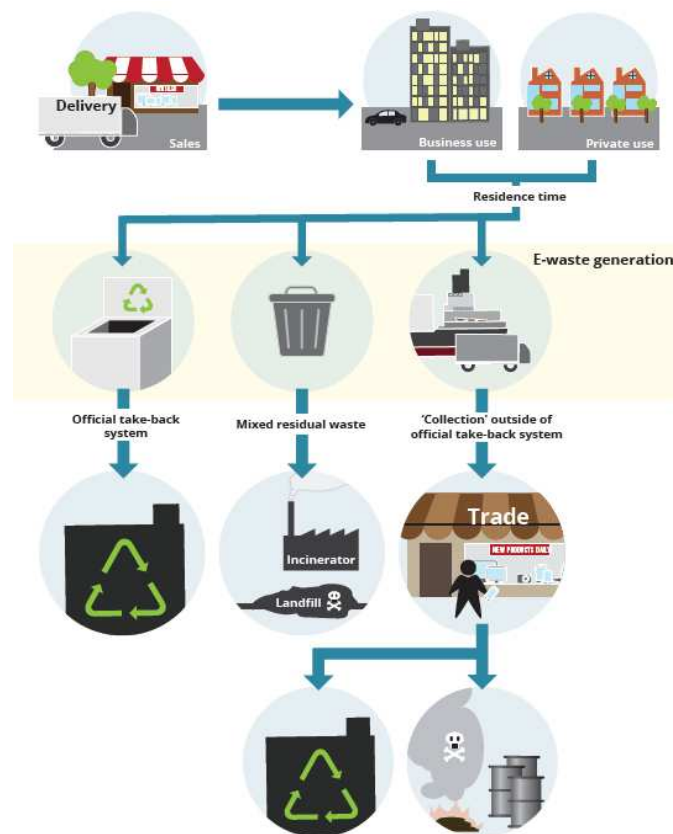
Elementos	Principais Danos Causados à Saúde Humana
Alumínio	Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência de Mal de Alzheimer.
Bário	Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central.
Cádmio	Acumula-se nos rins, pulmões, pâncreas, testículos e coração. Em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar
Chumbo	É o mais tóxico dos elementos. Pode se acumular nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins. Em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado.
Cobre	Intoxicações com lesões no fígado.
Cromo	Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, pode provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.
Mercúrio	Atravessa facilmente a membranas celulares, sendo prontamente absorvido pelos pulmões. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 g a 30 g são fatais, apresentando efeito acumulativo e provocando lesões cerebrais.
Níquel	Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética) .
Prata	10 g na forma de nitrato de prata são letais ao homem.

Fonte: ABDI (2013, p. 18).

O aumento dos estoques de lixo eletrônico impõe um volume crescente de insumos tóxicos ao fluxo de resíduos local. Portanto, se o lixo eletrônico não for controlado pela reciclagem adequada, esses produtos químicos tóxicos podem retornar aos corpos humanos através de contaminantes do ar, alimentos e água que podem resultar em câncer, alergias e outros problemas de saúde (CAIRNS, 2005; NIXON et al., 2009; SINGH; LI; ZENG, 2016; BALDÉ et. al., 2017; STEP, 2019).

Além disso, o lixo eletrônico consiste em substâncias caras, como cobre, aço, ouro, ferro e pequenas quantidades de metais exóticos, frequentemente extraídas em regiões devastadas pela guerra na África (WIDMER et al., 2005; SINGH; LI; ZENG, 2016; BALDÉ et. al., 2017; STEP, 2019). Além dessas medidas de reciclagem, as empresas de manufatura também podem contribuir reduzindo o custo do lixo eletrônico em toda a cadeia de suprimentos e recuperando o valor dos materiais devolvidos adotando a logística reversa (SINGH; LI; ZENG, 2016; BALDÉ et. al., 2017; STEP, 2019). Na Figura 12 são apresentados os cenários mais comuns de como os EEE são gerenciados até se transformarem em REEE.

Figura 12 – Cenários de gerenciamento dos REEEs



Fonte: Baldé et al. (2017, p. 30).

Estudos anteriores na literatura de logística reversa concentram-se principalmente no conceito de reciclagem da perspectiva de fabricantes ou fornecedores. Apenas alguns estudos se concentram em vincular as estratégias de logística reversa das empresas ao comportamento do consumidor (BASK et al., 2013; HALLDÓRSSON; VURAL; WEHNER, 2019). A estrutura da TRA – Teoria da Ação Racional pressupõe que um indivíduo pode decidir se deve ou não executar um comportamento. A reciclagem é um comportamento que exige esforço por parte do indivíduo, porque o lixo eletrônico deve ser classificado, preparado e armazenado. Consequentemente, a decisão de reciclagem é complexa e envolve vários fatores (TONGLET et al., 2004; HALLDÓRSSON; VURAL; WEHNER, 2019).

Barr, Ford e Gilc (2003) chamam esta relação de “hiato de valor-ação”, a disparidade entre intenção declarada de agir e comportamento. Especialmente para os formuladores de políticas ambientais, o “hiato de valor-ação” é crucial, pois é sua prioridade garantir que as pessoas façam o que eles pretendem fazer. Pesquisas anteriores mostram que as intenções de reciclagem são influenciadas pela vontade de reciclar, conveniência das instalações de reciclagem disponíveis, atitudes em relação às normas sociais e de reciclagem (TONGLET et al., 2004; HALLDÓRSSON; VURAL; WEHNER, 2019).

2.3.4 A PNRS e o Acordo Setorial para Implantação do SLR de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico no Brasil

Há cerca de vinte anos, alguns estados e municípios já possuíam legislação específica e por vezes até regulamentação a respeito de resíduos sólidos e uma parte deles já dedicava atenção especial aos REEEs, atribuindo responsabilidade aos fabricantes, importadores e varejistas pela coleta e tratamento desses materiais. Ainda 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. Esta situação pode ser atribuída a uma tardia industrialização, reforçada pela reserva de mercado vigente e até aquela época, os resíduos eletroeletrônicos não eram considerados uma prioridade. Pode-se também responsabilizar a falta de interesse da opinião pública e da mídia em relação a questões ambientais cotidianas: grandes causas, como a proteção da

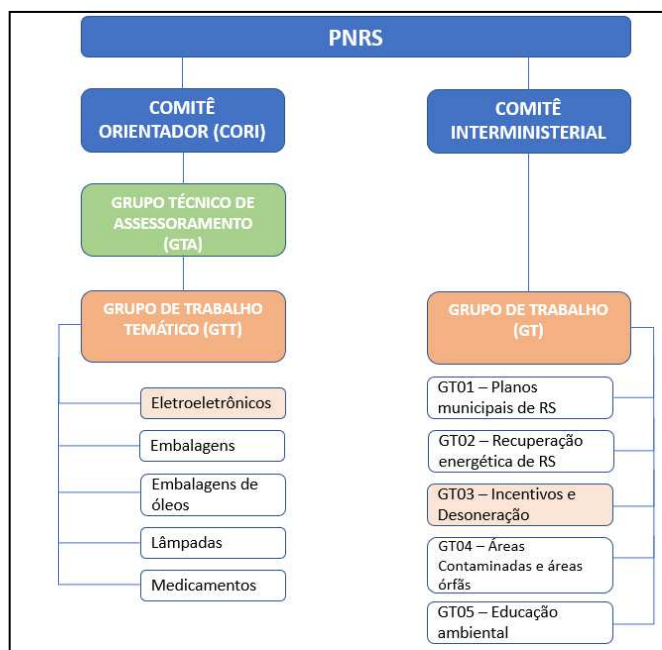
Amazônia eram vistas como totalmente dissociadas da necessidade de um comportamento mais sustentável no dia a dia (ABDI, 2013; AMARO; VERDUM, 2016).

Com o Projeto de Lei nº 203/91, o Congresso Nacional começou a debater o que viria a ser a PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Neste período, com o início da polêmica sobre a obrigação da incineração dos resíduos de serviços de saúde e a crítica aos lixões, na época tolerados, o tema dos resíduos sólidos passou a ser discutido nas pautas políticas e midiáticas. É neste período em que as entidades técnico-científicas passaram a dar ênfase à área de resíduos sólidos, na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, por exemplo, se consolidam os Seminários Nacionais de Resíduos Sólidos. Começaram, então, a aumentar o número de trabalhos técnicos apresentados sobre a temática e os debates que ocorreram nesse período culminaram no surgimento de muitos projetos de lei, alguns tentando abordar o tema como um todo, ao passo que outros apenas se referiam a aspectos específicos, como a determinação de moratória para a instalação de incineradores de resíduos sólidos (AMARO; VERDUM, 2016).

Em 02 de agosto de 2010, foi aprovada a Lei nº 12.305/10, que instituiu a PNRS, com a devida sanção presidencial sem vetos. Com a decisão de tornar a Lei nº 12.305/10 uma realidade, o Ministério do Meio Ambiente propôs dois Decretos regulamentadores, os quais foram assinados pelo presidente da República em 23 de dezembro de 2010, cumprindo o primeiro prazo estabelecido pela Lei nº 12.305/10, que determinava a sua regulamentação nesse mesmo ano. O Decreto nº 7.404/10 que regulamenta a Lei nº 12.305/10, esclarece seu texto, permitindo melhor entendimento e aplicação da Lei, além de criar o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para a implantação do SLR (BRASIL, 2010a ; BRASIL, 2010b; AMARO; VERDUM, 2016). Após, os comitês criaram suas estruturas e seus grupos de trabalho, como se observa na Figura 13.

Já o Decreto nº 7.405/10 institui o Programa Pró-Catador e o Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis, que já existia com outra designação, reforçando-o e dando-lhe importância para que possa desenvolver ações concretas, como o monitoramento do Pró-Catador, programa do governo federal para políticas que atendam a população de catadores (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b; AMARO; VERDUM, 2016).

Figura 13 – Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS



Fonte: ABDI (2013, p. 13).

Para Amaro e Verdum (2016), como esperado, a PNRS (BRASIL, 2010a) também adotou uma sistemática e alguns conceitos, princípios e diretrizes inovadores, que merecem ser ressaltados. Os rejeitos, por exemplo, passaram a ser considerados como resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. No caso dos resíduos sólidos, trata-se de material, objeto ou bem descartado, cuja destinação final se procede, e suas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010a).

Esta designação de rejeito está em consonância com as Diretivas da Comunidade Europeia (EC, 2018), ou seja, traz para a legislação brasileira (BRASIL, 2010b; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019) um novo conceito, o de rejeito, e a palavra resíduo passa a ser conectada à visão de ciclo de vida, na qual um material não mais desejável para um processo pode ser para outro, ou seja, que um resíduo pode ter valor seja econômico, material ou energético. Ele passa a ser designado como rejeito somente quando não tiver nenhuma possibilidade a mais de ser aproveitado, nem mesmo do ponto de vista energético (BRASIL, 2010b).

A PNRS também traz o princípio do compartilhamento. Um produto passa por diversas mãos: produtores, varejistas e consumidores, antes de se transformar em resíduo/rejeito. De acordo com esse princípio, todos estes são responsáveis pela sua gestão, com responsabilidade sobre a etapa que lhe compete. Ademais, cabe ao setor industrial, com o apoio do varejo, a competência pelo fechamento do ciclo de vida, garantindo o retorno ao processo produtivo dos materiais que podem ser reutilizados, no caso, os resíduos, ou dar a destinação final, ambientalmente adequada para o que não tiver como ser reintroduzido, ou seja, para os rejeitos (AMARO; VERDUM, 2016).

Relativo principalmente aos materiais recicláveis, a gestão compartilhada deverá ser regada pelo instrumento específico da logística reversa. Do ponto de vista econômico, é evidente que o sucesso da logística reversa e do alcance dos objetivos da PNRS (BRASIL, 2010a), pressupõe, entre outros fatores, que a atividade de reciclagem seja mais interessante aos operadores econômicos que as atividades alternativas, tanto em relação ao gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos, onde a reciclagem precisa ser menos custosa que a aterragem ou tratamento térmico de resíduos, quanto a produzir com resíduos, matérias-primas secundárias, precisa ser menos oneroso do que produzir a partir de matérias-primas virgens (AMARO; VERDUM, 2016).

Por sua vez, com base no Quadro 3, o Acordo Setorial prevê duas fases. A primeira, dedicada à estruturação do SLR – Sistema de Logística Reversa e, a segunda, relacionada à sua implementação e operacionalização:

Quadro 3 – Fases do Acordo Setorial

Fases	Prazos	Compreende as Seguintes Atividades
I	Encerra em 31/12/2020	Criação do GAP.
		Adesão dos fabricantes e importadores as EGs, por meio de instrumento jurídico.
		Adesão dos comerciantes e distribuidores, por meio de instrumento jurídico.
		Instituição de mecanismo financeiro para assegurar a sustentabilidade econômica da estruturação, implementação e operacionalização do SLR.
		Estruturação, por meio do GAP, de um mecanismo que permita o reporte dos dados ao monitoramento e acompanhamento do SLR pelas EGs.
		Simplificação da operacionalização de transporte e remessa entre Estados, para destinação final ambientalmente adequada, com isenção de impostos nas saídas dos pontos de recebimento e/ou de consolidação.

		Reconhecimento, por ato normativo do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (colocar n LISTA DE SIGLAS), de que, para fins de transporte, os produtos eletroeletrônicos descartados, possam ser gerenciados como resíduos não perigosos.
		Aprovar junto aos órgãos ambientais competentes, medidas simplificadoras, que possibilitem a instalação de pontos de recebimento e pontos de consolidação nos Estados.
II	Inicia em 01/01/2021	Habilitação de prestadores de serviços para atuar no SLR de produtos eletroeletrônicos.
		Elaboração do plano de comunicação e de educação ambiental não formal, com objetivo de divulgar a implantação do SLR.
		Instalação de pontos de recebimento e/ou de consolidação, observando o cronograma.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ministério do Meio Ambiente (2019).

Todo este sistema deverá ser acompanhado pelo GAP – Grupo de Acompanhamento de *Performance*, composto pelos representantes das entidades do setor privado, que representam fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. Por fim e não menos importante, há os transportadores e as cooperativas e/ou associações de catadores, que deverão estar homologadas perante as EGs, sendo necessário seus devidos licenciamentos pelos órgãos ambientais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Quanto às metas a serem atingidas em cada ano pelo SLR, são apresentadas no Quadro 4, sendo que as mesmas não são cumulativas, pois no quinto ano de sua implementação, o sistema deverá coletar e destinar de forma ambientalmente adequada 17%, em peso, dos produtos eletroeletrônicos comercializados no mercado interno de uso doméstico, a partir do ano-base.

Quadro 4 – Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e número de cidades atendidas

Percentual a ser Coletado e Destinado				
Ano 1 2021	Ano 2 2022	Ano 3 2023	Ano 4 2024	Ano 5 2025
1%	3%	6%	12%	17%
Número de Cidades a Serem Atendidas/ano				
24	68	186	294	400

Fonte: Adaptada de Ministério do Meio Ambiente (2019).

Um dos aspectos mais discutidos desde a criação da lei que instituiu a PNRS trata-se do financiamento do sistema, e na Cláusula Quinta do Acordo Setorial, é a respeito dos recursos financeiros necessários à sustentabilidade econômica do SLR serão repassados pelas empresas, por meio de pagamento direto às EGs. Estes recursos devem contemplar todas as fases da operação do SLR, desde o seu recebimento até a destinação final ambientalmente adequada, inclusive a realização de comunicação e educação ambiental não formal. A avaliação e monitoramento do SLR serão realizados por meio da apresentação de dados, informações, relatórios, estudos ou outros instrumentos equivalentes, entregues ao Ministério do Meio Ambiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Com base no Quadro 5, pode-se identificar os grupos de trabalho envolvidos na estruturação, no planejamento, na implementação, na execução e no acompanhamento da PNRS e do Acordo Setorial, criados por meio dos diversos decretos, visando a implantação do SLR de produtos eletroeletrônicos:

Quadro 5 – Grupos de trabalho e suas principais funções a partir da PNRS e do acordo setorial

Grupos de Trabalho	Funções
Comitê Interministerial	Apoiar a estruturação e a implementação da PNRS, por meio da articulação do órgãos e entidades governamentais.
Comitê Orientador (CORI)	Estabelecer a orientação estratégica na implantação do SLR. Presidido pelo Ministério do Meio Ambiente.
Grupo Técnico de Assessoramento (GTA)	Assessorar o Comitê Orientador. Composto por representantes de outros cinco ministérios. Constituiu o Grupo de Trabalho Temático (GTT) – Eletroeletrônicos.
Grupo de Trabalho Temático (GTT)	Presta suporte na tomada de decisões por meio de análises, estudos e propostas sobre matéria relacionada aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Elaboração de uma proposta de modelagem para a logística reversa dos REEE.
Grupo de Trabalho (GT)	Grupo criado para apoiar o Comitê Interministerial na estruturação e implementação da PNRS, de modo a possibilitar o cumprimento das metas previstas na referida lei.
Grupo de Acompanhamento de Performance (GAP)	Grupo formado por representantes dos signatários, partes e intervenientes anuentes do Acordo Setorial. Responsável por acompanhar e divulgar a implementação do SLR.
Entidades Gestoras (EGs)	Pessoa Jurídica, constituída pelas empresas fabricantes e importadoras e/ou associações de fabricantes e importadores de produtos eletroeletrônicos, com objetivo de estruturar, implementar e operacionalizar o SLR.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Brasil (2010a e 2010b) e Ministério do Meio Ambiente (2019).

Enfim, no dia 12 de fevereiro de 2020, foi assinado o Decreto nº 10.240/20, que regulamenta a logística reversa de EEE domésticos em todo o território brasileiro. Por sua vez, o decreto está alinhado ao acordo setorial assinado entre o Ministério do Meio Ambiente e algumas empresas, instituições e entidades do setor (BRASIL, 2020).

2.3.5 O Setor de Eletroeletrônicos em Números no Brasil

A manufatura e a importação são responsáveis por inserir os EEE no mercado nacional. Juntas, compõem um cenário expressivo: relatório de desempenho setorial da ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica indica que a indústria eletroeletrônica faturou R\$ 173,2 bilhões em 2020, um crescimento de 13% em relação ao ano anterior. A manufatura dos EEE é caracterizada por forte integração. As etapas de criação, concepção, fabricação e montagem são realizadas entre diversas empresas. Em alguns casos, como nos equipamentos de informação e comunicação, é frequente que duas marcas diferentes encomendem a produção para um mesmo fabricante terceirizado. Por vezes, as terceirizadas podem até mesmo participar de parte do desenvolvimento do produto (ABDI, 2013; ABINEE, 2020a).

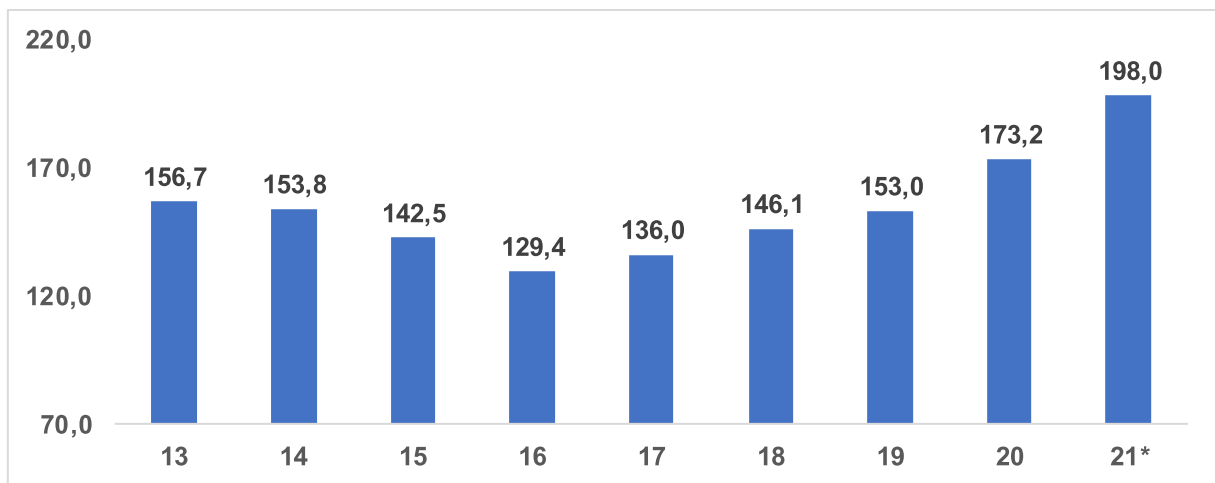
É comum que os eletroeletrônicos sejam produzidos de maneira modular: componentes dedicados a fins diversos são reunidos em conjuntos de crescente complexidade. Um exemplo significativo é o computador de mesa: dentro de seu gabinete, diferentes componentes são ligados à placa-mãe. São placas de memória, adaptadores de vídeo, discos rígidos, interfaces de entrada e saída de dados, entre outros. Cada um destes componentes e a placa-mãe são compostos por subcomponentes: placas, resistores, transistores, diodos, capacitores e microchips. Cada um dos componentes e dos subcomponentes pode ter sido manufaturado por fabricantes diferentes, em diferentes partes do mundo. Em escalas diferenciadas e mesmo que com algumas variações, essa lógica também pode ser vista em toda a gama dos EEE. De lavadoras de roupas a telefones celulares, grande parte deles são modulares e integrados (ABDI, 2013; ABINEE, 2020a).

Segundo a ABINEE, a indústria de eletroeletrônicos representa 3,3% do PIB brasileiro e emprega mais de 245 mil pessoas. Entre os desafios enfrentados pelo setor no Brasil está a alta concorrência com produtos do mercado cinza (mercado

ilegal e/ou irregular). Segundo estudo realizado pela ABINEE, a ilegalidade chega a 30% em algumas linhas, como os *laptops* (ABINEE, 2020a).

Também são fatores relevantes a sensibilidade do consumidor com o aumento de preços e o Custo Brasil, que diminui sua competitividade pela carga tributária e pelos custos trabalhistas. No que tange aos REEE, representantes da manufatura expressam a expectativa de que a logística reversa deve ser compartilhada de forma isonômica entre os atores do setor e com outros elos da cadeia. Também esperam contrapartidas do poder público para compartilhar custos da logística reversa dos chamados produtos órfãos (quando os fabricantes e/ou importadores são desconhecidos) (ABDI, 2013; ABINEE, 2020a). Assim sendo, como apresentado na Figura 14, é possível avaliar o crescimento da indústria no segmento de EEE nos últimos anos:

Figura 14 – Faturamento total do setor de EEE
(em R\$ bilhões) entre os anos de 2013 a 2021*



Obs.: (*) Projeção.

Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

Buscando demonstrar o impacto da PNRS e dos produtos contemplados pelo Decreto nº 10.240/20, através da Tabela 2, seguem informações sobre o faturamento por setor:

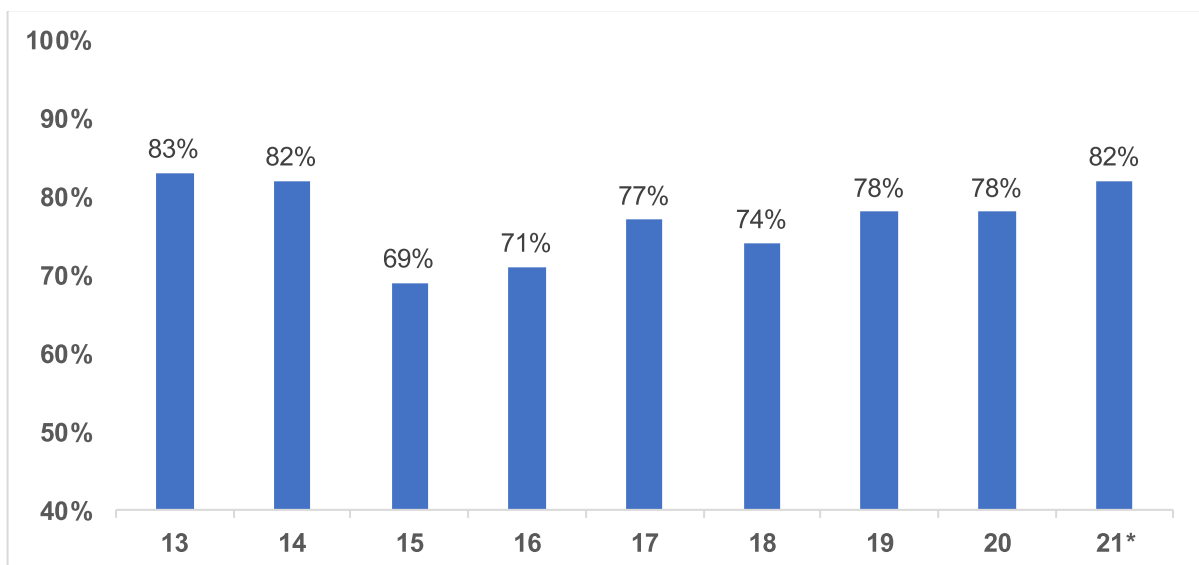
Tabela 2 – Faturamento total do setor de EEE por área (em R\$ bilhões)

Setores	2019	2020	Variação entre 2020 e 2021
Informática	26.622	34.838	31%
Geração, Transmissão e Distribuição de Energia	15.825	17.716	12%
Material de Instalação	9.231	10.376	12%
Utilidades Domésticas	21.944	24.704	12%
Equipamentos Industriais	26.828	29.567	10%
Telecomunicações	36.291	39.158	8%
Automação Industrial	5.480	5.766	5%
Componentes	10.736	11.067	3%
TOTAL	153.007	173.192	13%

Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

Sendo assim, é possível verificar que as áreas que correspondem aos produtos pós-consumo do segmento de eletroeletrônicos envolvidos no Acordo Setorial (informática, telecomunicações e utilidades domésticas) equivalem à 51% do faturamento total do setor. Além disso, observa-se, na Figura 15, que a capacidade instalada do setor, ainda possui em média, $\frac{1}{4}$ (ou 25%) de ociosidade em relação à sua capacidade instalada:

Figura 15 – Utilização da capacidade instalada

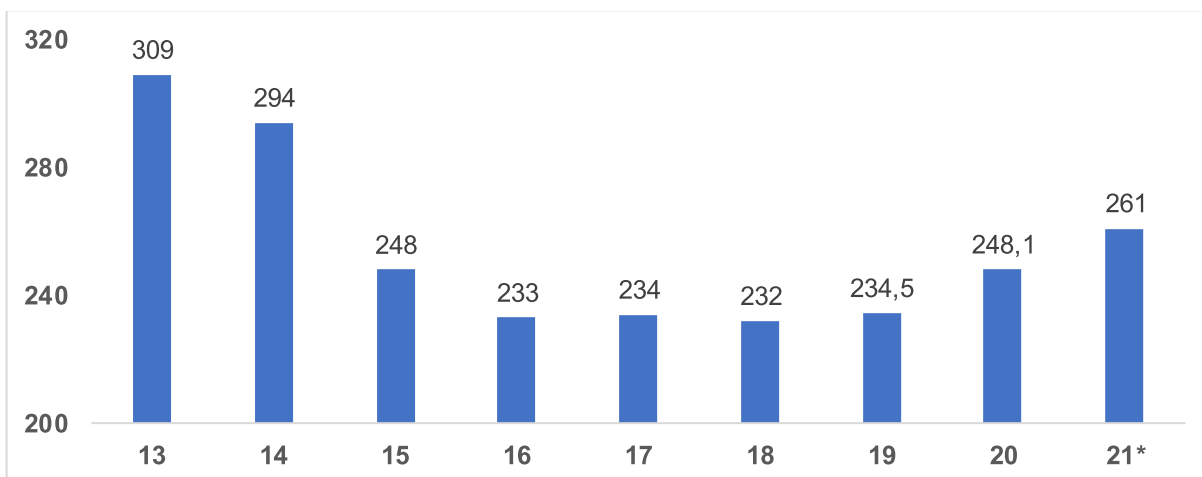


Obs.: (*) Projeção.

Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

A indústria de eletroeletrônicos também possui grande representatividade na quantidade de pessoas empregadas no setor. A redução no número de empregados está diretamente ligada ao nível de automatização que este setor vem desenvolvendo nos últimos anos. Sendo assim, a Figura 16 traz o número de empregados (funcionários) nos últimos anos:

Figura 16 – Número de empregados (em mil)

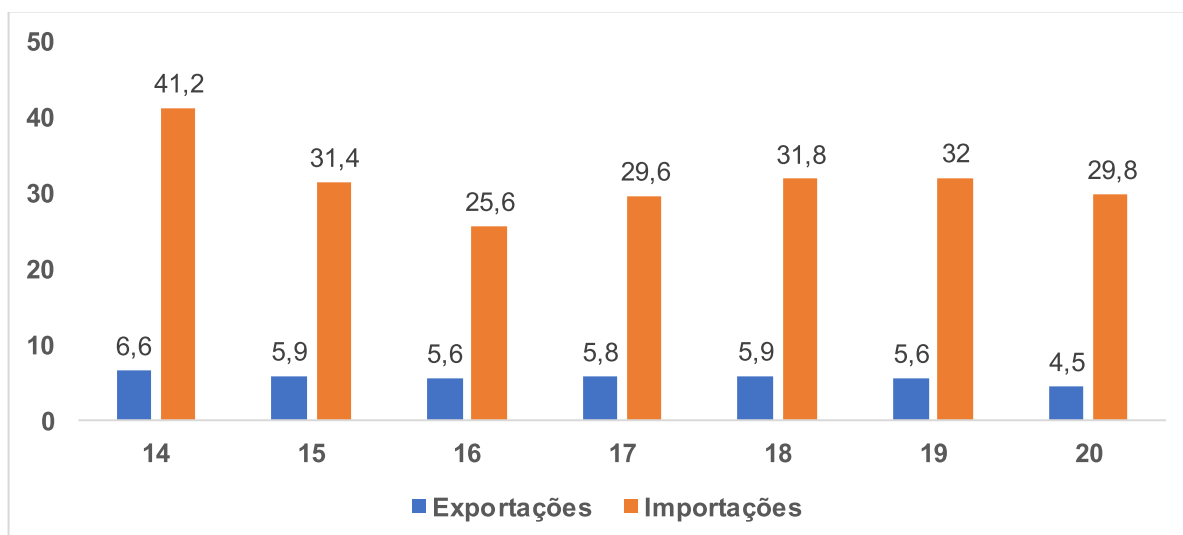


Obs.: (*) Projeção.

Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

Analisando a balança comercial dos EEE, é possível verificar, na Figura 17, que em todos os anos, a mesma tem sido deficitária, atingindo em 2020 um déficit de US\$ 25,3 bilhões:

Figura 17 – Balança comercial de produtos do setor de EEE (em US\$ bilhões)



Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

Por fim, a Tabela 3 apresenta as projeções dos principais indicadores do setor de eletroeletrônicos para o ano de 2020:

Tabela 3 – Projeções para os principais indicadores do setor EEE

Indicadores	2019	2020	2021*	2020 X 2019	2021* X 2020
Faturamento (R\$ bilhões)	153.007	173.192	198.038	13%	14%
Faturamento (US\$ bilhões)	38.774	33.579	37.918	-13%	13%
Produção Física (variação % no ano)	0,1%	-2,2%	7,0%	-	-
Exportações (US\$ bilhões)	5.631	4.478	4.900	-20%	9%
Importações (US\$ bilhões)	32.034	29.827	33.500	-7%	12%
Saldo (US\$ bilhões)	-26.403	-25.349	-28.600	-4%	13%
Nº de Empregados (mil)	234,5	248,1	261,0	6%	5%
Utilização Capacidade Instalada (%)	78%	78%	82%	-	-
Investimentos (R\$ bilhões)	2.754	2.910	3.367	6%	16%
Investimento (% do Faturamento)	1,80%	1,68%	1,70%	-	-

Legenda: (*) Projeção.

Fonte: Adaptada da ABINEE (2020a).

A Indústria Elétrica e Eletrônica, em meio à pandemia do novo coronavírus, com o isolamento social necessário para o combate à pandemia da Covid-19, a partir das recomendações da OMS – Organização Mundial da Saúde, inicialmente foi fortemente afetada, porém podemos observar sua recuperação durante o ano de 2020. A indústria nacional produz anualmente cerca de 50 milhões de telefones celulares, 6 milhões de computadores (entre *notebooks* e *desktops*) e 3,4 milhões de *tablets*. Segundo dados da Anatel, o País dispõe de uma base instalada de 227 milhões telefones móveis habilitados. Pelos dados da última PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 75% dos lares brasileiros têm acesso à internet, sendo que 98% acessam pelo celular e 56,7% pelo computador (ABINEE, 2020b).

Para sustentar a demanda e fluxo de informações na Era Digital e de conectividade, potencializados pelo enfrentamento à pandemia da Covid-19, a indústria também oferece produtos e soluções para a infraestrutura de telecomunicações como servidores, computadores de grande porte e outros equipamentos para armazenamento e transmissão de dados, como fibras e cabos ópticos, roteadores e repetidores. Em parceria com o governo federal, as empresas do setor elétrico e eletrônico estão somando esforços para a fabricação de

ventiladores pulmonares (respiradores), aparelhos que ajudam no tratamento dos pacientes infectados pelo novo Coronavírus (Covid-19) (ABINEE, 2020b).

Os principais indicadores do setor eletroeletrônico encerraram o ano de 2020 próximos da estabilidade. Como já mencionado, este foi um ano (2020) atípico, marcado por fortes oscilações no decorrer dos meses, devido aos impactos da pandemia de Covid-19. Já em fevereiro, antes mesmo do Coronavírus chegar ao Brasil, a produção do setor, principalmente da área eletrônica, já começou a sentir os efeitos da Covid-19 devido às dificuldades de abastecimento de componentes da China, onde o fechamento da economia já havia sido iniciado. Em meados de março, a pandemia chegou ao Brasil, causando impactos expressivos na atividade do setor, principalmente nos meses de abril e maio de 2020 (ABINEE, 2020b).

A partir de junho de 2020, os principais indicadores da indústria eletroeletrônica começaram a sinalizar o início da recuperação da atividade, registrando resultados mais favoráveis nos 3ºs e 4ºs trimestres do ano. A produção de bens do setor em 2020 recuou 2,2% em relação a 2019. Por sua vez, o número de empregados no setor aumentou de 234,5 mil em 2019 para 248,1 mil no final de 2020, representando elevação de 6%, ou seja, incremento de 13,7 mil trabalhadores. Vale lembrar que o nível de emprego apontou fortes quedas entre os meses de março e maio, chegando a perder 14 mil postos de trabalho naqueles três meses. Porém, a partir do mês de junho de 2020, o número de empregos voltou a crescer apontando crescimentos significativos nos meses seguintes que foram suficientes para ultrapassar os patamares registrados antes do início da pandemia de Covid-19, que estava em 240,7 mil em fevereiro de 2020. A utilização da capacidade instalada encerrou 2020 no mesmo patamar de 2019 (78%). Destaca-se que esse indicador chegou a atingir 57% no mês de abril, retomando gradualmente no decorrer dos meses seguintes (ABINEE, 2020b).

Por outro lado, as exportações não esboçaram reação no decorrer do ano recuando 20% em relação a 2019, passando de US\$ 5,6 bilhões para US\$ 4,5 bilhões. Os principais destinos das exportações do setor continuaram sendo os Estados Unidos e ALADI – Associação Latino-Americana de Integração, que juntos representaram 69% do total. As importações caíram 7%, refletindo o baixo nível de atividade da indústria. Outro fator que também inibiu o desempenho das importações foi a desvalorização cambial. Vale lembrar que o dólar em 2019 estava sendo cotado a R\$ 3,95 e em 2020 atingiu R\$ 5,16 (média anual).

2.4 CENÁRIO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA REVERSA DE EEE PÓS-CONSUMO

2.4.1 O Modelo Suíço

Historicamente, a Suíça tem uma longa experiência com a reciclagem de REEE com a coleta e o gerenciamento formal e voluntário de REEE, começando antes da entrada em vigor da legislação. O gerenciamento suíço de WEEE é baseado em um sistema de REP, com uma definição clara de papéis e responsabilidades para todas as partes interessadas (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009; ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

A Associação Suíça de Garantia de Reciclagem da Tecnologia da Informação, Comunicação e Organização, do inglês SWICO – *Swiss Association for Information, Communication and Organization Technology*, foi criada em 1993 pela Associação de Fabricantes e Importadores de Eletrônicos de Escritório e Equipamentos de TI na Suíça. Entrando em vigor em 1994, inicialmente, coletou eletrônicos de escritório e equipamentos de TI. Ao longo dos anos, a cobertura foi expandida para incluir outros REEE, como telefones celulares, eletrônicos de consumo, sistemas de centrais telefônicas e equipamentos odontológicos (HISCHIER; WÄGER; GAUGLHOFER, 2005; STREICHTER-PORTE, 2006; ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

A Fundação Suíça para Gerenciamento de Resíduos, do inglês S.EN.S – *Swiss Foundation for Waste Management*, foi criada em 1990 como uma organização sem fins lucrativos, que recuperou WEEE selecionados em nome de fabricantes, importadores e varejistas. Originalmente, suas operações incluíam a reciclagem de geladeiras e freezers. Atualmente, a S.EN.S é responsável por eletrodomésticos, ferramentas elétricas, equipamentos de construção, jardinagem e *hobby*, brinquedos elétricos e eletrônicos, além de equipamentos de iluminação. Ambos os sistemas estão bem estabelecidos, oferecendo sistemas completos de retorno e de reciclagem financiados por uma taxa avançada de reciclagem (ARF – *Advanced Recycling Fee*). Estas taxas são distribuídas em efeito cascata aos distribuidores, varejistas e, finalmente, aos consumidores, que pagam uma ARF com a compra de qualquer EEE (STREICHTER-PORTE, 2006; ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

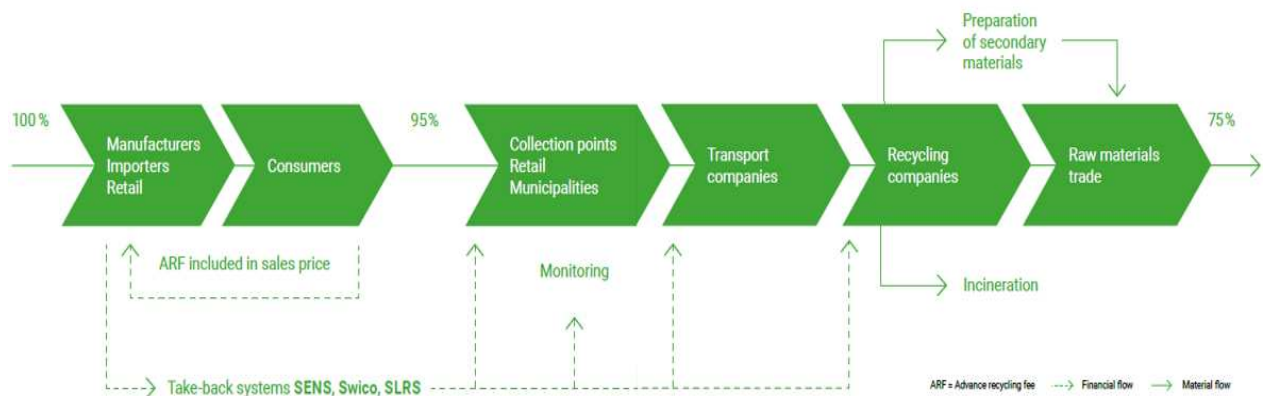
Além dos dois grandes sistemas acima, existem outras duas organizações muito menores, mas sem fins lucrativos, que gerenciam WEEE. Estas são a SLRS –

Swiss Light Recycling Foundation e a *INOBAT* (organização responsável pela disposição final de pilhas e baterias), as quais lidam apenas com equipamentos de iluminação e baterias de consumidores, respectivamente (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009).

A Suíça é signatária da convenção de proibição de Basileia sobre movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e foi pioneira na legislação de gerenciamento de REEE. Legalmente, a administração de WEEE foi introduzida em 1998 pelo Escritório Federal Suíço do Meio Ambiente, por meio de uma portaria. Tal portaria descreve a obrigação dos usuários pelo retorno adequado dos REEE, a obrigação dos comerciantes e de fabricantes de devolverem, bem como as obrigações e os requisitos de descarte (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009; ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011).

Por mais de 20 anos, os três sistemas de recuperação da Suíça, a S.EN.S, a SWICO e a SLRS, garantem retorno e reutilização com eficiência de recursos e descarte adequado de EEE. Em 2018, os três sistemas descartaram cerca de 122.800 toneladas de EEE antigos. Isso significa que a SWICO, a S.EN.S e a SLRS também deram uma contribuição robusta para a reintrodução de recursos valiosos no ciclo de produção. Com a rede internacional das três organizações, em nível europeu, por exemplo, como membros do fórum de WEEE, ajudam a estabelecer padrões transfronteiriços para a reciclagem de aparelhos elétricos e eletrônicos. Tal contexto é ilustrado na Figura 18.

Figura 18 – Visão geral do sistema de devolução



Fonte: SWICO (2019, p. 6-7).

A portaria sobre devolução, retorno e descarte de EEE obriga os varejistas, fabricantes e importadores a recuperar os aparelhos que eles produzem em sua linha de produtos, gratuitamente. Para poder financiar a reciclagem sustentável e ambientalmente responsável de aparelhos elétricos e eletrônicos, uma ARF é incluída no serviço de venda desses aparelhos. A ARF é um instrumento de financiamento eficiente que garante que a S.EN.S, a SWICO e a SLRS possam garantir o processamento adequado dos equipamentos em suas respectivas áreas e continuar enfrentando desafios no futuro (SWICO, 2019).

Após as quantidades de REEE processadas diminuíram, em 2017, elas aumentaram ligeiramente em 2018. Enquanto as quantidades de equipamentos eletrônicos continuaram a cair, esse declínio foi compensado por maiores volumes de grandes eletrodomésticos, eletroeletrônicos e geladeiras. No entanto, a composição das várias categorias continuou a mudar (SWICO, 2019).

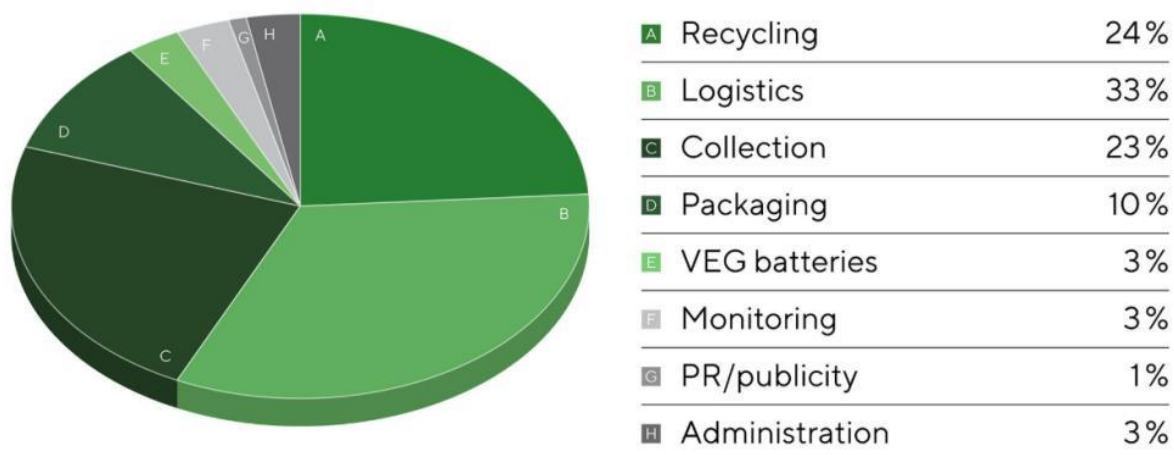
Vale destacar que a SWICO garante que todo o equipamento entregue aos revendedores ou entregue nos pontos de coleta oficiais seja reciclado de acordo com as diretrizes ambientais e com as mais recentes descobertas tecnológicas. O modelo de descarte da Suíça é considerado exemplar em todo o mundo. Em 2018, a SWICO reciclou 46.000 toneladas de EEE usados (SWICO, 2019; SWICO, 2020). A SWICO é um sistema nacional sem fins lucrativos para a retirada de REEE usados nos setores de TI, eletrônicos de consumo, equipamentos de escritório, comunicações, design gráfico, tecnologia de medição e tecnologia médica.

O conceito de contribuição para reciclagem antecipada ARF, da SWICO, garante que o descarte seja incluído no preço de compra de um produto desde o início e que o consumidor não incorra em custos adicionais ao devolvê-lo (SWICO, 2020).

Como sistema de recuperação, a SWICO trabalha em estreita colaboração com varejistas, pontos de coleta públicos e privados, empresas de logística e reciclagem, além de agências e auditores especializados em meio ambiente. A SWICO financia uma rede de cerca de 7.000 pontos de devolução em toda a Suíça, o que reduz significativamente os custos e diminui as distâncias de viagem envolvidas na devolução gratuita de equipamentos usados. Isto facilita o comportamento do consumidor de maneira ecológica. A partir da Figura 19, é possível avaliar o percentual (%) das despesas para cada categoria de componentes de custo. O que chama atenção são os 33% que a logística representa na

composição de custos deste SLR. O processo de reciclagem é a segunda maior despesa neste fluxo (SWICO, 2019; SWICO, 2020).

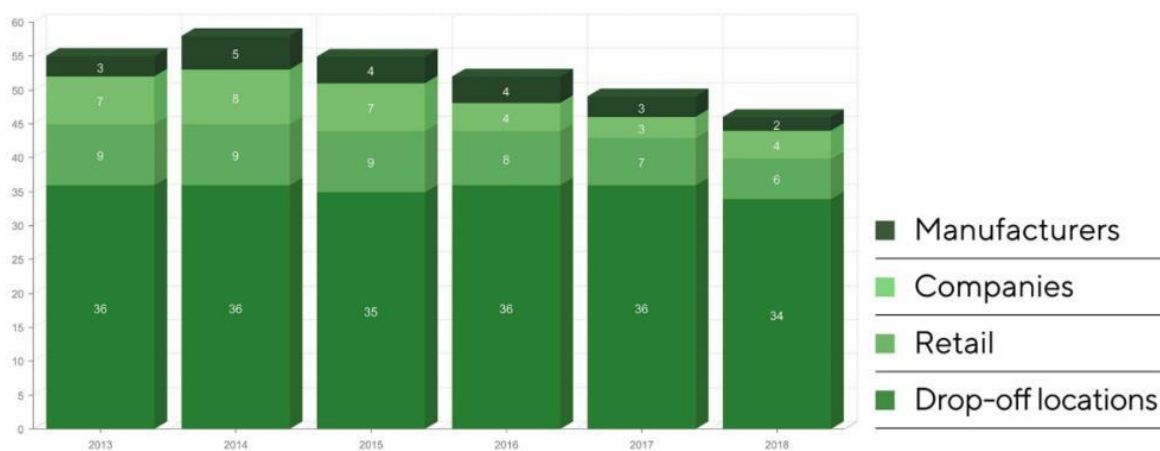
Figura 19 – % de despesas sob o custo total (por componentes de custo)



Fonte: SWICO (2020).

Outro dado importante é em relação aos pontos de coleta e o volume coletado em cada um deles, no qual podemos acompanhar pela Figura 20. Podemos observar que em torno de 75% em peso, dos WEEE, foram descartados em pontos específicos de coleta. O volume de WEEE recuperado em 2017 foi de 48.525 toneladas, e em 2018, com uma pequena redução, fechou em 45.760 toneladas.

Figura 20 – Volume (em mil ton.) x pontos de coleta



Fonte: SWICO (2020).

Por fim, é possível avaliar a dimensão e a contribuição que este sistema realizou em 25 anos de operação. Nos últimos oito anos, o volume reciclado tem ficado acima dos 90%, conforme mostra a Figura 21, em comparação com a quantidade de EEE colocados no mercado, no mesmo ano.

Figura 21 – Volume reciclado (em mil ton.)



Fonte: SWICO (2020).

2.4.2 O Modelo Japonês

Nos últimos anos, o Japão tem atuado de forma prática na questão dos resíduos. As cidades japonesas focam na redução dos resíduos sólidos, isto devido à falta de espaço disponível, a crescente produção de resíduos e aos limitados recursos naturais. Dessa forma, a política de reduzir, reutilizar e reciclar, que trata os resíduos como materiais valiosos, premissa que está a cada dia se fortalecendo. Esta estratégia é fortalecida nas mais recentes legislações voltadas à reciclagem de materiais. As legislações que têm como fim a especificação da reciclagem dos resíduos (SATOSHI, 2013; OCDE, 2016).

O Japão é um país que possui densidades demográficas altas e diversificadas em cada província. Esse fato é preocupante quando se trata de disposição de resíduos sólidos, já que um dos tratamentos mais utilizados no mundo e menos oneroso é o aterro sanitário, que exige grandes áreas para sua implantação. Porém, foi procurando solucionar esse revés que o país se tornou referência mundial em gerenciamento de resíduos e reciclagem de materiais (OCDE, 2016; YOSHIDA; YOSHIDA, 2019; HAYAMI; NAKAMURA, 2020).

A gestão de resíduos no Japão se baseia em um sistema piramidal, que se sustenta em três pilares: (i) primeiro pilar refere-se a divisão de responsabilidades, sendo que os consumidores, indústria, comércio e poder público possuem papéis definidos por lei e respondem pelo seu descumprimento; (ii) o segundo pilar trata dos mecanismos econômicos, onde o consumidor paga pelo descarte do lixo que produz. Deve arcar com transporte e reciclagem, tanto do doméstico como de eletrodomésticos. Dessa forma, quanto menor a produção de resíduos, menor será o custo associado; e (iii) o terceiro pilar corresponde à implementação gradual, com o objetivo de que, a cada campanha, em cada província, será possível atingir o país inteiro (OCDE, 2016; YOSHIDA; YOSHIDA, 2019; HAYAMI; NAKAMURA, 2020).

A lei de reciclagem de tipos específicos de eletrodomésticos foi promulgada em junho de 1998 e aplicada em abril de 2001. Ela visa alcançar uma redução no volume de resíduos em geral e uma utilização suficiente de recursos reciclados. A lei abrange quatro categorias de eletrodomésticos: (i) aparelhos de ar-condicionado; (ii) aparelhos de TV; (iii) geladeiras e freezers elétricos; e (iv) máquinas de lavar e secar roupas elétricas. Computadores pessoais e pequenos aparelhos eletrônicos são cobertos por outras legislações. A atribuição de responsabilidades, incluindo o fluxo financeiro é dos consumidores, que ao descartarem o lixo de eletrodomésticos são responsáveis pelo pagamento da taxa de coleta, transporte e de reciclagem, bem como pelo retorno adequado dos resíduos aos varejistas ou aos colocar na rota municipal de coleta e tratamento (OECD, 2016; SILVA et al., 2018).

As taxas de coleta e de transporte são definidas pelos varejistas, dependendo da distância do transporte e do tamanho e tipo de resíduos, mas os grandes varejistas cobram uniformemente, por unidade. As taxas de reciclagem são definidas pelos fabricantes e estão sujeitas a revisões regulares de cada fabricante. Os varejistas fornecem o serviço de coleta e transporte quando novos são entregues, ou quando eles venderam os aparelhos antigos. Os varejistas também são responsáveis por transferir estes produtos em fim de vida para os pontos de coleta designados, estabelecidos coletivamente pelos fabricantes responsáveis, ou podem contratar essas operações para operadores certificados pela autoridade competente. Os fabricantes e importadores têm a obrigação de estabelecer pontos de coleta e coletar e reciclar o eletrodoméstico que eles produziram ou importaram, desses pontos de coleta designados. Os municípios são responsáveis pelo gerenciamento de resíduos de eletrodomésticos ou REEE fora do escopo da lei. No Japão, o

Ministério do Meio Ambiente (MOE – *Ministry of the Environment*) e o Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI – *Ministry of Economy, Trade and Industry*), são responsáveis por apoiar atividades como promover pesquisa e desenvolvimento, desenvolver instalações, prestar assistência técnica, conduzir e implementar a educação ambiental. O governo japonês também publica dados sobre o desempenho anual de reciclagem (OECD, 2016; SILVA et al., 2018; HAYAMI; NAKAMURA, 2020).

Os varejistas e fabricantes que negligenciarem suas obrigações de coleta e reciclagem, conforme estipulado na lei ou fornecerem informações falsas, são multados. Os indivíduos que cometerem ilegalidades estão sujeitos a até cinco anos de prisão ou também pagam multa. A lei estipula que o governo deve reavaliar o progresso da implementação a cada cinco anos. Para esse fim, foi criado um conselho consultivo conjunto entre o MOE e o METI, para avaliar processos, revisar instruções e identificar questões relacionadas à implementação de políticas, além de aconselhar o governo. As taxas de coleta e reciclagem, por sua vez, possuem metas relativas à porcentagem recuperada dos REEE, em peso, dos seus componentes e materiais (SATOSHI, 2013; OCDE, 2016).

A transparência no processo de fixação das taxas de reciclagem, pelos fabricantes, recebe diversas críticas e questionamentos, no entanto, a estimativa do conselho consultivo conjunto, indica que os custos totais de reciclagem diminuiriam, provavelmente como resultado do aumento da eficiência com inovações tecnológicas. A taxa e o fundo de reciclagem são gerenciados pela AEHA – *Association for Electric Home Appliances*, a fim de garantir a concorrência no setor de reciclagem de eletrodomésticos, os fabricantes estão organizados em dois grupos sob a lei, sendo o grupo A (Panasonic, Toshiba e outros fabricantes) e o Grupo B (Mitsubishi, Hitachi e outros). Ambos os grupos são responsáveis por uma parcela semelhante, em termos do número de unidades fabricadas e do número de unidades processadas para reciclagem. Ambos os grupos criaram suas próprias empresas de gestão conjunta de reciclagem. Os locais de coleta designados aceitam produtos de ambos os grupos para garantir a eficiência. O resultado foi um declínio nos custos totais de reciclagem (SATOSHI, 2013; RASNAN et al., 2016; SILVA et al., 2018; YOSHIDA; YOSHIDA, 2019).

Algo interessante desta lei é o estabelecimento de taxas de coleta, transporte e reciclagem do produto descartado pelo consumidor, a obrigação do fabricante ou importador tratar, reciclar e/ou destinar corretamente o resíduo, e do governo de

fiscalizar, fornecer informações sobre as recomendações legais e confirmar ao consumidor se o descarte do produto foi realizado corretamente. Fabricantes ou importadores ainda são obrigados a cumprir taxas de reciclagem que são revisadas periodicamente, além de serem obrigados a recuperar o gás CFC – Clorofluorcarboneto de condicionadores de ar e refrigeradores, havendo penalidades sobre as entidades empresariais que não cumprirem com esses requisitos. Tudo isso com o objetivo principal de incentivar os produtores a reduzir a geração de resíduos, utilizar materiais reciclados, aumentando a capacidade de reciclagem dos EEE (reciclabilidade), por meio da adoção do *design for environment* ou *ecodesign*. (SATOSHI, 2013; RASNAN et al., 2016; SILVA et al., 2018).

Na Tabela 4, a partir dos dados disponíveis no site do MOTE do Japão, seguem as taxas de reciclagem, por tipo de WEEE, nos anos de 2015, 2016 e 2017:

Tabela 4 – Taxa de reciclagem entre os anos de 2015 a 2017

Tipos de Reciclagem (WEEE)	2015	2016	2017
Ar-Condicionado	93%	92%	92%
Televisores de Tubo	73%	73%	73%
Televisores de Plasma e LED	89%	89%	88%
Geladeiras e Freezers	82%	81%	80%
Máquina de Lavar e Secar	90%	90%	90%

Fonte: Adaptada de MOTE (2018).

Para aumentar o êxito deste processo, houve o endurecimento da regulamentação, que proíbe o descarte ilegal dos REEE pelos consumidores, o desenvolvimento de critérios para a exportação de EEE com o fim de reutilização, o estabelecimento de parcerias e cooperação entre o governo e o setor de comércio e representantes dos consumidores, e o suporte à implementação da Convenção de Basileia (Suíça). Finalmente, alguns autores sugerem que a taxa de reciclagem seja substituída pela taxa do tipo depósito-reembolso, modelo em que o consumidor recebe de volta o valor pago no depósito ao devolver o REEE, de modo a incentivar o descarte correto dos REEE (OCDE, 2016; RASNAN et al., 2016).

2.4.3 O Modelo Europeu

Na UE – União Europeia, a Diretiva WEEE (2002/96/EC) foi a primeira diretiva a abordar como melhorar a gestão ambiental dos REEE e aprimorar a eficiência de coleta, tratamento e reciclagem. A diretiva de 2002 entrou em vigor em 13 de fevereiro de 2003 e previa a criação de sistemas de recuperação em que os consumidores podem devolver seus REEE gratuitamente. Esta diretiva incluiu o fornecimento de pontos nacionais de coleta de lixo eletrônico e sistemas de processamento, que permitem o descarte e tratamento adequados do lixo eletrônico. Isso resulta em uma quantidade maior de lixo eletrônico processado que deve ser contabilizado e relatado à autoridade nacional de execução. Após dez anos, houve sua atualização, passando a vigorar a Diretiva WEEE (2012/19/UE). A mesma introduziu um aumento gradual das metas de coleta que entrarão em vigor em 2016 e 2019. A partir de 2018, o escopo atual da diretiva será estendido para incluir todas as categorias de REEE. A diretiva de 2012 também reforçou o controle sobre as exportações e harmonizou os requisitos nacionais de registro e de comunicação de informações para os produtores (EC, 2003; EC, 2012; BALDÉ et al., 2017).

A Diretiva WEEE (EC, 2012) prescreve que os Estados-Membros incentivem o *design* e a produção de equipamentos elétricos e eletrônicos, responsáveis por facilitar a desmontagem e a recuperação, em particular a reutilização e reciclagem de lixo eletrônico, seus componentes e materiais. A diretiva exige que os Estados-Membros criem sistemas que permitam que as partes interessadas e os distribuidores finais devolvam gratuitamente o lixo eletrônico. Para garantir o tratamento ambientalmente correto do lixo eletrônico coletado, separadamente, foram estabelecidos os requisitos de tratamento para materiais e componentes específicos do lixo eletrônico e para os locais de tratamento e armazenamento. Esta estrutura legal usa o princípio de REP, que exige que os produtores organizem e/ou financiem a coleta, o tratamento e a reciclagem de seus produtos no final da vida útil (EC, 2003; EC, 2012; BALDÉ et al., 2017;).

Desde 2016, os Estados-Membros da UE precisam coletar 45% da quantidade colocada no mercado, com 65% até 2019, ou 85% do lixo eletrônico gerado. Atingir estas metas legais até 2019 será algo desafiador. Os números oficiais divulgados pelo EUROSTAT (European Statistics) não registraram um aumento desde 2009 e permanecem os cerca de 37% do lixo eletrônico gerado.

Uma questão-chave, pesquisada em detalhes no projeto de combate ao comércio ilegal de REEE da UE, é capturar a tonelagem presente em vários fluxos complementares, incluindo o descarte com outros resíduos (~10% de resíduos), a reciclagem e a eliminação complementares não reportadas de resíduos, materiais valiosos (~40%), exportação para reutilização (~10%) e exportações ilegais (~5%). Os países com melhor desempenho na Europa, em termos de coleta de lixo eletrônico, são a Suíça, que coleta 74% dos resíduos gerados, a Noruega (74%), seguida pela Suécia (69%), Finlândia e Irlanda (cada 55%). Note-se que o denominador da taxa de coleta são estimativas da UNU – *United Nations University*, que apresentam uma margem de erro de pelo menos $\pm 10\%$, dependendo do país (EC, 2012; BALDÉ et al., 2017; EC, 2018). Na Tabela 5, seguem os números relativos aos anos de 2013 a 2017, provenientes das operações de gerenciamento dos WEEE da UE:

Tabela 5 – Operações de gerenciamento dos WEEEs na UE

Indicadores	2013	2014	2015	2016	2017
WEEE Doméstico Coletado (ton.)	3.067.005	3.151.139	3.521.715	4.083.403	4.104.738
WEEE Doméstico Coletado (kg per capita)	6,06	6,20	6,91	7,99	8,02
Produtos Colocados no Mercado (ton.)	8.726.158	9.219.819	9.806.917	10.099.077	10.521.995
Produtos Colocados no Mercado (kg per capita)	17,24	18,15	19,25	19,77	20,56
WEEE Coletado (ton.)	3.523.987	3.483.352	3.886.415	4.518.834	4.571.718
WEEE Tratado (ton.)	3.654.502	3.427.156	3.789.011	4.478.679	4.552.402
WEEE Recuperado (ton.)	-	3.099.477	3.402.962	4.091.442	4.147.369
WEEE Recuperado (%)	-	89,0%	87,6%	90,5%	90,7%
WEEE Reciclado e Reutilizado (Ton.)	2.828.543	2.845.996	3.140.569	3.778.723	3.809.404
WEEE Reciclado e Reutilizado (%)	80,3%	81,7%	80,8%	83,6%	83,3%

Fonte: Adaptada do EUROSTAT (2020).

Em 2018, foi lançado o relatório *Final Implementation Report for Directives 2002/96/EC and 2012/19/EU on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)* (EC, 2018), sendo este relatório proveniente da implementação da Diretiva WEEE, com resumo e uma análise das respostas fornecidas pelos Estados-Membros ao questionário de implementação que abrange o período 2013-2015. Este relatório faz parte de uma série de relatórios de implementação publicados sobre a Diretiva WEEE de três em três anos, de acordo com o artigo 16 da diretiva de 2012. Os

Estados-Membros devem enviar respostas ao questionário de implementação à Comissão. No que diz respeito aos dados sobre a consecução dos objetivos de recolha, reciclagem e recuperação de REEE estabelecidos na Diretiva WEEE, os Estados-Membros comunicam esses dados anualmente ao EUROSTAT. O último ano do relatório para o qual estavam disponíveis os dados no momento da publicação deste relatório era 2015 (EC, 2002; EC, 2012; EC, 2018).

A seguir, são apresentadas as principais orientações que devem ser seguidas pelos Estados-Membros, em atendimento à Diretiva WEEE em vigor (EC, 2012): (i) incentivar o projeto e a produção de EEE que levem em consideração e facilitem o desmantelamento e a recuperação, em particular a reutilização e reciclagem de REEE. Devem tomar medidas apropriadas para que os produtores não impeçam, através de recursos específicos de projeto ou processos de fabricação, os REEE de serem reutilizados, a menos que tais recursos específicos de projeto ou processos de fabricação apresentem vantagens superiores; (ii) estabelecer sistemas que permitam aos detentores finais e distribuidores, devolver os WEEE pelo menos gratuitamente; (iii) garantir que os produtores ou terceiros, agindo em seu nome, estabeleçam sistemas para fornecer tratamento de REEE, utilizando as melhores técnicas disponíveis de tratamento, recuperação e reciclagem; e (iv) garantir que os produtores ou terceiros, agindo em seu nome, criem sistemas, individualmente ou coletivamente, para providenciar a recuperação de REEE coletados separadamente, para sua reutilização de aparelhos inteiros (EC, 2012; EC, 2018).

Quanto às metas de recuperação dos REEE, os valores ficam entre 75% e 85%, dependendo da categoria que o EEE pertence. Já as metas de preparação para reutilização e reciclagem, ficam entre 55% e 80%, conforme a categoria que o REEE se encontra. Outro aspecto importante trata-se da comunicação, no qual os Estados-Membros são obrigados a garantir que os usuários de EEE em residências particulares, recebam as informações necessárias sobre: (i) a exigência de não dispor de REEE como lixo municipal não classificado e de coletá-lo separadamente; (ii) os sistemas de devolução e coleta à sua disposição; (iii) seu papel em contribuir para a reutilização, reciclagem e outras formas de recuperação de REEE; e (iiii) os efeitos potenciais sobre o meio ambiente e a saúde humana que podem ocorrer como resultado da presença de substâncias perigosas em EEE (EC, 2012; EC, 2018).

Para facilitar a reutilização e o tratamento ambientalmente correto dos REEE, os Estados-Membros devem tomar as medidas necessárias para garantir que os produtores forneçam informações sobre reutilização e tratamento para cada tipo de novo EEE dentro de um ano após a sua colocação no mercado. Tais informações devem identificar os diferentes componentes e materiais de equipamentos elétricos e eletrônicos, bem como a localização de substâncias e misturas perigosas. Os Estados-Membros devem assegurar que qualquer produto de EEE colocado no mercado após 13 de agosto de 2005 seja claramente identificável por uma marca no aparelho (equipamento). Cada produtor, ou seu representante autorizado, deve ser registrado e inserir todas as informações relevantes nesse registro, refletindo suas atividades nos Estados-Membros para os quais vendem EEEs (EC, 2012; EC, 2018).

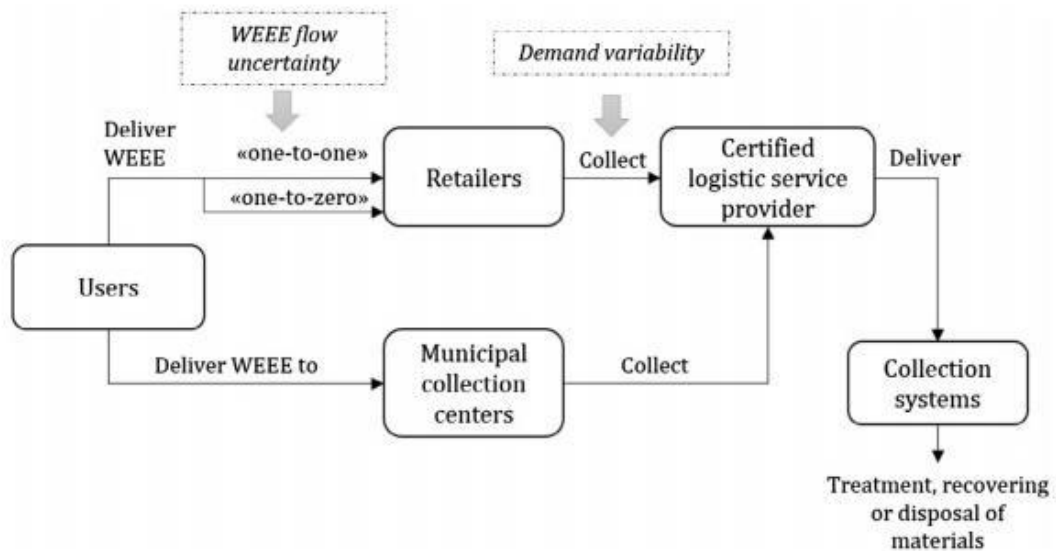
Em 2019, houve a comunicação e o estabelecimento de um acordo verde europeu (EC, 2019) para a UE e os seus cidadãos. Ele redefine o compromisso da comissão de enfrentar os desafios relacionados ao clima e ao meio ambiente, que é a tarefa definidora desta geração, ou seja, visa proteger, conservar e melhorar o capital natural da UE e proteger a saúde e o bem-estar dos cidadãos dos riscos e impactos ambientais. Com este acordo verde, a ideia é proporcionar reduções adicionais nas emissões, com investimento público maciço e maiores esforços para direcionar o capital privado à ação climática e ambiental, evitando o aprisionamento em práticas insustentáveis. O Acordo Verde da Europa acelerará e sustentará a transição necessária em todos os setores. Todas as ações e políticas da UE deverão contribuir para os objetivos do mesmo. Os desafios são complexos e interligados. A resposta política deve ser ousada e abrangente e busca maximizar os benefícios para a saúde, qualidade de vida, resiliência e competitividade. Exigirá intensa coordenação para explorar as sinergias disponíveis em todas as áreas de política. O Acordo Verde é parte integrante da estratégia desta comissão para implementar a agenda 2030 das Nações Unidas e os respectivos ODSs (ONU, 2015a; EC, 2019; EC, 2020).

Com o estabelecimento de novas metas de coleta para os Estados-Membros, passando de uma meta fixa, ou seja, de 4 kg por habitante (EC, 2003), para uma fluante, proporcional à quantidade média de EEE vendidos nos três anos anteriores (EC, 2012), houve um forte aumento na taxa de coleta de REEE, que depende principalmente da eficiência do serviço de transportes. A adoção de novos modelos de logística reversa é essencial para superar algumas das principais

críticas relacionadas à coleta de REEE. Inclusive, soluções estão sendo estudadas, visando transformar a abordagem tradicional de serviço estático em um sistema dinâmico, no qual o componente de serviço, coleta de resíduos, é aprimorado por um componente de produto, ou seja, soluções tecnológicas para monitoramento de resíduos e transmissão de dados (ELIA; GNONI; TORNESE, 2017).

Pode-se acompanhar, na Figura 22, um dos modelos atuais de SLR dos WEEE – *Waste Electrical and Electronic Equipment*:

Figura 22 – Atores e fluxo de um SLR de WEEE na UE



Fonte: Elia, Gnoni e Tornese (2017, p. 5).

2.4.4 Análise do Modelo de Gestão dos WEEE entre Países Desenvolvidos e em Desenvolvimento

O Brasil é o segundo maior produtor de lixo eletrônico entre os países americanos. Atualmente, o Brasil produz 1,5 milhões de toneladas de REEE, ficando atrás somente dos Estados Unidos, com 6,3 Milhões de toneladas. No nível regional, a Ásia é o principal gerador de lixo eletrônico (~41%), seguido pelos Estados Unidos (~29%) e Europa (~27%). Todavia, a Europa é a principal referente ao volume da geração por habitante. A diferença na geração de lixo eletrônico entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento é muito grande. O país mais “rico” está gerando 19,6 kg/habitante, comparativamente ao país mais “pobre”, que gera

apenas 0,6 kg/habitante. Embora os países desenvolvidos tenham se protegido dos adversários do lixo eletrônico sob a égide da tecnologia e do sistema de gerenciamento avançados, os países em desenvolvimento e subdesenvolvidos ainda estão lutando para obter diretrizes adequadas para o gerenciamento eficaz do lixo eletrônico (SRIVASTAVA; PATHAK, 2019).

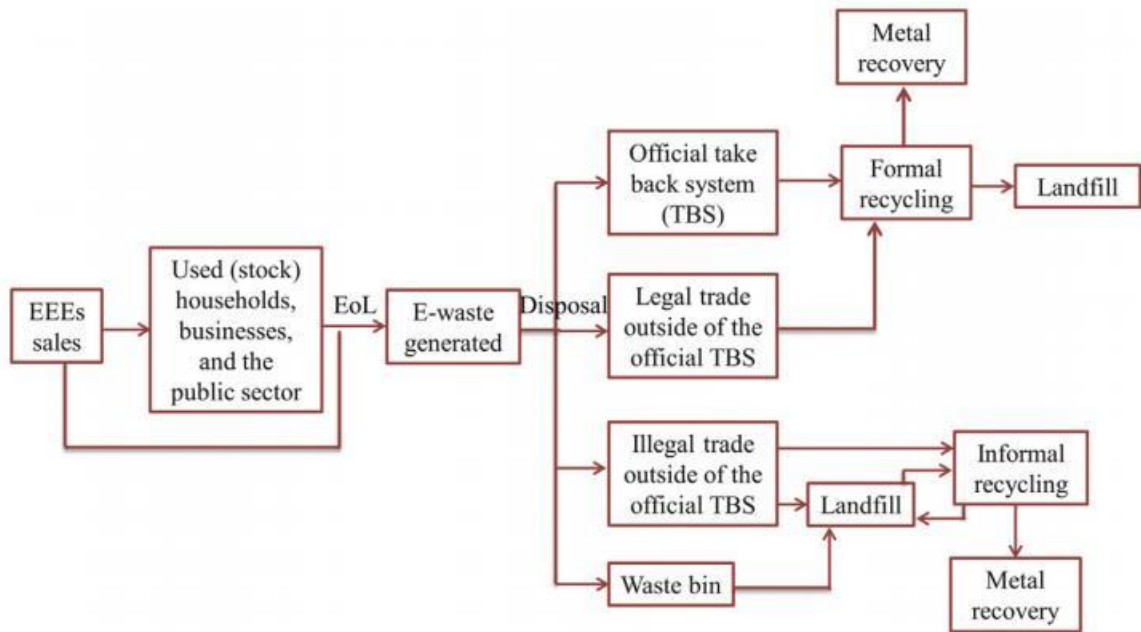
Nestes países, especificamente nos países de baixo e médio grupo, uma grande proporção de lixo eletrônico é descartada em aterros sanitários ou fornecida ao setor informal de reciclagem. A queima de fios em fim de vida e placas de circuito impresso (PCBs) é uma prática comum para separar substâncias metálicas e poliméricas. Métodos rudimentares, incluindo coleta manual e desmontagem, também são praticados para recuperar os metais preciosos do lixo eletrônico. Portanto, falta proteção ao meio ambiente e à saúde pública com uma eficiência inadequada da reciclagem de recursos (SRIVASTAVA; PATHAK, 2019).

Na estrutura global para um gerenciamento eficaz de lixo eletrônico, a coleta, o manuseio, o processamento (reciclagem e recuperação) e o descarte final são aceitos como os principais fatores. Por outro lado, as ameaças do manuseio inadequado de maior volume pela reciclagem informal com a legislação fraca ou ausente de lixo eletrônico são os principais problemas identificados para os países em desenvolvimento. O lixo eletrônico é um desafio maior para a sustentabilidade dos países em desenvolvimento, que recebe a maior parte destes riscos dos países desenvolvidos. É muito necessário que os países em desenvolvimento sigam as estruturas legislativas dos países desenvolvidos para aprovar políticas específicas de lixo eletrônico e tentar gerenciar efetivamente esse problema do mundo (SRIVASTAVA; PATHAK, 2019).

O controle do fluxo de lixo eletrônico precisa de uma chamada urgente, pois os próprios países em desenvolvimento estão gerando mais lixo eletrônico doméstico do que os países desenvolvidos. Apenas alguns países em desenvolvimento ainda puderam estabelecer sua própria política de lixo eletrônico. No entanto, vários modelos de gestão sustentável de lixo eletrônico foram apresentados, mas, conforme o cenário atual, a negligência do setor informal não é possível. Foi analisado que uma redução significativa na disposição de lixo eletrônico pode ser obtida em breve apenas se os setores formal e informal trabalharem juntos para praticar uma reciclagem integrativa e essa prática possa levar à economia circular (SRIVASTAVA; PATHAK, 2019).

A Figura 23 descreve as práticas atuais do sistema de gerenciamento de lixo eletrônico, onde é coletado dos setores de vendas, residências, empresas e público após seu final de vida útil.

Figura 23 – Representação típica de um sistema de gerenciamento de WEEE



Fonte: Srivastava e Pathak (2019, p. 82).

Na maioria dos países europeus, existe um canal duplo para serviços de coleta de EEEs. Uma é realizada pelo provedor local de serviços de coleta de RSU, que geralmente inclui pontos de coleta fixos onde o usuário pode trazer WEEE – *Waste Electrical and Electronic Equipment*. A outra é realizada diretamente pelos varejistas de EEE, que devem coletar resíduos de clientes quando solicitado. Cada varejista pode coletar todas essas categorias ou apenas uma parte, de acordo com o tamanho da sua área de varejo. Os varejistas podem estocar preliminarmente os REEE coletados, embora a quantidade armazenada não possa exceder o peso de 3,5 toneladas. Assim, eles precisam organizar o serviço de coleta com uma empresa prestadora de serviços de transporte certificada que transfere seus REEE para instalações de reciclagem. Planejar esse serviço não é uma questão simples, pois, por um lado, deve garantir o respeito estrito da quantidade máxima de estoque definida por lei; por outro lado, com o objetivo de respeitar esse limite, os varejistas tendem a planejar uma alta frequência de cobrança para enfrentar as incertezas, determinando custos mais altos de serviço. A baixa previsibilidade do

comportamento dos clientes aumenta a incerteza dos fluxos de retorno, resultando em uma alta variabilidade da demanda pelo serviço de coleta (CE, 2020).

Para enfrentar problemas como esses, a OECD propôs que os países adotassem o princípio da REP, e a UE, que implementou os REEE e a restrição de substâncias perigosas para coletar REEE separadamente de outros resíduos sólidos urbanos e gerenciá-los com a participação de produtores (financeira e/ou fisicamente). Entre 2001 e 2005, países como o Japão e os países membros da UE introduziram o princípio REP em seus sistemas de reciclagem de REEE. O Japão lançou seu próprio sistema de reciclagem de REEE em 2001 e, onze anos depois, o governo japonês realizou uma segunda revisão de como o sistema estava funcionando (YOSHIDA; YOSHIDA, 2019).

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 TIPO DE PESQUISA

Visando alcançar o objetivo geral deste trabalho, que é o de apresentar um *framework* direcionado à estruturação da operação do SLR – Sistema de Logística Reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil, foi empregada uma pesquisa participante, pela qual o pesquisador se envolveu com o diagnóstico e a prescrição de algo em uma determinada realidade (ALVESSON; KÄRREMAN, 2011; HENNINK; HUTTER; BAILEY, 2011; REMLER; VAN RYZIN, 2011), desenvolvida por meio de uma abordagem qualitativa de caráter exploratório (REMLER; VAN RYZIN, 2011; COOPER; SCHINDLER, 2016; MALHOTRA, 2019).

Segundo Creswell (2007), as técnicas qualitativas de caráter exploratório permitem ao pesquisador ser inovador e trabalhar mais nos limites de estruturas projetadas por ele. Elas propiciam uma reflexão mais criativa, mais profunda, em comparação às técnicas quantitativas, pois possuem maior flexibilidade na coleta, análise e interpretação dos dados, das informações e, em última análise, dos resultados da pesquisa.

Ou seja, como o resultado final esperado deste projeto de pesquisa é a construção de um *framework* no contexto em estudo, uma abordagem qualitativo-exploratória se tornou mais adequada no sentido de auxiliar no levantamento dos aspectos necessários, permitindo sua compreensão em profundidade e servindo como embasamento para o processo de análise e interpretação dos dados e, conseqüentemente, da construção teórico-empírica projetada (DENZIN; LINCOLN, 2011; REMLER; VAN RYZIN, 2011; GUBRIUM et al., 2012).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário buscar evidências (dados ou informações) através de entrevistas individuais em profundidade, com uma abordagem semiestruturada, a partir da aplicação de um Roteiro Básico de Questões (RIBEIRO; MILAN, 2004; KVALE; BRINKMANN, 2009; KING; HORROCKS, 2010; GUBRIUM et al., 2012), o qual foi utilizado para a condução das

entrevistas a serem realizadas. O Roteiro Básico de Questões desenvolvido pelo autor, foi validado por dois professores pesquisadores doutores na área de gestão, que realizaram pequenos ajustes de linguagem.

A entrevista individual em profundidade é uma forma direta e interativa de obtenção de dados e de informações, mediante a interlocução entre um entrevistador e o entrevistado, propiciando abordar, em profundidade, conteúdos geralmente complexos e com relativa subjetividade (FLICK, 2009; KVALE; BRINKMANN, 2009; KING; HORROCKS, 2010; MALHOTRA, 2019).

Estas entrevistas foram realizadas com os principais representantes dos atores envolvidos no contexto do SLR – Sistema de Logística Reversa em estudo e com especialistas da área. Tais entrevistas foram conduzidas com base no Roteiro Básico de Questões, conforme consta do Apêndice A, e foram realizadas em ambiente remoto (virtual), por meio do Microsoft Teams®, fazendo-se a gravação do conteúdo em áudio e vídeo para facilitar a posterior análise e interpretação dos dados / resultados.

É importante destacar que, para facilitar a análise e interpretação dos dados coletados, as entrevistas individuais em profundidade realizadas foram gravadas em meio eletrônico e transcritas (RIBEIRO; MILAN, 2004; CRESWELL, 2007; KVALE; BRINKMANN, 2009; GUBRIUM et al., 2012). Cabe ressaltar que, para a análise dos dados, foi utilizado um *software* para tratamento de dados qualitativos, inclusive, conforme recomendado por alguns autores (KING; HORROCKS, 2010; HENNINK; HUTTER; BAILEY; 2011; GUBRIUM et al., 2012; MALHOTRA, 2019). Assim sendo, foi utilizado o *software* NVivo.

Além das entrevistas individuais em profundidade, foi utilizada a pesquisa documental (FLICK, 2009; GUBRIUM et al., 2012; MALHOTRA, 2019), a qual permitiu a coleta de dados e de informações relevantes ao contexto em estudo. Sendo assim, foram acessados documentos públicos tais como leis e normas ou relatórios ou outros tipos de documento que foram disponibilizados por instituições representativas do setor, como, por exemplo, a ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (vide ABDI, 2013), a ABREE – Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (vide ABREE, 2019) ou a ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (vide ABINEE, 2019).

Ao destacar os procedimentos de coleta de dados, Creswell (2007) menciona que a ideia é selecionar propositalmente os participantes da pesquisa (neste caso,

os entrevistados), locais, documentos ou materiais gráficos, caso disponíveis, mais indicados para ajudar o pesquisador a entender o problema e a questão de pesquisa, o que lhe permitirá subsídios para responder tanto ao objetivo geral quanto aos objetivos específicos da pesquisa.

3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise de conteúdo é um método adequado quando um fenômeno é observado por meio de comunicação oral ou verbal (REMLER; VAN RYZIN, 2011; KRIPPENDORFF, 2013; MALHOTRA, 2019). Portanto, dando sequência ao processo de análise e de interpretação dos dados, foi empregada a técnica de análise de conteúdo, técnica esta comumente utilizada em abordagens qualitativo-exploratórias (HENNINK; HUTTER; BAILEY, 2011; GUBRIUM et al., 2012; SCHREIER, 2012; SCOTT; GARNER, 2013; BARDIN, 2016).

Consoante isso, o processo de análise de conteúdo compreenderá as seguintes etapas: (i) preparação dos dados coletados; (ii) transformação do conteúdo, anteriormente coletado e transcrito, em unidades de análise; (iii) classificação das unidades em categorias de análise; e (iv) análise dos dados e a sua respectiva interpretação, resultando nos achados de pesquisa (SCHREIER, 2012; SCOTT; GARNER, 2013; BARDIN, 2016).

Conforme recomendado por autores como Gubrium et al. (2012) e Bardin (2016), as categorias de análise foram definidas *a priori*, ou seja, as categorias de análise estão diretamente relacionadas aos objetivos específicos “a” (motivações político-legais e setoriais para a estruturação do SLR – Sistema de Logística Reversa no contexto em estudo), “b” (papel a ser desempenhado pelos principais atores da cadeia), “c” (dificuldades intrínsecas à implementação da estrutura de logística reversa no contexto em estudo) da pesquisa e “d” (propor direcionamentos no sentido de potencializar a implementação do *framework* proposto).

Para validar os conteúdos coletados e, principalmente, o *framework* proposto, adotou-se o procedimento da triangulação de dados (MYERS, 2019). A triangulação dos dados foi operacionalizada, ao final do processo de coleta de dados, mediante a realização de dois *focus groups* (grupos focais) (RIBEIRO; NEWMANN, 2003; MALHOTRA, 2019), em ambiente remoto (virtual), também por meio do Microsoft Teams®, como no caso das entrevistas individuais.

É importante salientar que foram realizados dois *focus groups* devido a conflitos de agenda dos participantes. O *Focus Group* 1 compreendeu quatro participantes (ENTREVISTADOS C, D, F e I), enquanto que, o *Focus Group* 2, três participantes (ENTREVISTADOS B, G e J). Em ambos os *focus groups*, o pesquisador participou como mediador (RIBEIRO; NEWMANN, 2003; MALHOTRA, 2019), convergindo com recomendações presentes na literatura. Os dois grupos tiveram uma duração média de 1 hora e 20 minutos.

3.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS RELACIONADOS À PESQUISA

Para atender aos critérios éticos de pesquisa, anteriormente à sua implementação, foi solicitado aos participantes da pesquisa (entrevistados) um TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual deveriam assinar (vide Anexo A). O termo contempla os objetivos da pesquisa e, com base neste termo, foi solicitada a autorização dos participantes para gravação e posterior transcrição dos conteúdos provenientes das entrevistas, bem como para a publicação dos resultados, observada a não identificação do nome dos participantes, os quais deverão ser denominados por codinomes.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 PERFIL DOS ENTREVISTADOS

O ponto de partida para aplicação do questionário foram as duas Entidades Gestoras Green Eletron e ABREE, que pelo Decreto nº 10.240/20, são as responsáveis por estruturar, implementar e operacionalizar o sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos. A partir da sua base de associados, também foram selecionados alguns fabricantes, com presença no mercado mundial, e que puderam trazer contribuições não apenas da realidade brasileira, mas experiências adquiridas em outros países e até mesmo de outras empresas nas quais estes entrevistados já atuaram. Todos os entrevistados, por parte dos fabricantes, são representantes das mesmas perante as EGs – Entidades Gestoras, inclusive, tiveram participação ativa na construção do Acordo Setorial, que foi a base para o Decreto nº 10.240/20.

A partir da participação de alguns *webnários* para discussões deste tema, bem como das redes sociais, foi possível identificar alguns nomes de pessoas que se dedicam fortemente a este contexto, por meio de Institutos ou ONGs – Organizações Não Governamentais e que possuem experiência sobre resíduos eletroeletrônicos, meio ambiente, logística reversa e outros temas voltados à sustentabilidade. Considerando que um dos principais objetivos deste trabalho está baseado na proposta de estruturação de um SLR – Sistema de Logística Reversa de resíduos eletroeletrônicos de uso doméstico, também houve a preocupação de haver entrevistados que representam grandes *players* neste mercado, atuando como parceiros das EGs, mas também como prestadores de serviços de logística e manufatura reversa, diretamente para fabricantes e importadores.

Sendo assim, foram realizadas quatorze entrevistas individuais em profundidade, de acordo com a disponibilidade dos entrevistados, no período de 01/11/2020 a 01/03/2021 com duração total de 16 horas e 17 minutos e uma duração média de 1 hora e 10 minutos por entrevista. Cabe salientar que, com o intuito de preservar a identidade dos entrevistados, foi utilizada uma codificação (Entrevistados A a N).

No Quadro 6, é apresentado o perfil dos quatorze entrevistados.

Quadro 6 – Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Sexo	Idade (anos)	Formação	Ramo	Tempo na Empresa	Cargo	Segmento	Tempo de Entrevista
A	M	36	Bioquímico, Especialização em Gestão Ambiental e Mestrado em Gestão da Sustentabilidade	Associação de fabricantes	6 anos	Gerente de Sustentabilidade	Logística reversa EEE	1h 03 min
B	F	45	Direito	ONG	10 anos	Diretora	Resíduos sólidos	1h 06 min
C	F	43	Engenharia Eletrônica, Especialização em Gestão Ambiental e Mestrado em Engenharia Urbana	Instituto de pesquisa, desenvolvimento e análise	3 anos	Gestora Ambiental	Resíduos eletroeletrônicos	1h 40 min
D	M	35	Engenharia Ambiental e Engenharia de Segurança no Trabalho	Logística e manufatura reversa	10 anos	Gerente Estratégico de Projetos em Economia Circular	Resíduos eletroeletrônicos	58 min
E	M	45	Técnico Eletrônico e Administração de Empresas	Logística e manufatura reversa	18 anos	CEO - <i>Chief Executive Officer</i>	Resíduos eletroeletrônicos	53 min
F	F	31	Engenharia Ambiental, Pós Graduação em Meio Ambiente, Saúde e Sustentabilidade	Órgão público ambiental	7 anos	Engenheira Ambiental	Resíduos sólidos	1h 30 min
G	F	40	Direito	Associação de fabricantes	4 anos	Gerente Executiva	Logística reversa EEE	1h 40 min
H	M	53	Engenheiro Mecânico e Pós Graduação em Administração e Comércio Exterior	Manufatura	4 anos	Gerente Corporativo de Pós-Vendas	Eletroeletrônicos em geral	38 min
I	M	49	Engenharia de produção e Administração de Empresas e Finanças	Logística e manufatura reversa	5 anos	Vice-Presidente de Desenvolvimento de Negócios	Resíduos eletroeletrônicos	1h 24 min
J	F	53	Publicidade e Filosofia da Comunicação	Instituto de comunicação social e ambiental	20 anos	CEO - <i>Chief Executive Officer</i>	Resíduos sólidos	1h 07 min
K	F	42	Direito e Especialista em Gestão Executiva do Meio Ambiente	Instituto de pesquisa socioambiental	1 ano	Presidente	Políticas públicas urbanas	1h 28 min
L	M	50	Administração de Empresas e Mestrado em Gestão Ambiental	Manufatura	28 anos	Coordenador de Sustentabilidade	Eletroeletrônicos em geral	1h 22 min
M	M	27	Engenharia Ambiental e Especialização em Gestão de Projetos e Sustentabilidade	Manufatura	5 anos	Engenheiro Ambiental	Eletroeletrônicos em geral	41 min
N	M	39	Engenharia Ambiental e Segurança no Trabalho e Especialização em Meio Ambiente	Manufatura	9 anos	Engenheiro Ambiental	Eletroeletrônicos em geral	47 min
Legenda: Sexo: M – Masculino; e F – Feminino.								16 h 17 min

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ressalta-se que todas as entrevistas foram realizadas em ambiente presencial remoto, utilizando-se a ferramenta “Microsoft Teams”, sendo que os conteúdos, em áudio e vídeo, foram gravados para posterior análise e interpretação dos dados, com o devido consentimento dos entrevistados, formalizado mediante o envio prévio do TCLE.

4.2 MOTIVAÇÕES POLÍTICO-LEGAIS E SETORIAIS PARA A ESTRUTURAÇÃO DO SLR

Dentre as evidências empíricas mais comentadas e que tiveram predomínio dentre as motivações político-legais e setoriais identificadas, emergiu a **PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos**, citado por mais da metade dos entrevistados (ENTREVISTADOS B, C, D, F, G, I, K, L e N). Segundo os Entrevistados G, I, K e L, a motivação político-legal é um marco legal explicado por meio da PNRS, que é a política norteadora de qualquer resíduo sólido urbano no país. Ela que traz as diretrizes tanto dos resíduos sólidos urbanos que são detentores das prefeituras, dos municípios, na gestão municipal, que rege a gestão dos resíduos urbanos, bem como das responsabilidades que afetam o setor privado. Então, o que afeta o setor privado são as políticas atinentes à logística reversa de pós-consumo, que estão no artigo 33 da PNRS. Tal artigo traz quem será regido fora do sistema público municipal e os tipos de resíduos que devem ser tratados ou em um acordo setorial ou por decreto federal. Neste sentido, esses critérios são norteadores tanto político-legais quanto setoriais.

Ainda em relação a isso, o Entrevistado D destacou que:

A indústria se organizou uma vez que a política nacional [PNRS] saiu. É para que a gente pudesse ter os termos desse modelo de logística reversa definidos, metas, e passamos por vários momentos, no primeiro [momento] de haver o consenso internamente dentro da indústria, da associação, sobre o que seria essa operação, como seria executada, que a lei fala que você tem que executar, mas não diz o como.

O Entrevistado N, trouxe de forma incisiva que o setor possui um marco legal com a PNRS, a qual vem para enfrentar o problema da questão dos resíduos, pois os resíduos têm se tornado cada vez mais complexos, mais difíceis de coletar, tratar e destinar. Esta motivação também é reforçada pela seguinte evidência:

Desde 2012, até com regulações que, primeiro visavam assinar termos de compromisso e assim agregar o setor, chamar o setor para apresentar propostas para firmar termos de compromisso, pois a própria legislação, a PNRS, estabelece que a logística reversa pode ser implementada por meio de regulação direta, com um decreto, por exemplo, por meio de acordos setoriais e por meio de termos de compromisso. E os termos de compromisso, em geral, são para fluxos, digamos, menores, mais específicos de resíduos ou para abrangências geográficas menores. Por isso que o Estado de São Paulo optou por adotar esses termos de compromisso. No setor de eletroeletrônicos, o primeiro termo de compromisso que a gente teve aqui no Estado, foi assinado em 2012, mas era só para aparelhos celulares (ENTREVISTADO F).

O Entrevistado I, por sua vez, enfatizou que, a partir do momento que a PNRS entrou em vigor, todos começaram a entender que os consumidores têm EEE – Equipamentos Elétricos e Eletrônicos em suas casas, e que estes não sabem para onde deverão destinar ou depositar tais equipamentos após o seu uso ou vida útil. Quando o Presidente Luis Inácio Lula da Silva assinou a política nacional, ninguém sabia absolutamente nada, todos guardavam seus eletrônicos, pois tinham consciência de que não deveriam descartá-los junto com materiais (lixo) orgânicos. Porém, as pessoas começaram a demandar, ligando para fabricantes e questionando para onde deveriam encaminhar os seus EEE, uma vez que perderam a sua utilidade e precisam ser reciclados. E agora, com a PNRS, há uma lei que diz que isso tem que acontecer (ENTREVISTADO I).

Além disso, a política nacional estabeleceu a direção, embora haja algumas lacunas sobre como algumas questões devem ser encaminhadas. A PNRS estabeleceu que cada município, que cada estado, que o país determine seus objetivos de coleta de REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos e os trate de forma ecologicamente correta. Havia a necessidade de uma espécie de guia, caso contrário cada estado ou município poderia adotar práticas a partir do seu entendimento. O acordo setorial, então, fez com que houvesse convergência, que a figura do gerenciador, por exemplo, da Green Eletron e da ABREE, participassem da cadeia para organizar a coleta, o trabalho, porque sem isso cada empresa teria que contratar um reciclador que faria o seu processo de forma isolada, sem haver um padrão (ENTREVISTADO I).

O Entrevistado L destacou que:

Eu vou te dizer o seguinte: é por força da lei, ou não tem nada. Porque se você for esperar a boa vontade nas indústrias, o que fazer, não vão fazer nunca. Tanto é que se você vê, tem muito *lobby* ainda para não atender à legislação.

A regulamentação da PNRS prevê a logística reversa, em todos os segmentos. Realmente, os profissionais da área acreditam que isso vai gerar um mercado, o mercado da oportunidade de se criar novas frentes de trabalho. Mesmo assim, há que ter cuidado para não selecionar somente os produtos, materiais ou resíduos atrativos, com valor agregado. Existe uma tendência neste sentido. São os computadores, os celulares. Já os produtos da linha branca não despertam tanto interesse. Há muitas *startups* ou empresas ganhando dinheiro reformando computadores, celulares, enquanto, para os produtos da linha branca, a logística

reversa além de ser mais complexa, não há um mercado estabelecido, por exemplo, para compra de uma geladeira *retrofit* ou de um fogão *retrofit*. Isto é algo muito mais difícil (ENTREVISTADO K).

O segundo motivo mais citado, para a estruturação do SLR, é a influência das leis existentes em outros países, ou seja, das **legislações internacionais**, como foi possível observar a partir das colocações dos Entrevistados A, B, H e N, quando disseram que o Brasil segue a trilha dos países mais desenvolvidos. No exterior, principalmente na Europa, já há sistemas bem consolidados, como também é o caso do Japão. O Brasil não poderia ficar à margem deste movimento, seja pela pressão da sociedade, seja pela pressão das entidades, para que se tenha um SLR efetivo. O governo precisava dar um recado à sociedade, ao mercado, mesmo que alguns ajustes terão de ser feitos. Em relação a esta questão, muitos países estão avançando, estruturando e operacionalizando um sistema bastante rigoroso. Alguma coisa tinha que ser feita a respeito disso (ENTREVISTADO H).

Ainda nesta lógica, é relatado que houve uma motivação oficial das empresas privadas, em algumas instâncias, até porque muitas delas estão acostumadas com marcos regulatórios e legislações internacionais, tais como Ericson, Nokia e Sony, e estas organizações têm influência (ENTREVISTADO J).

De acordo com o Entrevistado N, os governos (federal, estaduais e municipais) no Brasil tem buscado compreender experiências em outros países. A questão da logística reversa não é um interesse apenas do Brasil. Alguns Estados Americanos utilizam a logística reversa, ou mesmo o Modelo Europeu, que é o modelo que o Brasil segue predominantemente.

Um aspecto crítico foi relatado pelo Entrevistado J, que comentou que:

Precisamos sair dessa situação, qual é a motivação? Se é do governo, se é ficar bem com o mercado internacional, mostrando que a gente tem iniciativas, porque uma cidade suja, até tive em uma reunião na Apex [Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos], que mostra que o Brasil saiu do quinto lugar dos mais desejados para turismo no mundo para quinquagésimo alguma coisa, por três razões: violência, lixo e sinalização. É uma instituição [Apex Brasil] que existe para mostrar o Brasil lá fora. O Brasil empresa, o Brasil imagem. O quarto, é a falta de confiabilidade [em relação ao Brasil]. Então, por que as empresas não vêm investir aqui no Brasil? Porque a gente é sujo, porque a gente não é confiável. Quando você é sujo, a primeira premissa é que você é inconsciente. Quando você traz essa percepção de uma sociedade inconsciente..., eu participei do Fórum Mundial da Água, e teve um Indiano que trouxe na fala dele o seguinte: quando você quiser perceber como é uma sociedade, um lugar, um país, cidade ou estado, não importa, vai ver o rio que corta ela, é o reflexo disso. É o reflexo da questão moral, ética e

espiritual dessa sociedade. Então, se você olhar bem, nós brasileiros, estamos quase todos doentes, pois nossos rios são todos poluídos.

A terceira motivação identificada diz respeito às questões relacionadas ao **meio ambiente**, principalmente no que tange ao descarte inadequado de materiais e os lixões. Muitos entrevistados relataram isso como uma motivação importante, como consta nas falas dos Entrevistados B e N, que trouxeram a informação de que quando você olha para as questões dos municípios, e volta nos antigos lixões, há muitos municípios com este tipo de destinação (lixões) ainda. Não são aterros sanitários controlados. O problema é para onde vão estes resíduos e os impactos causados no meio ambiente. Não é apenas a questão dos resíduos eletrônicos, mas de todo e qualquer tipo de resíduos. Sendo assim, são percebidas muitas dificuldades com a destinação dos materiais ou resíduos. Inclusive, os dois entrevistados (B e N) destacaram que existem muitos municípios que acabam destinando os seus resíduos em espaços contratados em outros municípios.

Já para o Entrevistado D:

A situação dos eletrônicos no país, dentro da nossa experiência, não retorna nem 2% daquilo que é produzido e colocado no mercado, para ser reciclado pelo canal oficial. Então se isso não retorna para cá, está indo para algum lugar, quer seja lixões, aterros ou está ainda dentro da casa das pessoas e a gente sabe o grau de impacto que este produto traz para o meio ambiente, se não tratados de maneira correta. Então, a partir daí, é uma questão de saúde pública, uma questão de estratégia de país ter uma política que trate esse tipo de resíduo.

Além do mais, os produtos eletrônicos estão cada vez apresentando uma menor vida útil. Antigamente, comprava-se uma televisão, e o consumidor ficava vinte anos com ela, comprava-se um vídeo cassete e usava por muitos anos. Isso não existe mais. Como as mudanças de tecnologia são mais frequentes, o ciclo de vida dos produtos é menor. Somado a isso, os resíduos gerados por este tipo de produtos são complexos (ENTREVISTADO N), o que também é ressaltado no excerto a seguir:

Há muitos anos se fala que um produto eletrônico tem metais pesados. Se a Europa tem uma diretiva, uma RoHS – *Restriction of Certain Hazardous Substances*, toda uma normativa por trás disso tudo, eu acho que essa é a preocupação de todos aqui, do planeta como um todo. Se o produto eletrônico tem metais pesados, não podemos descartar em qualquer lugar, deve ser tratado, gerenciado e processado de uma forma correta e [deve haver] uma destinação na forma correta, para evitar os impactos ambientais (ENTREVISTADO E).

Outro aspecto que esteve presente nas entrevistas está relacionado ao **cenário nacional de estruturação do SRL em outros segmentos**, ou seja, dentro

do cenário nacional já há cases de sucesso, aliás, como mencionou o Entrevistado C, quando citou o caso dos pneus e dos lubrificantes, segmentos estes que vem obtendo bons resultados com a destinação dos resíduos pós-consumo. Isso se caracterizaria também como uma motivação para que se implantasse um SLR no segmento de eletroeletrônicos. Este mesmo entrevistado trouxe, ainda, o caso da HP, uma empresa estrangeira e que percebeu o valor na economia circular, fabricando produtos no país e operacionalizando a logística reversa através de um parceiro, que começou a coletar os produtos ou os resíduos pós-consumo em todo Brasil, montando os produtos da HP e fazendo o pós-vendas.

Depois disso, passou a ser uma logística do pós-consumo, possibilitando que os clientes e/ou consumidores pudessem devolver produtos estragados, com defeito, e toda essa logística reversa passou a ser oferecida para outros fabricantes, como um serviço. Resumindo, agora é possível ver que as pessoas e empresas estão percebendo valor nos produtos eletroeletrônicos pós-consumo. Atualmente, há uma maior demanda por materiais (matérias-primas, peças, componentes), e em todas as cooperativas e as empresas que foram visitadas pelo entrevistado, foi constatado o problema da falta de materiais, inclusive, dificultando o crescimento dos seus negócios (ENTREVISTADO C).

Ainda sobre o cenário nacional, é importante salientar que:

Falam muito em custo, custo sobre logística reversa, mas, novamente a nossa parcela referente à logística reversa de eletroeletrônicos, ela é pequena em comparação as outras [outros segmentos], porque você tem a logística reversa das embalagens, você tem a logística reversa dos plásticos, de agrotóxicos. Você tem coisas que foram acontecendo e quando a gente fala em acontecendo, a mais forte hoje é a de agrotóxicos (ENTREVISTADO L).

Outra motivação para a estruturação do SLR diz respeito à **economia circular**, como já mencionado acima pelo Entrevistado C, que destacou o case da HP no Brasil. Além disso, o Entrevistado D ressaltou que é preciso observar que a economia circular mostra que não é só uma questão de remediar um problema, mas é uma questão de manter recursos, em tese escassos, no que se refere ao seu uso, de maneira racional, e de manter os estoques de matérias-primas e materiais diversos disponíveis, pois a qualquer momento pode haver situações de desabastecimento e as empresas devem estar preparadas.

Dentre as motivações menos citadas, emergiu o **cenário político**, ou seja, as divergências entre entidades e até mesmo a situação política do país, como relatado pelo Entrevistado M:

A ruptura entre as entidades eu não sei te dizer o porquê, não participamos de todas as discussões com o governo, mas eu entendo que o ponto que fez com que acontecesse a assinatura [do Acordo Setorial] foi a ruptura das entidades. Além de uma questão do governo, do Programa Lixão Zero, foi um momento no qual o Ministério do Meio Ambiente estava fragilizado e eles quiseram também mostrar um pouco de serviço, de preocupação ambiental.

Para facilitar a compreensão em relação às principais motivações político-legais e setoriais para a estruturação do SLR, segue o Quadro 7:

Quadro 7 – Principais motivações político-legais e setoriais para a estruturação do SLR

Motivações Identificadas	Entrevistados
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos	B, C, D, F, G, I, K, L e N
Legislações internacionais	A, B, H, J e N
Meio ambiente	B, E, D e N
Cenário nacional de estruturação do SLR em outros segmentos	C e L
Economia circular	C e D
Cenário político	M

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 PAPEL A SER DESEMPENHADO PELOS PRINCIPAIS ATORES DA CADEIA

Nesta seção, são apresentados os principais atores no contexto da cadeia e que são importantes para a estruturação de um SRL, bem como suas interações e o papel a ser desempenhado por cada um deles.

Para tanto, as contribuições dos entrevistados foram relevantes, como é possível observar no comentário do Entrevistado G, no qual enfatiza que os atores estão considerados no artigo 33 da PNRS, e que o papel a ser desempenhado por cada um, está baseado em uma responsabilidade compartilhada, cadenciada ou

encadeada, sendo o Brasil o único país que adotou esse modelo. De fato, os outros países, como os países da Europa e o Japão, com políticas públicas para logística reversa destes produtos, estão especificamente direcionados à iniciativa privada, que tem obrigação de implementar o SLR, considerados, portanto, um modelo REP – Responsabilidade Estendida ao Produtor, no qual geralmente somente um produtor, fabricante ou importador financiam o sistema. No Brasil, criou-se uma lógica de responsabilidade compartilhada entre o consumidor, o varejista, o distribuidor e o fabricante importador, além do poder público, com tais autores tendo responsabilidades compartilhadas perante o sistema. Cabe comentar que dois atores foram protagonistas durante as entrevistas realizadas, os fabricantes e os consumidores. São eles que receberam as maiores responsabilidades para que esta cadeia seja operacionalizada.

O primeiro ator identificado é o poder público, em sua esfera federal, no qual iremos chamar apenas de **governo federal**, que por sua vez desempenha um papel fundamental no SLR – Sistema de Logística Reversa, pois tem a responsabilidade de fazer o controle da implementação do Decreto nº 10.240/20, como agente regulador, fiscalizando principalmente os fabricantes e os importadores, através de seus órgãos de controle (ENTREVISTADO D, H, K e M).

Isso também é ressaltado pelo Entrevistado D a partir do seguinte excerto:

O governo é um ator que tem o papel de regular essas interações e em alguns momentos colocar obrigações sobre esses atores, para que a coisa [Logística Reversa de EEE] aconteça, porque muitas vezes as pessoas ficam no modo passivo, ninguém faz nada, esperam acontecer. Ele [poder público] tem esse papel de olhar o todo, entender o ambiente macro. A gente sabe que existe uma tendência de acabarem os estoques de matérias-primas, que existe uma tendência de contaminação, de gerar doenças, de impactar as pessoas, então como que eu, o governo, consigo criar políticas públicas que possam resolver esses problemas e fazer a roda girar.

Levar informações à sociedade e participar efetivamente da educação ambiental formal dos consumidores foi apontada como uma responsabilidade do governo, não apenas no contexto do SLR dos EEEs, mas também em todos os demais segmentos, como de embalagens de papelão, óleos, lâmpadas etc. (ENTREVISTADOS F e J). Alguns comentários reforçaram este aspecto:

O poder público trabalhando na educação ambiental formal, inserindo esse tema na escola desde cedo, porque essa mudança de comportamento é algo a longo prazo (ENTREVISTADO A).
A educação ambiental, ela parte de uma interação formal e não formal entre indústria e governo. Então, as escolas precisam ter essa tratativa, a avaliação de sustentabilidade, os pilares econômico, social e ambiental (...)

as mudanças climáticas e como evitar emissões de gases de efeito estufa (ENTREVISTADO L).

O Entrevistado K comentou que cabe ao governo, ao órgão público, fazer o controle desse decreto, pois ele é estático, não vai sair do papel sozinho. Precisa ter órgãos de controle, pessoas que fiscalizem os fabricantes e os importadores se estão fazendo a parte deles.

O próximo ator identificado são os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, ou seja, as **prefeituras municipais**, que atualmente já realizam a coleta de diversos REEEs. Porém, pelo Decreto nº 10.240/20 e pela Lei nº 12.305/10, somente podem executar ações e atividades de responsabilidade dos fabricantes, dos importadores, dos distribuidores e dos varejistas mediante acordo prévio firmado com as empresas, ou por meio das EGs, sendo devidamente remuneradas (BRASIL, 2020; BRASIL, 2010a).

Consoante isso, o Entrevistado A reforçou que existem também as opções de campanhas de arrecadação de EEES em parceria com as prefeituras, que esta possibilidade seria algo pontual, no período de um dia, uma semana, mas por um prazo curto, pois na verdade com os órgãos públicos, existem conversas iniciais, mas a lei prevê que os mesmos deverão ser remunerados por esta atividade, e isto é algo que falta um melhor entendimento, de como operacionalizar, com a devida segurança jurídica.

Essas parcerias dependem muito de cada prefeitura. Existem modelos distintos. Os modelos mais usuais são as prefeituras, que já possuem uma forma de recebimento de certos produtos eletroeletrônicos, proceder à coleta e a sua segregação, fazendo uma destinação final, às vezes de uma forma não tão ambientalmente correta. Quando é possível, as EGs podem fazer esta captação. Tem outros modelos em que os ecopontos funcionam para receber os produtos eletroeletrônicos e tem alguns outros em que a captação direta é feita pela prefeitura ou algum de seus órgãos. Geralmente, isto ocorre em municipalidades que já estão mais bem estruturadas. Então existe estas duas possibilidades, e o município, o prefeito que tenha a predisposição em fazer algum tipo de parceria é contada(o) pela EG (ENTREVISTADO G).

O Entrevistado F destacou que acredita muito nesse modelo, o modelo de parceria com os municípios, porque quando se fala em logística reversa, você pode colocar o coletor para quem tem mais consciência, ou quem, por algum motivo,

esteja disposto a levar o produto ou o resíduo até aquele ponto. Mas, quem não pode ou não se disponha a ir até um ponto de entrega, acaba destinando o produto ou o resíduo eletroeletrônico na coleta regular da prefeitura, que é aquela coleta geral, tendo a mesma que gerenciar e arcar com os custos envolvidos.

E é justamente o que gestores da logística reversa não querem, ou seja, não diminuir estes recursos da prefeitura, mas aumentar o potencial de coleta e de reciclagem dos produtos e seus resíduos. É um campo no qual há muito para se explorar, ainda mais este aspecto da sinergia entre coleta municipal e a logística reversa. O único empecilho, a única barreira, é a nossa legislação, que no parágrafo sétimo do Artigo 33, destaca que o município deve ser remunerado caso participe de fases da logística reversa, do SLR, que são de competência e responsabilidade do setor privado. Porém, o mesmo artigo não regulamenta de forma específica o que seria objeto de remuneração, como seria tal remuneração ou se o município poderia abdicar deste recebimento, uma vez que estaria economizando em seu processo de coleta de resíduos se as EGs fizessem a destinação destes materiais ou resíduos, que a prefeitura acaba realizando (ENTREVISTADO F).

Quando se trata do papel das prefeituras municipais neste processo, há visões distintas, seja do ponto de vista da responsabilidade ou da conveniência (pois já realiza a coleta seletiva, por exemplo), seja do ponto de vista da efetividade (em termos de coleta de materiais) e da perspectiva financeira. Por isso, o Entrevistado E comentou que:

Ponto de coleta é caro, onde você pode ganhar é fazendo uma parceria com as prefeituras. Eu sei que a ABREE tem feito um trabalho muito forte em relação a isso, porém, também tem um outro aspecto, tem que tomar muito cuidado, pois a prefeitura vendo essa sua necessidade de atender essa obrigação [tendo em vista as suas responsabilidades], de atender a lei, ela pode querer te cobrar alguma coisa. Ok, vamos pagar (...), prefeitura tem em todo lugar. Então, quando você pega a legislação e tem que implementar nas cidades com mais de 80 mil habitantes, a prefeitura é extremamente importante para implementar isso, ela está na cadeia? Não sei, ela não distribui, ela não vende, não comercializa, mas eu acho que ela tem que ter um programa, já que eles fazem coleta seletiva. Por que não implementar a coleta seletiva de eletrônicos?

Além disso, o envolvimento dos órgãos públicos em um SLR pode ser visto de outras formas:

A prefeitura não produz lixo eletrônico. Quem produz é quem tem que pagar a logística reversa. Um dos maiores investimentos da prefeitura, hoje, é a coleta [de lixo, de resíduos], a limpeza da cidade. Para você fazer a coleta do eletroeletrônico, você vai ter que ter um tipo de caminhão específico, você não pode colocar no mesmo caminhão. Esse é um problema que a gente tem lá na implementação da coleta seletiva porta a porta. O caminhão

compactador não serve. Então, a gente vai ter que ter um [outro tipo de] caminhão para coletar o resíduo eletrônico (...). E quem vai pagar essa conta? Por isso estão criando pontos de entrega de resíduos para facilitar a logística, pois implementar porta a porta é um custo muito alto. A logística de pontos específicos já é caríssima. É claro que, no futuro, pode ser que isso até seja factível. Mas eu acho que hoje em dia, onde tem um problema de falta de sensibilização em relação ao tema [separação de EEE] e a sua participação ativa, por parte da sociedade, não é viável não. O caminhão de coleta de eletrônicos vai passar nas portas [das residências e das empresas] e não vai ter o eletrônico separado (ENTREVISTADO B).

Apesar de estarem sendo relacionados pelo decreto com as mesmas responsabilidades, os próximos atores, **fabricantes e importadores**, na prática, não recebem as mesmas considerações, como veremos a seguir, onde claramente os entrevistados referem-se na maioria das vezes, somente aos fabricantes. O Entrevistado N destacou que:

Começando lá pelo início da cadeia, temos os fabricantes. E quando eu falo dos fabricantes, estamos falando inclusive da cadeia que fornece para esses fabricantes. Então, a gente [deve] pensar cada vez mais nos produtos. Quando se fala em análise de ciclo de vida, é pensar o pós-consumo desse produto. Como é que esse produto vai retornar, voltar para o ciclo, dar alguma utilidade a esses produtos no final. Então é essa responsabilidade que ela tem de existir, e querendo ou não, quando o governo fez essas questões de logística reversa, está empurrando as empresas a pensar dessa forma.

A importância e o papel dos fabricantes e dos importadores:

O primeiro ponto trata-se do fabricante e do importador. Quem desenvolve o produto, que coloca esse produto no mercado e tem a propriedade intelectual sobre esse produto e o que pode ser feito com ele. Então esse papel do importador e do fabricante é importante no sentido de quem realmente conhece o produto, das suas propriedades, e é esse ator que sabe o que pode ser feito com esse produto, como ele pode ser aplicado, e é ele quem tem a responsabilidade de mostrar para o usuário ali na ponta, que no final da vida útil do produto, precisa retornar de alguma forma para o ciclo, que ele não pode ser descartado de qualquer forma, mas esse ator também tem um papel primordial de olhar para os produtos no seu desenvolvimento, pra que possam incorporar matérias-primas recicladas e não usar apenas matérias-primas virgens. Porque uma vez que ele criar essa demanda por matérias-primas recicladas ele também abre um canal lá na frente para que isso retorne e seja introduzido dentro da própria cadeia dele e quando ele escolhe uma matéria-prima, quando ele desenvolve, quando ele trabalha o design de um produto ou design de um modelo de negócios, ele também tem que ter em mente que não vai ter o descarte no final. Não existe aterro, então, é preciso considerar que no final, esse produto precisa ter o direito de ser reparado, de ser remanufaturado, e neste ponto a Europa fez muito bem isso. Não sendo possível nenhum desses pontos, daí sim ele ser reciclado e virar matéria-prima. Então esse ator ele é importante nesse sentido, nesse importante ponto (ENTREVISTADO D).

Os Entrevistados A, F e G destacaram que uma das principais responsabilidades dos fabricantes e dos importadores deve ser a destinação final,

ambientalmente correta, de 100% dos REEEs recebidos. Entretanto, foi observado que uma das maiores preocupações entre os entrevistados está na educação ambiental não formal, que trata o Decreto nº 10.240/20. Os consumidores precisam ser comunicados e educados sobre isto, e a responsabilidade de informar é da indústria, a questão da sensibilização, de onde a sociedade pode encontrar os pontos para descarte, o que é importante para o atingimento das metas (ENTREVISTADOS B, E, G e L).

Em relação ao ator importadores, existe uma grande preocupação quanto a sua participação neste SLR, como reforçou o Entrevistado A, trazendo o ponto da isonomia, uma vez que o custo da operação é um fator crítico para o atingimento das metas de destinação dos REEEs que foram estabelecidas no Decreto nº 10.240/20, pois o custo irá aumentar nos próximos anos e para que ele seja distribuído de forma justa, precisaria haver fiscalização em todos os atores, mas principalmente nos importadores.

O Entrevistado F destacou que os órgãos ambientais estaduais, que são responsáveis pelo licenciamento ambiental das indústrias, conseguem ter um melhor controle e fiscalização da participação dos fabricantes no SLR, porém no caso dos importadores e dos distribuidores, não é possível ter a mesma efetividade sobre o cumprimento da sua participação no SLR. No caso dos importadores, cabe ao Ibama licenciar e fiscalizar. O Entrevistado G complementou, ainda, que cabe ao governo fiscalizar a participação dos importadores, para garantir a isonomia do SLR, a partir do controle das importações.

Outro grupo de atores, que basicamente está no mesmo nível dentro da cadeia, refere-se aos distribuidores e varejistas. Para os Entrevistados A, D, F, G, M e N, estes dois atores possuem a obrigação de receber os EEEs, disponibilizar espaço físico para a instalação de coletores e informar aos demais parceiros comerciais e seus consumidores, a cerca da operação de logística reversa dos EEEs.

Sob o ponto de vista do Entrevistado D, esse papel pode ser ampliado:

(...) os distribuidores e os pontos de venda, são canais que efetivamente colocam esse produto no mercado, que sabem onde está esse produto, que sabem qual é o perfil do consumidor, quem são as pessoas que estão ali consumindo os produtos e que de certa forma tem o papel dentro desse modelo de mostrar para esse consumidor, canais e formas deste produto retornar, até mesmo utilizar locais e espaços específicos, para que o consumidor possa fazer a devolução, a entrega daquilo que não será mais

utilizado. Da mesma forma, ele tem um papel enorme de fazer a conscientização do que é logística reversa, do que é economia circular.

Ainda sobre estes atores, é possível destacar que:

Do setor privado, o varejo que a gente entende que, seguindo aquela, digamos, cadeia logística reversa, serão responsáveis pela coleta [recebimento] do resíduo. Então, por exemplo, disponibilizar espaço na loja para implantar o coletor, ter essa comunicação com o consumidor para divulgar o ponto de entrega ou as formas que o consumidor tem para descartar aquele resíduo, divulgar a logística reversa também. Todo esse contato com o consumidor, a primeira porta de entrada da logística reversa. E aí depois tem os distribuidores, que teriam essa função de ajudar na logística. Eventualmente, até ceder espaço do centro de distribuição para ter um armazenamento do resíduo e funcionar como ponto de consolidação (ENTREVISTADO F).

Como comentado anteriormente, as **EGs – Entidades Gestoras** são pessoas jurídicas, sem finalidade econômica, constituídas pelas empresas ou pelas associações de fabricantes e de importadores de produtos eletroeletrônicos, para execução das ações relacionadas à estruturação, à implementação, à gestão e à operação do SLR (BRASIL, 2020). Para o Entrevistado G, as EGs têm como papel gerenciar o processo de logística reversa do início ao fim da cadeia. Tais entidades devem observar desde a coleta dos EEEs até a sua destinação final, que deverá ser uma destinação ambientalmente correta.

Mais do que isso, as EGs são responsáveis pela estratégia de divulgação deste sistema (SLR), visando sensibilizar os consumidores para aderirem a esta causa (ENTREVISTADO E, F e M), em conjunto com os demais atores. Na visão do Entrevistado L, as EGs devem atuar como interlocutoras entre a indústria (fabricantes), os importadores, distribuidores, varejistas e os consumidores finais. As parcerias das EGs com órgãos públicos, como, por exemplo, as prefeituras municipais, também devem ser uma prioridade, pensando em proporcionar um SLR de baixo custo e elevada amplitude, ou seja, se caracterizando como um sistema eficiente, eficaz e efetivo (ENTREVISTADO E).

Para enfatizar uma das principais responsabilidades das EGs, o Entrevistado D salientou que:

A indústria, os fabricantes, os distribuidores e o comércio, para viabilizar de forma individual [o SLR], ao longo desses anos, o que a gente aprendeu, é que viabilizar de forma individual, não seria algo fácil de ser feito e que se a gente trabalhasse no modelo coletivo, em que a gente conseguisse colocar os requisitos mínimos e uma operação para ser operacionalizado de forma coletiva, seria muito mais vantajoso, financeiramente, operacionalmente e estrategicamente, por isso a criação das entidades gestoras. Você passa a criar uma entidade que vai congrega diferentes fabricantes, que em alguns casos são concorrentes, mas que juntos têm um objetivo comum, de tratar

aquilo que está sendo imposto como uma regra de compliance, que pode inviabilizar o negócio, então as gestoras, elas terão esse papel, de viabilizar de forma coletiva aquilo que o Governo está exigindo desses atores.

Quanto ao atingimento das metas de um SLR, é preciso entender que empresas de reciclagem estão em busca dos REEEs, do seu valor monetário potencial, garimpando o “metal” nobre. Nesta ideia de garimpo do metal nobre estão retirando esse “peso” de dentro do número a ser atingido pelas EGs. As empresas de reciclagem ao coletarem estes REEEs que deveriam compor o indicador oficial de reciclagem, interrompem o SLR, que foi imposto pela PNRS, então, é responsabilidade das EGs conduzir negociações com este setor, visando mitigar esta perda de material (ENTREVISTADO L).

Durante as entrevistas, foi possível identificar alguns atores que não estão destacados no Decreto nº 10.240/20, neste caso, as **empresas de manufatura reversa**, que merecem destaque, devido à sua abrangência e representatividade dentro do SLR.

Para contextualizar a atuação das empresas de manufatura reversa, cabe salientar que elas podem operacionalizar este sistema (SLR) desde a logística reversa, com a coleta dos REEEs nos pontos indicados ou apenas o recebimento propriamente dito dos mesmos. Após isso, executam a desmontagem, processamento e, por fim, comercializam os materiais no mercado local ou os exportam como *commodities*. Este é um dos atores mais importantes no SLR, pois fazem o ciclo de vida dos produtos finalizar de maneira correta (ENTREVISTADO L).

Em acréscimo, o Entrevistado I traz uma reflexão sobre a percepção da sociedade sobre a cadeia dos EEE:

Vamos pensar na cadeia de vida [ciclo de vida dos produtos, materiais] como a matéria-prima que se transforma em produto, que é vendido para o consumidor, que o utiliza, que ele volta, pode ser reutilizado de certa forma, mas vamos pensar no produto. Já não funciona e agora realmente tem que ir para o descarte, bom aí o que acontece até hoje, a sociedade entendeu a metade da cadeia, como uma cadeia completa, que simplesmente [começa na] matéria-prima, [se transforma em] produto, consumo e descarte, e ele [o consumidor] não leva em consideração a “parte B” da cadeia, que forma um círculo que é a logística reversa, a manufatura reversa, reciclagem de volta para a matéria-prima.

Por outro lado, um alerta sobre a recuperação dos REEEs merece atenção:

Os parceiros em manufatura reversa, eles fazem uma desmontagem, todos realizam uma desmontagem e fazem uma avaliação do grau de degradabilidade desse material. Alguns podem ser sim recuperados e retornar para outras cadeias produtivas que não a do eletroeletrônico e outras realmente precisam de um tratamento, de uma recuperação. Vai depender de caso a caso. Muitos dos produtos, pelo alto grau de

degradabilidade, tem dificuldade de retornar a um ciclo de outros processos, por conta, principalmente, se a gente for pensar no setor de eletroeletrônicos, reintroduzir essas partes e peças, por exemplo, recuperadas para o processo produtivo, muitas vezes é impossível, porque é um produto que tem aí mais de vinte ou trinta anos de uso no mercado, além do seu grau de degradabilidade, ele tem substâncias químicas que não são mais colocadas dentro desses produtos novos (ENTREVISTADO G).

Algumas empresas de manufatura reversa disponibilizam um serviço que as diferencia das demais empresas da cadeia, que é o serviço de rastreabilidade. Desta forma, enviam informações aos seus clientes via *on-line*, com detalhes acerca do tipo de material coletado, volumes, local de coleta, imagem(ns) do recebimento, do processo e da disposição destes materiais. E tudo isto ajuda a evidenciar esta rastreabilidade, comprovando que o produto ou o material foi coletado, decomposto (desmontagem) e destinado como matérias-primas, evitando o mercado paralelo, com a utilização de peças sem autorização dos fabricantes (ENTREVISTADO E).

No tocante à abrangência destas empresas de manufatura reversa, há, ainda, situações que remetem fortemente à economia circular, conforme o relato do Entrevistado C, sobre uma destas empresas, que ao receberem alguns EEEs, realizam uma classificação e, a partir do Setor de Engenharia, desenvolvem técnicas de desmontagem, com as ferramentas necessárias, definindo a quantidade de pessoas e as estações de trabalho, similar a uma linha de produção, porém, uma estrutura voltada à desmontagem dos produtos e separação de componentes ou materiais. A partir daí, utilizam parte destas matérias-primas, tais como o plástico, para injetarem novas peças e retornarem ao mercado.

Dentro da lista dos principais atores dentro do contexto de estruturação de um SRL, temos as **transportadoras**, que são sinônimos de logística, movimentação de materiais, consolidação de cargas para transporte e logística reversa. O transporte dos REEEs, em diversos pontos desta cadeia, interagindo com vários atores, coloca sua posição em destaque, principalmente pelo alto custo ao qual está atrelada a sua operacionalização (ENTREVISTADOS A, D, E e I).

O Entrevistado G, por sua vez, relatou que a implementação mais simples seria a instalação do ponto de recebimento (coleta), para a captação dos produtos descartados pelo consumidor nestes pontos, sendo que o transporte até um local para a consolidação de cargas repercutiria em uma forma de logística primária. A consolidação propriamente dita seria caracterizada pela logística secundária para a manufatura reversa. Este é um processo mais simples e macro que está

disponível. E esta é uma responsabilidade das EGs, da contratação do transporte até a sua destinação final ambientalmente adequada.

Já o Entrevistado I enfatizou que a coleta e a consolidação das cargas é a parte mais visível da logística reversa, culminando no transporte, direcionado à destinação dos materiais. Após a coleta e a consolidação de cargas, o material é transportado, geralmente, para uma empresa de manufatura reversa e de gerenciamento dos materiais, considerado o centro da cadeia. Então, o material é recolhido, armazenado, desmontado e, após isso, entregue ao reciclador final. Assim sendo, a logística precisa estar estruturada em uma lógica de processo e estar conectada aos princípios da sustentabilidade (social, ambiental e econômico-financeira), viabilizando o SLR adotado.

Uma preocupação intrínseca à estruturação e à operacionalização de um SLR, portanto, refere-se ao custo da operação, aliás, conforme destacou o Entrevistado E:

Eu creio que é um tema que se discute a muitos anos. Como todos nós sabemos, e que de alguma forma houve uma pressão lá atrás para aprovação, e não foi aprovado, por várias razões, o custo logístico deve ter sido o fator principal. Os fabricantes relutaram bastante para postergar isso ao máximo, para não encarecer o produto [elevando os preços dos produtos ao consumidor], pois, atualmente, pagam uma mensalidade para as gestoras [EGs] e terão um custo maior no próximo ano [2021]. Por isso que eu entendo que foi postergado junto ao governo, devido ao custo [operacional elevado de um SLR].

Essa perspectiva é enfatizada quando se observam as estratégias de abrangência de um SLR:

Não estamos escolhendo ou limitando não. A gente vai seguir o cronograma, que é estar em todas as cidades acima de 80 mil habitantes. Naturalmente, a gente está começando pelas cidades mais próximas aqui de São Paulo, por questões logísticas e de custos, mas já, provavelmente esse ano [2020], vamos para outros estados, inclusive alguns do Nordeste e Centro-Oeste, para iniciar suas operações. Não vai ser uma cobertura ampla e total dos estados em uma vez. O início provavelmente [será] pelas capitais, depois as maiores [cidades], realmente para manter a viabilidade da operação [SLR] (ENTREVISTADO A).

O Entrevistado E ainda complementou que se não se pensar na construção de parcerias, voltadas ao menor custo logístico do SLR, como um todo, tal sistema não será viável. Inclusive, o entrevistado destacou a importância de uma melhor consolidação de cargas para que se busque viabilizar um menor custo, pois ao implementar coletas fracionadas, movimentando os produtos e os resíduos dentre os mais diversos pontos de destinação, considerando-se a distância deles em todo o Brasil, talvez o sistema (SLR) resulte em um custo muito elevado.

No que tange à otimização do transporte e da movimentação de cargas no SLR, o Entrevistado E sugeriu que:

(...) se a sua logística já vai entregar um produto novo ou vai pegar uma peça nova, porque já não traz o produto ou a peça velha [o EEE ou REEE descartado].

Na linha do descarte ambientalmente correto e a propósito da economia circular, as **recicladoras** são atores relevantes, que trabalham nos bastidores, transformando novamente o REEE em matérias-primas (ENTREVISTADO A e I).

Nesta direção, o Entrevistado C mencionou que:

Todas as placas que são retiradas aqui [desmontadas para reciclagem no Brasil], elas são vendidas para empresas que exportam, que são filiais, tudo é exportado. Então, nós pagamos o que eles produzem para gente consumir, nós consumimos aqui [no Brasil], nós usamos e depois devolvemos o que tem maior valor para eles (Europa, Estados Unidos, China). Nós fomos visitar uma empresa que recuperava cobre e ela tinha assim, para você ter uma ideia, é tão grande que a gente não saiu do ônibus, a gente ficou andando de ônibus pela empresa, são vários fornos. Você não pode parar esses fornos, você tem que ter entrada constante de material garantida. E aí tinha acesso de barco, pegava material pelo rio, chegava material de trem e caminhão. Então é uma coisa muito grande mesmo e a gente para ter isso aqui, eu acho que vai demorar um pouquinho. Ficava na Alemanha, uma empresa chamada Aurubis.

Ainda no contexto das exportações de matérias-primas, o Entrevistado N complementou que boa parte dos REEEs acaba saindo do Brasil, ou seja, no país se faz basicamente uma desmontagem dos produtos e outros países acabam utilizando os materiais, geralmente a um custo baixo. Mas, este entrevistado acredita que agora, com uma demanda de mercado, um fluxo maior de materiais, o país poderá ter mais recicladoras, propriamente ditos, destes materiais, podendo utilizá-los em maior escala no Brasil. Será possível, então, fazer o tratamento e a destinação correta dos materiais e/ou resíduos, com o reaproveitamento adequado de matérias-primas dos metais pesados, metais nobres, como, por exemplo, cádmio, ouro, chumbo e cromo, uma vez que há uma série de metais que são passíveis de serem reutilizados e são metais de valor agregado. Isso demanda, sem dúvida, uma cadeia especializada de empresas ligadas à reciclagem, mesmo que, no Brasil, ainda seja algo muito incipiente.

O Entrevistado I, por outro lado, trouxe um panorama abrangente da estrutura atual de reciclagem existente no Brasil:

Depois você tem o reciclador final, o que é o reciclador? aquele que transforma, o transformador de produto de volta para a matéria-prima, ele fecha cadeia. Então, por exemplo, tem a Gerdau, que fecha a cadeia nos metais, a Sinctronics, ela fecha a cadeia nos plásticos, ela é uma manufatura reversa. Então, ou seja, os recicladores são quem fecham a

cadeia. Micor, na parte de circuitos impressos. No Brasil, nós temos a grata satisfação de dizer que a gente consegue, localmente, lidar com quase tudo. Quase, a gente ainda não tem uma escala grande para baterias de lítio, para baterias de chumbo temos, e placas de circuito impresso, isso para a extração dos metais da placa só lá fora [somente exportando]. Então essas são as únicas coisas que têm que ser exportado, o resto a gente consegue tratar aqui dentro, então nós temos toda uma estrutura que, para o tamanho de hoje, está preparada para atender.

Outro ator presente em um SLR são as **cooperativas e associações de catadores**. Apesar de terem sido citadas poucas vezes, o Entrevistado C reforçou que um ator importante são as associações locais de catadores, pois habilitando-as à atividade, é possível aumentar a sua capilaridade de coleta, separação e destinação dos REEEs, pois os pontos de entrega voluntária provavelmente serão insuficientes, tendo em vista a demanda gerada por parte da população. Porém, deve-se atender às metas estipuladas na legislação e estas cooperativas e associações de catadores possuem uma capacidade de coleta de REEE elevada. Dessa forma, as EGs precisam criar um vínculo efetivo com as cooperativas ou associações de catadores.

Por fim, porém como já mencionado, um dos atores mais citados pelos entrevistados foi o **consumidor**. Nele está a responsabilidade de iniciar a logística reversa de um EEE. Ele tem a obrigação de devolver os equipamentos (produtos) usados nos pontos de entrega adequados, instituídos no sistema (SLR) (ENTREVISTADO A). Para os Entrevistados B, F, G, L e M, o consumidor tem um papel essencial de entregar o resíduo, e caso não tenha este engajamento, o processo sequer será iniciado. Por ser o primeiro ator desta cadeia, tem a obrigação de segregar, armazenar, remover dados ou informações privadas armazenados nos EEEs e descartar estes produtos e/ou seus resíduos nos pontos de coleta indicados.

Talvez esse seja um dos maiores desafios de um SLR, conforme pode ser ilustrado pelo excerto que segue:

Eu acho que é o consumidor. Ele tem a escolha. Se Ele resolver que vai guardar [os REEE] na gaveta ou resolver que ele vai jogar na caçamba, já era [não ocorre as outras etapas] para o processo. Por ser o principal ator, tem que estar mais engajado e instruído. E ainda não vemos isso, não. Não vemos isso nem para garrafa PET. A aqui no Rio [de Janeiro], a Comlurb – Companhia Municipal de Limpeza Urbana faz uma gravimetria no resíduo comum, lixo normal. E consegue ver por regiões da cidade o que compõe o lixo. Sai [é divulgado] desde 2009 o que ela encontra no lixo comum de eletroeletrônicos e tem um percentual relativamente significativo de mouse jogado no lixo, pilha, controle remoto, televisões que são deixadas assim para levar e isso é muito ruim. Então eu acho que o principal ator que a gente tem que colocar é o consumidor (ENTREVISTADO C).

O Entrevistado D reforçou também que:

O consumidor, no meu ponto de vista é o mais poderoso de todos os atores, porque sobre ele está o poder da caneta, Ele compra, ele decidi o que fazer depois, então também precisa ser conscientizado sobre o que é sustentabilidade, o que é logística reversa, entender o que é o consumo consciente e entender por que ele precisa optar por produtos mais sustentáveis, porque ele é diretamente afetado por isso no final. No final da vida útil do produto, ele precisa retornar esse produto para cadeia que foi desenvolvida para ele, de logística reversa, e não colocar esse produto na porta de casa para ele desaparecer e ir para um aterro ou lixão.

Existe, portanto, uma clara interligação entre cada um dos atores identificados. Finalmente, o Entrevistado D destacou que cada um dos atores de um SLR, desempenhando o seu respectivo papel, tendo vista as suas respectivas responsabilidades, tem sua importância, mas, caso todos os atores não trabalhem de forma conjunta e integrada, o sistema implementado terá sérias dificuldades de cumprir com os seus objetivos e de atingir as metas pré-estabelecidas.

No sentido de facilitar a compreensão, a partir da análise da legislação vigente e dos conteúdos coletados e analisados, provenientes das entrevistas realizadas, segue o Quadro 8 com os atores identificados e os papéis a serem desempenhados na cadeia, ou mais especificamente, no SLR a ser operacionalizado.

Quadro 8 – Atores identificados e papéis a serem desempenhados

Atores Identificados	Papéis a Serem Desempenhados
Governo Federal / Estadual	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer o controle da implementação do Decreto nº 10.240/20, como agente regulador; - Criar políticas públicas visando facilitar a implementação do SLR; - Informar a sociedade e participar efetivamente na educação formal ambiental dos consumidores.
Prefeituras Municipais	<ul style="list-style-type: none"> - Participar de campanhas em parceria com as Entidades Gestoras, visando o recolhimento dos EEEs, principalmente no que diz respeito a comunicação deste sistema (SLR); - Viabilizar acordos de médio e logo prazos, com as Entidades Gestoras, disponibilizando estrutura (ecopontos, coletas, etc), além de inserir no fluxo atual da coleta seletiva, sistema de triagem efetivo dos EEEs.
Fabricantes e Importadores	<ul style="list-style-type: none"> - Participarem como associados, do SLR coletivo, visando sua sustentabilidade e o cumprimento das metas estabelecidas para o setor; - Comunicar aos seus consumidores a cerca do SLR, indicando o fluxo correto de destinação dos seus produtos, no pós-consumo; - Desenvolver produtos que visam facilitar o seu processo de reparo, atualização ou manufatura reversa; - Incorporar matérias-primas recicladas no seu ciclo produtivo e de seus fornecedores.

Distribuidores e Varejistas	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilizar espaço físico para instalação de pontos de recebimento dos EEEs, bem como encaminhá-los ao fluxo do SLR; - Informar seus parceiros comerciais e consumidores a cerca do SLR dos EEEs existente; - Viabilizar a logística reversa, através da consolidação dos EEEs, visando reduzir custos com transporte dos mesmos.
Entidades Gestoras	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar novos associados, trabalhando em parceria com o governo, na criação de políticas públicas para viabilizar o SLR; - Estruturar, implementar e realizar a gestão da operação do SLR; - Definir, juntamente com seus associados, as estratégias de comunicação não formal do SLR aos envolvidos; - Desenvolver parcerias com os demais atores, principalmente prefeituras, empresas de manufatura reversa e cooperativas de catadores.
Manufatura Reversa	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver processos para melhor aproveitamento dos REEEs, visando a economia circular e a redução de rejeitos; - Aumentar sua eficiência nas operações de desmontagem dos EEEs; - Garantir o controle do fluxo de processamento e destinação dos REEEs, visando reportar os valores corretos as EGs, correspondentes ao SLR (em peso).
Transportadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar o correto transporte dos EEEs e dos REEEs; - Participar do desenvolvimento de estratégias e ações, visando a redução de custos com a operacionalização dos transportes destes materiais, dentro do SLR.
Recicladoras	<ul style="list-style-type: none"> - Transformar os REEEs em matérias-primas recicladas; - Aumentar seu escopo de atuação, com abrangência para todos os tipos de materiais, visando reduzir custos com a exportação dos REEEs; - Desenvolver processos eficazes, bem como sua estruturação em termos de equipamentos, para a reciclagem dos REEEs.
Cooperativas de Catadores	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturar suas atividades dentro dos requisitos mínimos de operação, para sua participação efetiva no SLR; - Buscar parcerias, seja com a indústria ou comércio, mas principalmente com as EGs, visando a destinação ambientalmente correta dos EEEs coletados; - Realizar as coletas dos EEE's, mantendo sua capilaridade, pois possuem um alcance nas residências dos consumidores.
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> - Devolver os equipamentos (produtos) usados nos pontos de entrega adequados, instituídos no sistema (SLR); - Segregar, armazenar, remover dados ou informações privadas, armazenados nos EEEs e descartar estes produtos e/ou seus resíduos nos pontos de coleta indicados; - Ter consciência do seu papel dentro deste contexto, principalmente não descartando EEEs no lixo comum.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações levantados nas entrevistas.

4.4 DIFICULDADES INTRÍNSECAS À IMPLEMENTAÇÃO DE UM SLR

No cenário atual, é possível identificar as dificuldades intrínsecas à implementação, e mesmo ao desempenho, de um SLR, principalmente ao se considerar o histórico verificado na cidade de SP – São Paulo, bem como a experiência e a opinião de pessoas que estão à frente de organizações, institutos, associações e ONGs envolvidas neste contexto. Neste sentido, o Entrevistado K relatou que a logística reversa de eletroeletrônicos é responsável pelo

gerenciamento de um volume expressivo de resíduos, pois de todas os tipos de logística, em diversos segmentos, os resíduos de eletroeletrônicos são os dos mais complexos, pois compreende produtos que vão de um telefone celular até uma placa fotovoltaica. Estes produtos eletroeletrônicos de uso doméstico são muito característicos, uma realidade bastante específica.

Consoante isso, as dificuldades levantadas foram divididas em três grupos, visando facilitar a sua compressão. O primeiro grupo de dificuldades está relacionado às questões estruturais, de cunho operacional e comportamental. O segundo grupo diz respeito a questões financeiras, enquanto o terceiro grupo compreende aspectos políticos.

A primeira das **dificuldades estruturais** está relacionada à meta de **instalação dos 5.000 pontos de entrega (coleta) dos resíduos** no país, até 2025, abrangendo pelo menos os 400 maiores municípios brasileiros, com metas anuais e crescentes, e com prazos e ações concretas, chegando a 17% em peso, de resíduos ou produtos coletados, no quinto ano de sua implementação. Ilustrativamente, o Entrevistado D comentou algo sobre isto:

O desafio que a gente tem é a capilaridade exigida dentro do acordo, onde ele coloca uma capilaridade bem agressiva, mais de 5.000 pontos [de entrega] em nível nacional, quando a gente sabe que o coletor [de EEE] não é eficiente. Um coletor em média coleta 100 Kg por mês de lixo eletrônico [resíduos] e na verdade o que pode ser muito mais efetivo são campanhas de coleta, que você faz periódicas e que tem um custo muito mais competitivo, porque tu pensas em um coletor, um ponto de coleta, ele não é simplesmente o ponto, tu tem que desenvolver o modelo do coletor, tem que despachar esse coletor a nível Brasil, tu tem que gerenciar esse coletor, onde ele está, garantir manutenção dele, é um coletor que tem que garantir a segurança, porque senão vira um ponto de troca, você entrega o produto lá e passa o carroceiro ou alguém do mercado cinza e da pirataria, rouba o produto e leva embora, assim não voltando para a cadeia.

Os Entrevistados B e G também destacaram que os desafios são imensos e que o primeiro deles será a instalação da infraestrutura nos pontos de recebimento (coleta) dos resíduos em todo o Brasil, ou seja, como instalar, o que instalar, quanto instalar e como atingir os volumes estabelecidos (metas), considerando que os pontos de recebimento podem ser móveis ou fixos. Ainda sobre este assunto, é possível destacar que:

A logística destes pontos [de recebimento ou de coleta de resíduos], é monstruosa. Caminhões andando de um lado para outro, coletando, um local de armazenamento, depois do armazenamento, um grupo de pessoas para desmontar. Estou falando uma coisa feita, sendo feita direito. Eu já fui em vários lugares que fazem a separação e a destinação de todos os itens de forma separada. É importante ver o tamanho disso, que é quase que

you create a new industry, clear that this must be shared with various different groups (INTERVIEWEE J).

The next structural difficulty identified is related to the **lack of structured recyclers and the complexity of REEEs**. Interviewee A, inclusive, commented that there is a greater difficulty in finding recyclers at the necessary quality level and that, besides that, the distance between cities, considering the Central-West, North and Northeast regions, for being much greater than the distances between cities of the states of the South and Southeast is a complicating factor. The total cost of the operation will be higher, mainly if there is no recycler in the region, being necessary to make the collection and direct it to other states for final destination.

It is already diagnosed that there is no labor, in quantity and quality adequate, to make the reverse logistics, starting from the complexity of the reverse logistics of EEEs, already commented previously, besides being a very voluminous chain in terms of generated residues. There is also the specificity of not being any person who will do the logistics of these products and/or residues, to quantify, separate plastic and metal parts with good market value, for example. It is a very complex work. Then, making a cut in this reverse logistics of electronics, a very complex chain, will demand a time until that the necessary structure, complying with the legal aspects, becomes reality. For not having qualified people to do the disassembly of parts and with the increase in the volume of purchase of EEEs, with the pandemic by Covid-19, the business segment will need to act in the opening of new work fronts (INTERVIEWEE K).

Another alert was reported by Interviewee C:

In my belief, you cannot have Sintronic doing all the reverse logistics and disassembly of Brazil, not giving you the ability to bring from Rio Grande do Sul to São Paulo. At the moment, the requirements that exist to homologate reverse manufacturing partners are very high. You have to have certifications, you have to be legalized, you have to work with EPIs [Personal Protective Equipment]. Perfect. Now various certifications that are requested have to be in accordance with ABNT 16156, which is a norm that talks about companies that want to work disassembling electronics. Then she says like this, you have to have an emergency plan, a safety plan, it is beautiful, you have to have a risk management system, a system of management of all ISO 9000, ISO 14000. It is not reality. In the South is better, it is a little better in São Paulo, Minas has something. Here in Rio [de Janeiro], if you have a closed box of light, it is already good. What I saw here, and look that I was saying that it was going to arrive, then they were with the EPIs in place, but then the thing that is going to

acontecer, eles [as EGs] vão botar o ponto de entrega aqui, vamos levar tudo para São Paulo, porque não conseguem um parceiro aqui.

A terceira dificuldade estrutural, porém de cunho operacional, diz respeito à **atuação das cooperativas de catadores, assistências técnicas e a canibalização dos produtos**. Neste horizonte, o Entrevistado D comentou que é preciso pensar no setor informal, como incluir as cooperativas e os catadores na cadeia (ou sistema) de logística reversa que está sendo desenvolvida e como não expô-los aos riscos à sua saúde, uma vez que existem diversos produtos e resíduos com componentes contaminantes.

O Entrevistado L também reforçou que:

As associações de catadores estão capturando esses resíduos de alto valor agregado e estão deixando para fora o lixo. Pegam o que é bom e descartam o que é ruim, e para onde está indo esse ruim? Está indo para o lixo, para os rios. O ruim está indo para o lixo, e as empresas, os fabricantes, estarão sendo penalizadas, porque estão indo para o lixo. Então tem o aterro, o lixão. e então, tenho que voltar à [necessidade da] educação ambiental. E eu tenho que educar essas associações de catadores, os catadores formais e os não formais.

Muitos produtos acabam sendo descartados através de assistências técnicas, que tentam consertar e quando isto não é possível, precisam descartá-los, e a canibalização destes produtos não vai ser contabilizada dentro do SLR. Sabe-se da importância disso também para este segmento, pois os próprios catadores pegam os produtos ou resíduos para retirarem principalmente o cobre. Ou seja, há muitos desafios (ENTREVISTADO M).

O excerto a seguir reforça esta dificuldade:

A gente está discutindo hoje, no nosso caso, do ar-condicionado, quando é uma troca, o instalador vai lá, tira o velho e instala um novo. Daí ele pega o velho e vende como sucata, tira peças, canibaliza o produto, essa também é uma coisa que estamos discutindo na ABREE de como vamos fazer com que esse produto não retorne só uma carcaça (ENTREVISTADO H).

Por sua vez, o Entrevistado N relatou que em algum momento, o produto irá retornar à assistência técnica. Será consertado ou irão reaproveitar suas peças, partes ou componentes. Porém, certos resíduos não têm apelo para um descarte ou destinação adequados. De acordo com o Entrevistado H:

Deveria ter um sistema que o caminhão que entregasse um produto pudesse retirar o velho [a ser descartado]. Isso também eu acho que é um ponto que ainda não está coberto, o crescimento do e-commerce, ainda mais este ano. Como é que nós vamos tratar isso? Teve um técnico de uma outra marca que veio à minha casa que trocou a porta do refrigerador, que estava amassada, trocou em garantia, e falou se eu podia dar um jeito, descartar essa porta para ele. Então tem que procurar e levá-la no lixo do prédio, se permitirem deixar lá, mas não é o caminho [a rota]. Então, ainda acho que tem algumas lacunas que a gente precisa avaliar melhor.

As dificuldades estruturais de cunho comportamental dizem respeito a **falta de engajamento dos consumidores**, um dos principais atores do SLR, que também está diretamente conectada a próxima dificuldade identificada, ou seja, as **formas de comunicação do SLR**, bem como um maior estímulo em toda a cadeia de logística reversa no que tange à conscientização e a adoção de um comportamento assertivo quanto à reciclagem dos produtos, materiais ou resíduos. O Entrevistado D, aliás, ressaltou que o primeiro grande desafio é o de trabalhar a mentalidade do consumidor, para que ele entenda que os produtos pós-consumo, aqueles produtos que estão em suas casas sem utilidade ou obsoletos, precisam ser descartados adequadamente. Ou seja, deve-se conscientizar o consumidor de que ele tem que fazer a destinação correta após o uso destes produtos. O segundo aspecto é informar sistematicamente para este consumidor onde estão os pontos de entrega (coleta), para que ele possa fazer a entrega de forma segura, até pelo fato de alguns materiais contidos em alguns EEEs não poderem ser extraviados ou utilizados indevidamente.

O Entrevistado J ainda destacou que:

Se você levar em consideração que nós estamos falando de qualquer que seja a [EG] Green Eletron ou a ABREE, enfim, venham fazer, montar estruturas para retirada do descarte, você tem que contar com a consciência da sociedade. Agora você imagina que, vamos falar da Green Eletron em São Paulo e da ABREE, você monta ali [os pontos de entrega] nas áreas centrais, porque é o maior centro, como é que vai fazer dentro da periferia, como vai mobilizar a classe média baixa.

O Entrevista I reforçou sua preocupação de como alcançar os consumidores, sensibilizando-os para realizarem o descarte dos seus EEEs, não apenas os consumidores das classes média e alta, mas também das pessoas das classes mais humildes da população, ou seja, como chegar em uma favela e educar as pessoas e que isso irá demandar um grande esforço. O consumidor tem a escolha. Se ele resolver guardar os produtos em casa ou descartá-los em qualquer lugar o seu EEE, de forma inadequada, o processo de logística reversa não iniciará no Brasil. Por isso, é preciso que o consumidor esteja instruído e engajado e, infelizmente, ainda não se percebe isto no país (ENTREVISTADO C).

Ainda sobre a falta de engajamento dos consumidores, o Entrevistado N enfatizou que:

Essas metas são tantas irreais e acredito também que a maioria das empresas se associou principalmente nessa questão de organizar essas coletas. Isso vai ser um desafio, as pessoas botarem fora esses materiais [EEEs pós-consumo] e a gente realmente conseguir coletar esses materiais. Então, as empresas que estão se associando, boa parte delas, não conseguiria atingir dezessete por cento em cinco anos, do material posto no mercado, e não por esforço. Esse material não vai fora em cinco anos.

Por fim, ainda é possível verificar a dimensão desta dificuldade a partir do seguinte excerto:

A grande questão a ser resolvida ainda é como coletar do consumidor. E como será colocar o consumidor para levar nos lugares. Se você vê na Lei 10240 [Decreto nº 10.240/20], tem a questão da educação. A responsabilidade pela educação [informações] do consumidor está com os fabricantes. Se você for ver, a propaganda muitas vezes vai ser [responsabilidade] da área de marketing, vai soltar [disponibilizar] muitos webnários e etc., para demandar que o consumidor faça o que? segregar [EEEs pós-consumo] na sua casa. Então, por exemplo, hoje em dia ainda temos pouca gente que segrega lixo, mas no futuro, os caras [os consumidores] tem que separar orgânico do sólido e, mais ainda, o eletrônico tem que estar separado (ENTREVISTADO I).

O Entrevistado A ainda destacou que um dos grandes desafios será a conscientização, comunicação e engajamento dos consumidores quanto ao tema, e que não adiantará ter todo o SLR operando, com 5.000 pontos de entrega, se o consumidor não souber da sua existência e importância e não participar efetivamente de todo este processo.

Como já mencionado, a dificuldade estrutural seguinte, portanto, refere-se às **formas de comunicação do SLR**. Aliás, o Entrevistado E relatou que a comunicação, seja das EGs, seja das empresas, será algo muito importante para haver sucesso na implementação da política nacional de resíduos. Só será possível atingir as metas se houver uma comunicação assertiva, tendo em vista que o consumidor não está acostumado a entregar o produto que está em sua casa, sem utilidade. O consumidor não tem este tipo de conscientização e muitas vezes só fará algum movimento se identificar algum tipo de valor em atitudes como esta. Será importante fomentar alguma coisa que justifique o consumidor a levar seu EEE até um ponto de entrega voluntário. Se não fomentar este processo, ele não irá aderir.

Os Entrevistados A e H concordaram que será necessário, a partir de 2021, alguma campanha de esclarecimento público, de que existe a logística reversa, que está disponível e que funciona. Uma campanha em parceria entre fabricantes, EGs e governo, para apresentar ao consumidor esta estratégia, pois ainda não está na cultura do brasileiro o descarte correto de EEEs de uso doméstico.

O meio ambiente ainda depende das pessoas se conectarem com esse tema e não apenas de recursos financeiros. E isto é perceptível no excerto que segue:

A dificuldade que eu percebo é a questão da divulgação e da comunicação. E aí é muito mais pelo fato de a sociedade não ter se conectado com o tema, do que falta de investimento das empresas para informar a sociedade. Como a gente tá hoje conectado nas redes sociais. É um mundo de informações, a gente vai escolher os temas que tem algum tipo de relevância para nós, infelizmente ainda falta o ambiental, então deixa de lado ali a questão do descarte adequado e não vê a lista de locais onde poderá descartar o lixo eletrônico, por exemplo. Eu te falo isso porque a gente divulgou agora, no Dia Mundial da Limpeza, a lista de descarte dos resíduos eletrônicos da própria Green Eletron como uma atividade prática, para as pessoas se engajarem, tendo um ponto próximo de casa e não sabiam [os consumidores] que tinham, assim como o ecoponto (ENTREVISTADO B).

O Entrevistado C destacou também a importância de um maior estímulo, considerando outros atores do SLR:

Eu fui usar um PEV [PEV – Ponto de Entrega Voluntário] que é perto da minha casa, eu tive que ir de carro e o PEV fica no segundo andar da loja, é uma loja de eletroeletrônico da Ponto Frio, então entrei na loja e ninguém sabia me dizer onde estava o PEV. Eu andei com aquelas bolsas pesadas, eram duas impressoras e mais uns equipamentos pequenos. Fui lá sozinha, ninguém me acompanhou nem para perguntar se eu queria comprar outra impressora. Tipo, eu [loja] vendo impressoras, entendeu? Acho que tá faltando o pessoal estimular um pouco mais isso, pois quanto mais você fechar este processo [SLR], melhor para todo mundo. O consumidor vai mais [nas lojas], vai comparecer mais, vai entregar mais.

As **dificuldades financeiras** representam uma ameaça a esta operação, ou seja, o **alto custo de um SLR** pode comprometer todo o processo. O Entrevistado C observou que as EGs precisam receber associados, que as empresas precisam entender que elas possuem a obrigação de fazer a logística reversa, pois as EGs precisam colocar os pontos de entrega em operação, contratar mão-de-obra local e homologar empresas. Entretanto, os fabricantes e os importadores precisam custear estas despesas. O Entrevistado A reforçou que o custo do SLR será elevado para o setor de EEEs arcar. Por isso, todas as empresas devem ser cobradas de forma justa, de acordo com o Decreto de Isonomia nº 9.177/17, para que os custos sejam diluídos, de acordo com o volume, em peso, colocado no mercado, no ano-base à assinatura do Acordo Setorial. Este entrevistado ainda destacou que:

O custo da operação obviamente vai aumentar muito nos próximos anos e para que ele seja distribuído em uma forma justa precisaria haver essa fiscalização em todos os atores, principalmente dos importadores. Então eventualmente uma forma de verificação ou controle no momento da importação de equipamentos para trazer todas as empresas para a mesma regra do jogo, seria uma forma também de você assegurar que as metas vão ser batidas e que o custo vai cair proporcionalmente para todas as empresas e continuaria a concorrência leal (ENTREVISTADO A).

O Entrevistado D, no excerto a seguir, comentou que:

Viabilizar o modelo economicamente falando, colocar o modelo em pé, como eu disse para você, é um dos maiores desafios que a gente tem, fazendo a implementação desta estrutura que foi desenhada dentro do acordo setorial de 5.000 pontos de coleta. Isso gera custos e nem sempre esse custo é eficiente do ponto de vista de atendimento da meta, então é preciso ser muito cuidadoso, por isso que existe o GAP [GAP – Grupo de Acompanhamento de Performance] que foi criado. Este grupo vai analisar se a meta está sendo atendida, senão vai ter que justificar, para que a gente mantenha o diálogo aberto com o governo, para mostrar se está sendo viável economicamente. Porque, no final, quem vai pagar a conta são os consumidores de todo jeito, mas a gente tem que fazer com que pague a conta da melhor maneira possível, não da mais barata, mas sim da mais eficiente.

O terceiro grupo se refere às **dificuldades políticas**, que podem afetar a implementação e o desempenho do SLR. A primeira delas diz respeito à **falta de incentivos do governo**, através da redução/isenção dos impostos, como forma de manter a sustentabilidade financeira do sistema. O Entrevistado M comentou que o governo deveria ter esta responsabilidade compartilhada, principalmente quando se está trabalhando algo relacionado à sustentabilidade ambiental, pois se sabe que a indústria paga altos encargos e que, no final das contas, irá impactar nos consumidores. Então, são políticas públicas que devem incentivar a sustentabilidade, não meramente repassar as responsabilidades. Reduzir alguns impostos já seria uma forma diferente de manter esta sustentabilidade financeira do sistema. É possível analisar melhor esta situação a partir do seguinte excerto:

Você pensar em logística reversa é exatamente isso, a economia circular, temos alguns embaraços graves no Brasil tocante a questão da bitributação e o confisco, e se a gente for fazer um paralelo da retomada verde na Europa e a retomada verde no Brasil, não temos fomento nenhum [no Brasil]. Mas agora, vamos tributar aquela bateria que já foi bateria, já sofreu todos os encargos, todos os tipos de impactos tributários necessários. E aí, quando o empreendedor se dedica a internalizar aquilo como insumo na cadeia produtiva, vai ter que pagar imposto de novo, qual o incentivo que o cara vai querer empreender. Assim, você desestimula o mercado da economia circular no Brasil. Existe um desestímulo, uma arbitrariedade. Então essa é uma das linhas de trabalho que eu bato firme porque não tem cabimento, isso tem que mudar. Se aquela geladeira, fogão, não se destina mais a funcionar, como uma geladeira, a funcionar como fogão, e eles vão fazer todo um desmonte daquele equipamento, daquele resíduo, daquele eletroeletrônico, de uso doméstico, para que aquelas peças voltem para a cadeia produtiva e possam fazer outros produtos. Meu Deus, você vai punir o cara, vai taxar o cara de novo? não tem sentido, o cara vai empreender de novo? A gente quer acabar com os recursos naturais? O governo tem que fazer a parte dele, seja pagando a parte dele, tributando de forma correta, não tem cabimento (ENTREVISTADO K).

O Entrevistado H afirmou que seria importante destacar na nota fiscal de compra de um produto eletroeletrônico, o quanto o consumidor está pagando pela

logística reversa do mesmo, pois isso despertaria esta consciência nele. Atualmente, ele não tem esta informação, mas isto deveria estar claro para o consumidor.

Em acréscimo, o Entrevistado J demonstrou a seguinte preocupação:

As duas EGs mais importantes, a Green Eletron e a ABREE, eu vejo também que minimamente vou fazer sabe [as EGs], não é o meu negócio, porque de alguma forma é verdade, porque não tem rentabilidade nisso, eu ir buscar meu resíduo pós-consumo no meio ambiente. Você não têm incentivos governamentais para que a gente realmente faça uma coisa fortalecida no sentido de a indústria ir atrás de uma coisa que a princípio não seria responsabilidade dela. Já estou trabalhando nisso há muitos anos, então assim, não tenho nenhum olhar pessimista, só uma percepção dos gargalos, mas eu vejo que o avanço aconteceu sim.

A segunda dificuldade política identificada, infelizmente é um problema que impacta diversos outros setores da nossa sociedade e o nosso próprio desenvolvimento econômico, ou seja, a **falta de educação** de qualidade nas escolas, de responsabilidade do poder público (ENTREVISTADO M). Não apenas aquela educação formal, mas de maneira a fortalecer e criar uma sociedade esclarecida e com posicionamento claro. Segundo o Entrevistado J:

Qual o lugar do mundo que você começa do final? Você vai lá, qualquer lugar do mundo, a questão política, ela é resolvida. A questão dos pontos de entrega, resolvida. Os aterros são um problema resolvido. O programa de educação escolar está resolvido. E aí sim você chama a indústria para fazer um acordo setorial, concorda comigo? E aqui [no Brasil] é o contrário. Achamos um pessoal bem-intencionado. Então, chama o pessoal da indústria e joga a nossa responsabilidade como setor público para eles. É só você olhar qualquer lugar do mundo, a distorção e o equívoco que a gente tem com relação a isso. Volto a dizer, a solução seria a sociedade consciente. Essa sociedade consciente iria cobrar do setor público e o setor público faria a sua parte e cobraria dignamente de todo o mundo [das empresas envolvidas e dos consumidores].

Os Entrevistados I e K destacaram a importância de investimentos em educação, com o intuito de criar uma conscientização na sociedade civil, de inovação, de qualificação de mão-de-obra, de trabalhar o reparo ou a reutilização de produtos e/ou de materiais, ou seja, o não descarte direto. Que por se tratar de vários assuntos, deveria haver uma disciplina nas escolas, até mesmo nas universidades, sobre resíduos de forma geral ou sobre resíduos eletroeletrônicos, pois se trata de um assunto complexo e relevante.

Para os Entrevistados I e J, grande parte dos problemas com os REEEs e até mesmo os lixões (ou aterros sanitários), estariam resolvidos, em parte, se tivéssemos um povo educado, através de uma política pública de soluções, ou seja, os políticos estariam sendo pressionados e, obviamente já teriam encontrado uma solução para estes problemas. No entanto, não há clareza acerca do que é minha

responsabilidade, sua responsabilidade e nossa responsabilidade. Isto com certeza afugenta o investidor internacional, que vai pensar muito bem antes de implementar uma indústria de equipamentos eletrônicos de uso doméstico no Brasil.

A dificuldade política seguinte está relacionada à **participação das prefeituras no SLR**. Para o Entrevistado F, isto ainda é um campo que precisa ser mais bem explorado. Esta sinergia entre a coleta municipal e a logística reversa merece maior reflexão, pois as prefeituras municipais poderiam levar os EEEs até um armazém, um centro de consolidação, mantido pelas EGs, por exemplo e, a partir deste ponto, as próprias EGs seriam responsáveis por fazer a triagem e a destinação ambientalmente adequada destes resíduos. Tal parceria com as prefeituras seria uma forma de reduzir custos, uma vez que os pontos de entrega possuem um alto custo de estruturação e gerenciamento, ainda mais pela capilaridade das prefeituras (ENTREVISTADO E).

Uma opinião bastante contundente foi trazida pelo Entrevistado J, que destacou o alto custo com o sistema de limpeza urbana atual, de responsabilidade das prefeituras, ou seja, sua preocupação está relacionada a uma sociedade que foi doutrinada a ter o seu lixo recolhido na porta de casa. No Brasil, há uma cobrança deste serviço por peso, porém, ninguém vai checar se foram recolhidos setenta ou setecentos quilos, ou se temos sete mil ou setenta mil caminhões fazendo a coleta do lixo ou dos resíduos.

Outros dois aspectos que foram destacados como dificuldades para a implementação e o desempenho de um SLR é a falta de uma **maior participação do setor de varejista** e de uma **visão voltada à economia circular**.

Para os Entrevistados M e N, deve haver uma maior cobrança do varejo, pois sua participação é fundamental. É necessário que disponibilizem pontos de recebimento (coleta) de produtos e até mesmo desenvolvam uma comunicação efetiva sobre o SLR, pois os consumidores possuem um contato direto no momento da compra e os coletores deveriam estar em locais visíveis e de fácil acesso. Ou seja:

Ainda temos algumas dificuldades que a gente está tratando. Por exemplo, a não participação mais profunda do varejo. Porque quando se fala em ponto de coleta, deu [o varejo] um excelente ponto de coleta onde você compra o produto, então isso é um problema. Eu acho que ainda o varejo não está participando desse processo, é um problema. Quando se começa a pensar, por exemplo, o e-commerce está crescendo, o que nós vamos fazer (ENTREVISTADO H)?

Quanto à economia circular, o Entrevistado D destacou a necessidade de repensar o *design* dos produtos para que eles possam ser mais facilmente decompostos e/ou reincorporados em processos produtivos. Atualmente, existe o desafio do modelo de negócio. Este modelo de compra e venda já não é um modelo que se encaixa dentro da economia circular. É preciso pensar mais em servitizar os produtos, enfim, mais uma barreira para se romper. Além disso, o Entrevistado L reforçou que:

As indústrias também têm que fazer o seu papel de mudança da sua tecnologia, a mudança do seu processo, para que essa questão de reciclabilidade ela seja mais forte. Então, voltando ao assunto disposição final, é complexa, vai demorar e talvez não seja atendida, porque nós somos [os fabricantes] em várias linhas, branca, linha azul, linha marrom, linha verde, com ciclos de vida diferentes, com processos diferentes, com partes interessadas diferentes.

Para os Entrevistados K e M, é preciso tratar os resíduos como insumos. Ambos comentaram que nas diretivas da União Europeia foi feita uma mudança na lei, reconhecendo os resíduos como insumos na cadeia produtiva. Na realidade, nossa PNRS já prevê isso. Se pararmos para pensar, nem rejeito a economia circular não reconhece, não existe lixo, então, até mesmo o rejeito do rejeito seria possível de ser utilizado, por exemplo, para gerar energia. Deve-se repensar nossa linha de raciocínio, de novos produtos, transformação de materiais, avaliar o tanto que se pode fazer, antes de desperdiçar os materiais ou os resíduos. Se for possível a sua internalização nas cadeias produtivas, realmente é pensar nos resíduos como insumos, reduzindo a utilização de algumas matérias-primas ou recursos naturais.

Por fim, foi possível identificar uma nova ameaça ao SLR de EEE de uso doméstico no Brasil, a **pandemia pelo Covid-19**. Um inimigo que o mundo todo tem enfrentado e que, dentre as suas inúmeras consequências, poderá causar o adiamento das metas de destinação ambientalmente corretas dos REEEs, definidas pelo Decreto nº 10.240/20. Por isso, o Entrevistado K salientou que:

Se as metas já eram complexas, não as metas em si, mas pelo que a gente não tem, agora com o Covid-19 complicou mais, porque existe uma dificuldade grande aí no mercado. Então acho que vai ser um desafio muito grande, muito dever de casa não foi feito, a sociedade civil tem que se organizar com o empresariado para fazer acontecer essas metas. E eu penso que infelizmente o governo vai afrouxar na hora de fiscalizar, exatamente por conta da questão do Covid-19. Essas metas vão ser flexibilizadas por conta da pressão.

O Entrevistado J destacou, ainda, que tem pessoas mortas pela dengue, que nas comunidades mais pobres há a incidência da síndrome do pânico, principalmente entre as mulheres grávidas. E agora com os rumores de uma nova

onda do Covid-19, analisando este cenário, há muitas prioridades, mas quando não havia a pandemia, foi uma grande oportunidade que se perdeu de iniciar a estruturação do SLR. A pandemia pelo Covid-19, portanto, afetou o SLR, pois:

Era um ano [2020] de ajuste, de você começar a compor o grupo que fiscaliza esse sistema, começar a contratar as empresas e ficou tudo parado. Não conseguiam nem mandar os pontos de entrega, os contratos, tudo fechado, mas mesmo assim, o pessoal tá conseguindo progredir. Então eu acho que as pessoas estão muito a fim que isso aconteça, quando começar a ter a fiscalização, e terem que começar a prestar conta no final do ano, daí o bicho vai pegar e as empresas vão começar a se mexer mais (ENTREVISTADO C).

A pandemia atrapalhou algumas iniciativas. Houve até uma reunião, um *workshop*, com vários municípios participando, com as EGs fazendo a interlocução na questão da remuneração das prefeituras. Até que ponto o município precisa ser remunerado, até que ponto não precisaria ser remunerado. Por exemplo, para colocar um coletor de EEE, disponibilizar espaços, entendeu-se que não seria algo passível de remuneração às prefeituras (ENTREVISTADO F).

A seguir, no Quadro 9 são apresentadas as principais dificuldades levantadas para a implementação e ao desempenho de um SLR.

Quadro 9 – Dificuldades identificadas para a implementação de um SLR

Grupos de Dificuldades	Dificuldades Identificadas	Entrevistados
Estruturais	Falta de engajamento dos consumidores.	A, D, E, F, H, I, J, K e N
	Formas de comunicação do SLR.	B, C, E, F H e K
	Atuação das cooperativas de catadores, assistências técnicas e a canibalização dos produtos.	C, D, L, M e N
	Instalação dos 5.000 pontos de entrega (recebimento ou coleta) dos REEEs.	B, D, G, J e N
	Falta de recicladores estruturados e a complexidade dos REEEs.	A, C e K
Financeiras	Alto custo de um SLR.	A, C, D, E e J
Políticas	Falta de educação da população brasileira em relação às questões socioambientais.	I, J, K, L e M
	Falta de incentivos do governo com redução/isenção de impostos e a burocracia da legislação fiscal	D, H, I, J K e M
	Visão voltada à economia circular.	D, K, L e M
	Pandemia pelo Covid-19 e seus impactos na sociedade e na economia.	C, F, J e K
	Participação das prefeituras em um SLR.	E, F e J
	Maior participação do setor de varejista.	H, M e N

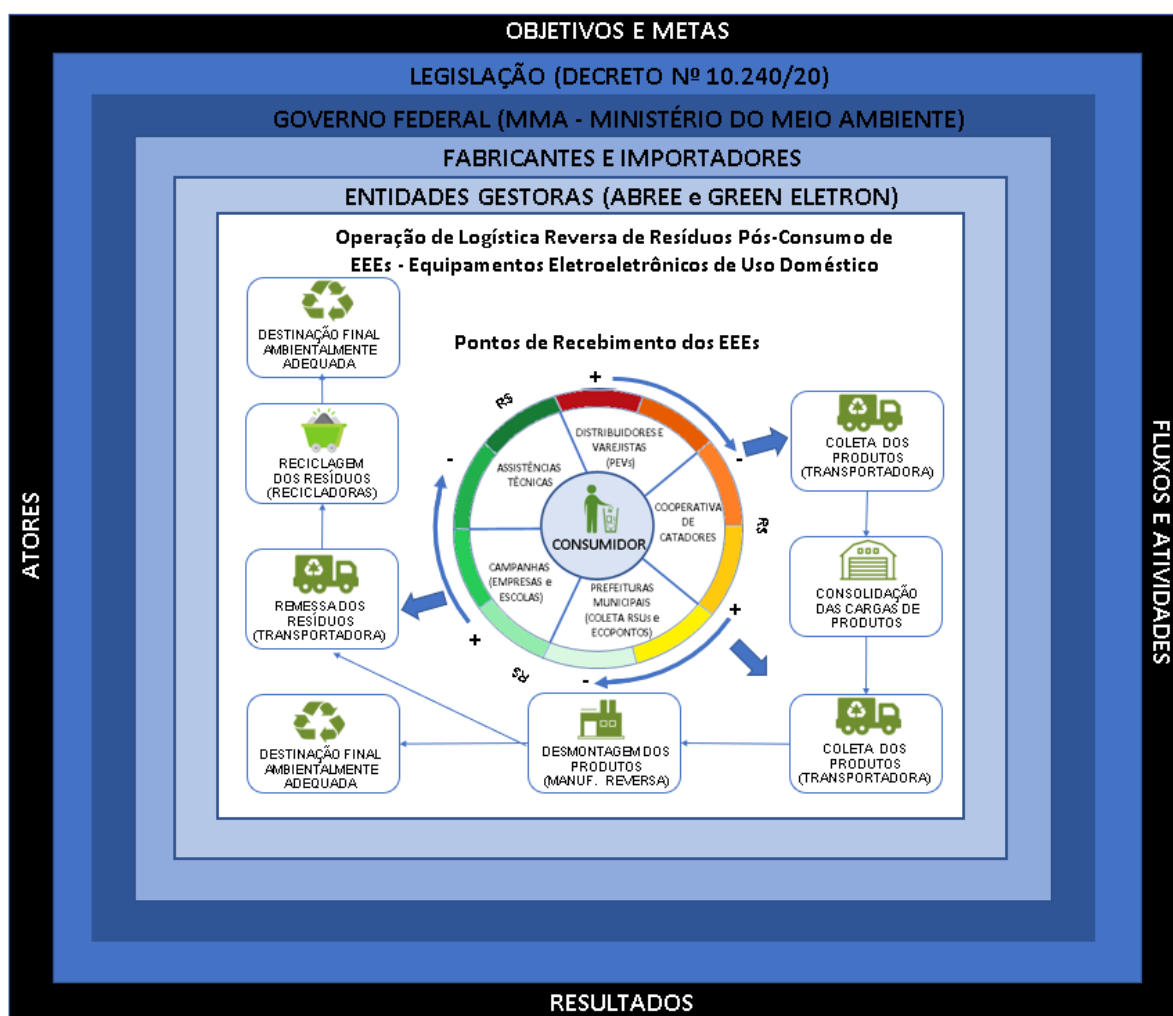
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados e informações levantados nas entrevistas.

4.5 FRAMEWORK PROPOSTO

Visando atingir o objetivo geral da pesquisa, que era o de apresentar um *framework* direcionado à estruturação da operação do SLR – Sistema de Logística Reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil, segue a Figura 24.

O seu processo de construção observou as principais contribuições realizadas pelos entrevistados, principalmente tendo considerado o papel dos principais atores deste SLR, bem como as principais dificuldades identificadas, que, por sua vez, poderiam impactar na sua operacionalização e sustentabilidade. Outro fato que foi tido como premissa para a construção deste *framework* se refere ao cumprimento do Decreto nº 10.240/20, ou seja, não estão sendo consideradas alterações na lei para a operacionalização deste SLR.

Figura 24 – *Framework* para implementação do SLR proposto



Legenda: PEVs – Pontos de Entrega Voluntários; e RSUs – Resíduos Sólidos Urbanos.

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados e informações provenientes da pesquisa.

A análise e compreensão deste framework deve inicialmente ser realizada pelo principal ator desta cadeia, ou seja, o **consumidor**. Assim, é possível enfatizar a necessidade de desenvolver as mais diversas formas de recebimento dos EEEs, para que se tenha um volume cada vez maior de REEEs sendo reciclados, a partir da sua captação (coleta) por meio dos **distribuidores e do varejo**, com a utilização, principalmente, dos PEVs – Pontos de Entrega Voluntários, das **cooperativas de catadores**, que representam uma grande parcela deste volume coletado e precisam estar inseridos neste contexto, das **prefeituras**, com sua capilaridade na coleta dos RSUs – Resíduos Sólidos Urbanos, sendo que os ecopontos possibilitam o recebimento de EEEs de médio e grande porte. Outra excelente forma de arrecadação dos EEEs está nas **campanhas** realizadas em empresas e escolas, pois diariamente muitas pessoas realizam este trajeto, facilitando a adesão ao descarte. Por fim, as **redes de assistências técnicas** dos fabricantes e importadores, que, também pela sua capilaridade, mas principalmente pelo baixo custo desta operação, comparado aos demais pontos, são atores importantes.

Outro aspecto relevante para que este sistema – o SLR – é a sustentabilidade, sob o ponto de vista financeiro, considerando que a aquisição, instalação e gerenciamento dos PEVs no varejo, possuem um maior impacto financeiro para todo o SLR. A partir daí, os demais pontos de recebimentos dos EEEs começam a ter uma redução no seu custo, até se chegar nas assistências técnicas, que já operam um canal de envio e recebimento de peças para pós-vendas ou atendimento em garantia, perante seus fabricantes ou importadores.

Ainda se referindo aos consumidores, sua posição no centro deste *framework* tem representatividade destacada. Como foi possível observar durante o desenvolvimento deste trabalho, os consumidores sempre foram sendo referidos como elemento-chave para o *start* deste fluxo e o caminho crítico para o atingimento das metas estipuladas pelo Decreto nº 10.240/20.

Seguindo a lógica que os EEEs serão entregues pelos consumidores em algum dos pontos mencionados, o *framework* proposto passa a se referir à operação de logística reversa propriamente dita, que é o momento em que os produtos ou resíduos são coletados e transportados até que, finalmente, possam ter sua destinação ambientalmente correta. A partir daí, é possível observar que o transporte destes EEEs ou REEEs podem iniciar em momentos distintos e que está diretamente relacionado ao custo que este processo pode incorrer, uma vez que,

quanto maior o número de movimentações, maior será o seu custo logístico global. As setas azuis na Figura 24, direcionadas para as atividades de transporte, representam os diversos momentos nos quais estes EEEs ou REEEs podem ser inicialmente transportados, sendo que, quanto mais próximo do seu ponto de destinação final, menor será o impacto nos custos para o SLR como um todo.

Basicamente, este SLR se tornará mais eficiente, sob ponto de vista financeiro, à medida que as etapas a serem percorridas pelos REEEs até a sua destinação final sejam reduzidas. A partir desta análise, pode-se inferir que, quanto melhor capacitados forem os atores responsáveis pelos pontos de recebimento dos EEEs, maiores são as oportunidades de redução de custos, uma vez que será possível eliminar ou reduzir as etapas posteriores, evitando, assim, a movimentação dos mesmos entre os atores seguintes desta cadeia. Aliás, como no caso das empresas de manufatura reversa, pois, em alguns casos, não apenas realizam a separação ou desmontagem dos EEEs, mas também a reciclagem de alguns resíduos, reinserindo-os na sua cadeia produtiva. Outro fator crítico de sucesso para este SLR está nas distâncias a serem percorridas entre cada um destes atores. Desta forma, o engajamento e o desenvolvimento dos mesmos devem ser priorizados, visando aumentar sua capilaridade, reduzindo os custos de transportes.

Como é possível observar no *framework*, toda a operacionalização desta estrutura do SLR de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento de EEEs de uso doméstico no Brasil está sob responsabilidade das EGs – Entidades Gestoras. Para a sustentabilidade deste processo, há os fabricantes e importadores, como atores que devem se associar preferencialmente às EGs existentes, realizando auditorias internas, visando garantir a confiabilidade deste SLR. Finalmente, há o Governo Federal, representado mais objetivamente na figura do MMA – Ministério do Meio Ambiente, que deve fiscalizar todo este sistema, avaliando os dados enviados pelas EGs, além de promover políticas públicas viabilizando a operação deste SLR, a luz do Decreto nº 10.240/20.

Em última análise, com uma visão macro deste processo, todo este SLR está estruturado com base nos seus objetivos e metas, que a partir dos seus principais atores, deve desenvolver um fluxo, com atividades estruturadas, para atingimento dos seus resultados.

4.6 DIRECIONAMENTOS PROPOSTOS NO SENTIDO DE POTENCIALIZAR A IMPLEMENTAÇÃO DO *FRAMEWORK* APRESENTADO

A seguir, no Quadro 10, são apresentados alguns direcionamentos propostos, visando potencializar a implementação deste *framework*, os quais foram resultantes das entrevistas realizadas, bem como dos *cases* internacionais pesquisados e da coleta de dados como um todo, a partir da revisão da literatura da área.

Cabe salientar que as considerações dos entrevistados durante os dois *focus groups* também foram considerados e estão atualizados no quadro abaixo:

Quadro 10 – Direcionamentos propostos para potencializar a implementação do *framework*

Direcionamentos Propostos	Descrição dos Direcionamentos
Uso de Tecnologias	O primeiro grande aliado deste SLR está no uso de tecnologias, que além de reduzir custos, poderão criar um sistema de dados que permitirá identificar e mapear o fluxo destes REEEs, gerando confiabilidade nos dados coletados. Estas tecnologias vão desde o uso de coletores ou PEVs inteligentes, que através de sensores podem disparar uma ação de coleta, até a leitura de um QR Code impresso nos EEEs, informando os pontos de descarte mais próximos ou de como proceder com o seu descarte de forma ambientalmente correta. A partir daí, seria possível até mesmo rastrear o tempo de vida útil de um determinado produto, bem como sua procedência, informado o nome do fabricante ou importador.
Estímulos aos Consumidores	Os consumidores devem ser estimulados a realizar o descarte dos seus EEEs, não apenas motivados pelas questões ambientais e de sustentabilidade, mas por ações que possam lhe trazer incentivos a este movimento. Desta forma, fabricantes e EGs precisam estabelecer programas de benefícios aos clientes, ao trocarem seus produtos antigos por novos, da mesma marca. O varejo deve se utilizar deste SLR para aumentar o fluxo de clientes em suas lojas, visando realizar a venda de novos produtos, no momento que consumidores estiverem realizando o descarte dos seus EEEs nos PEVs. Já o governo deve estimular a economia através de programas de eficiência energética, concedendo descontos para produtos novos, principalmente para as classes com baixo poder aquisitivo.
Plano de Comunicação	Campanhas nacionais de comunicação aos consumidores devem ser amplamente veiculadas, com forte apelo, seja por iniciativa do governo (Federal, Estaduais e Municipais), seja por iniciativa da indústria e dos importadores, através das parcerias com as suas EGs, para que possam esclarecer e incentivar o descarte correto dos EEEs, mostrando que existe como fazer o certo. Também deve ser avaliado, após a conclusão deste primeiro ciclo de cinco anos, a aplicação de penalidades aos consumidores que não cumprirem o descarte correto dos seus EEEs.
Participação dos Importadores e o Uso de Matérias-Primas Recicláveis	Voltando às questões relacionadas à sustentabilidade financeira do SLR, é necessário que o Governo Federal, através do MMA – Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Economia, implante imediatamente o controle para as importações dos EEEs, visando garantir a isonomia deste sistema, no qual os importadores devem comprovar sua participação em algum SLR, para que possam receber suas licenças de importação. Além disso, outro passo importante seria o estabelecimento, por parte do governo, do uso de matérias-primas recicladas na fabricação de novos produtos, estipulando metas gradativas, com a intenção de fomentar a economia circular.

Prefeituras e Escolas	As EGs e prefeituras municipais devem seguir fortalecendo sua parceria e criando estratégias de operacionalização, seja através de campanhas ou a partir da triagem dos EEEs provenientes da coleta dos RSUs. Também seria oportuno envolver a sociedade e até mesmo criar uma nova geração, com desenvolvimento de programas voltados às escolas, com ações tais como competições ou gincanas, que são um excelente canal de recebimento dos EEEs. Por fim, outra iniciativa visando potencializar este fluxo poderia estar no estabelecimento de dias específicos para a coleta destes EEEs, como já realizado em algumas localidades, para a coleta seletiva de materiais reciclados, pois, dentre os principais gastos das prefeituras municipais, está a própria coleta dos RSUs; Ao reduzi-los, será possível desonerar os gastos destinados a esta atividade, além de promover uma cidade mais limpa.
Manufatura Reversa	A construção e aprovação de projetos visando fomentar a indústria da reciclagem é um aspecto relevante na potencialização do framework apresentado. As cooperativas de catadores, que precisam ser homologadas pelas EGs, executam processos críticos, necessitando da utilização de equipamentos de proteção adequados, bem como dispor de uma estrutura mínima necessária para execução das suas atividades e o desenvolvimento de suas técnicas. Neste âmbito, estão aguardando aprovação do Senado Federal, do PL – Projeto de Lei nº 7535 de 2017, que dispõe de incentivos para fomentar a indústria da reciclagem, criando um fundo de apoio as ações voltadas à reciclagem e um fundo de investimentos para projetos de reciclagem e o PL nº 3592 de 2019, que concede crédito de impostos para às pessoas jurídicas que adquirirem sucatas ou diversos outros resíduos para fabricação de novos produtos.
Varejistas	O varejo é um dos principais canais de recebimento dos EEEs, principalmente pela sua abrangência e capilaridade. Visando uma adesão consistente deste ator, os municípios devem exigir a participação dos mesmos, condicionando a liberação ou renovação dos alvarás de funcionamento, mediante a participação efetiva no SLR.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados e informações provenientes da pesquisa.

4.7 VALIDAÇÃO DOS CONTEÚDOS

Com o objetivo de validar o *framework* apresentado (vide Figura 24), bem como dos direcionamentos propostos para potencializar a implementação do referido *framework* (vide Quadro 10), como já comentado no Capítulo 3 (Método de Pesquisa), foram operacionalizados dois *focus groups*, com sete dos quatorze entrevistados. Para tanto, inicialmente, foram apresentados os resultados relativos aos objetivos específicos da pesquisa, utilizando-se os Quadros 7, 8 e 9, relativos às motivações político-legais e setoriais identificadas para a estruturação do SLR, o papel a ser desempenhado pelos principais atores da cadeia e as dificuldades levantadas para implementação da estrutura de logística reversa.

Como resultados dos *focus groups*, o Entrevistado I comentou que, no Brasil, o mercado de pilhas ainda carece de um controle, em relação às suas importações, principalmente gerando custos para os produtores locais quanto ao seu SLR, além de serem produtos de baixa qualidade, comparados aos produzidos no mercado brasileiro. Também foram destacados pelos participantes algumas propagandas que

estão sendo veiculadas nas redes sociais e na televisão, a respeito de iniciativas de reciclagem de produtos, por parte de alguns fabricantes e varejistas, como no caso das empresas VIVO e Magazine Luiza.

O Entrevistado F, após a apresentação do Quadro 9, relativo ao papel a ser desempenhado pelos principais atores da cadeia, mencionou a importância de destacar o papel dos governos estaduais, principalmente pelo trabalho iniciado no Estado de São Paulo (SP), que regulamentou a logística reversa, cobrando o licenciamento ambiental das empresas e que já foi replicado para outros estados, como é o caso do Paraná (PR) e Mato Grosso do Sul (MS), com termos de compromisso assinados com fabricantes. Foi sugerido pelo Entrevistado F, então, incluir no mesmo nível do Governo Federal, pois possuem um papel semelhante.

Reforçando o que foi mencionado, o Entrevistado C enfatizou que no Estado do Rio de Janeiro (RJ) há um atraso em relação à implementação do SLR de EEEs, o que em grande parte se deve à falta de interesse e de alinhamento do Governo Estadual, mesmo com o exemplo de boas práticas adotados por outros Estados. O Entrevistado I também comentou sobre o papel dos órgãos ambientais fiscalizadores, como, por exemplo, o CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (SP), FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental no Rio Grande do Sul (RS) e o IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental no Amazonas (AM), que necessitam de uma padronização em termos de critérios de fiscalização.

O Entrevistado D lembrou sobre a importância do MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, em fomentar instrumentos para que fabricantes incorporem matérias-primas recicláveis na composição de novos produtos e até mesmo que os produtos sejam mais recicláveis, fomentando a economia circular, como é o caso do PPB – Processo Produtivo Básico, que estimula fabricantes a utilizarem componentes nacionais e a utilização de matérias-primas recicláveis na composição de fabricação dos produtos eletroeletrônicos.

Ao final da apresentação do Quadro 9, relativo às dificuldades levantadas para implementação da estrutura de logística reversa, o Entrevistado D mencionou as questões burocráticas e de controle, no qual a legislação no Brasil ainda não é voltada para a logística reversa e para a economia circular, gerando uma grande dificuldade para fazer o material reciclado retornar à cadeia produtiva. Além disso, os Entrevistados D e I ainda reforçaram que normalmente nas primeiras reuniões

com clientes, para tratarem de assuntos de reciclagem, a pauta inicial se refere às questões fiscais, ou seja, como transportar o material do ponto A ao ponto B.

Antes da apresentação do Quadro 10, com os direcionamentos propostos, iniciou-se a apresentação do *framework*, apresentado na Figura 24, direcionado à estruturação da operação do SLR no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil.

Houve contribuições importantes, as quais foram incorporadas à lógica do *framework* apresentado, bem como dos direcionamentos propostos. Inicialmente, em relação aos pontos de recebimento dos EEEs, o Entrevistado D indicou a importância de destacar a necessidade de realização de campanhas, sejam através das empresas ou até mesmo nas escolas, para recebimento dos EEEs. Outro comentário foi relacionado a importância do incentivo financeiro dado pelas empresas aos consumidores, que, ao devolverem um produto pós-consumo, que adquiriram de uma determinada marca, recebessem um desconto para uma nova compra, desde que seja um produto da mesma marca.

Ainda sobre a validação do *framework*, houve uma solicitação de ajuste quanto à sequência dos pontos de recebimento, algo relacionado às questões de custo. Previamente, as cooperativas de catadores estavam sendo consideradas como de baixo custo, porém, foi esclarecido pelo Entrevistado D e validado pelos demais participantes do seu *focus group*, que estes possuem custos relevantes, provenientes dos veículos para coleta e dos cooperados para realizarem as atividades, que precisam ser remunerados, além dos custos com certificações e tributos. Após a conclusão desta etapa, todos os participantes dos dois *focus groups* realizados, concluíram que o *framework* apresentado (vide Figura 24) estava dentro de uma lógica clara e que representava a estruturação adequada ao SLR dos EEEs.

Finalmente, foi apresentado o Quadro 10, com os direcionamentos propostos no sentido de potencializar a implementação do *framework* apresentado. E os mesmos também foram validados pelos participantes dos dois *focus groups*.

Inclusive, o Entrevistado I ressaltou que o Governo Federal precisa colocar em pauta diversas ações para alavancar o setor de reciclagem, principalmente quando se trata da utilização de matérias-primas recicladas ou de peças remanufaturadas, que terão impacto no tempo de garantia dos produtos, oferecidos pelos fabricantes, ainda mais porque afetam as leis de proteção dos consumidores. Os projetos de lei que aguardam votação também foram destacados pelos

entrevistados, pois dependem de articulações políticas para a sua aprovação. Em acréscimo, o Entrevistado C destacou que o uso de tecnologias no transporte pode, além de reduzir custos com a roteirização das cargas, possibilitar a identificação dos PEVs – Pontos de Entrega Voluntários, que estão sendo mais utilizados, mas também daqueles que talvez necessitem de realocação devido à sua baixa utilização. Todas estas contribuições, então, foram agregadas aos direcionamentos propostos, conforme apresentados no Quadro 10.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais implicações gerenciais da presente pesquisa diz respeito à falta de alinhamento, especificamente dos fabricantes e dos importadores, sobre os assuntos relacionados às questões da logística reversa dos EEEs. Por exemplo, a área de marketing destas organizações deveria estar alinhada com estes assuntos, de forma a gerar valor para a marca e não apenas considerando este um SLR que somente repercute em custos para as organizações, podendo aproveitá-lo como contexto para projetos que envolvam clientes e/ou consumidores e a sociedade como um todo em ações pertinentes a aspectos socioambientais relacionados às suas marcas.

Juntamente com a área jurídica, o Poder Legislativo e o governo, também seria possível criar projetos de lei, que trariam incentivos e aumento no consumo, estimulando a economia do país e, ao mesmo tempo, gerando inclusão social, a partir da ocupação de muitas pessoas ou cooperativas de recicladores que se envolvem com a coleta e a reciclagem de materiais ou resíduos, havendo um forte apoio no atingimento das metas do SLR.

Por outro lado, um dos maiores custos dentro das prefeituras municipais se refere ao processo de coleta, destinação e tratamento do lixo urbano. Ao impulsionar o SLR de EEEs, haverá potencialmente uma redução no volume de lixo (resíduos) recolhido e gerenciado pelas prefeituras, fazendo com que o valor destinado a este processo seja reduzido e que tais recursos pudessem ser canalizados para outras demandas municipais.

Neste contexto, vale a pena ressaltar que o investimento ou até mesmo a desoneração de impostos para as associações de catadores, poderia ter impacto positivo neste processo, evitando que os EEEs acabem sendo direcionados para o

mesmo sistema de coleta dos resíduos sólidos urbanos, o que não é adequado, seja em termos ambientais, seja em termos socioeconômicos.

Portanto, a sustentabilidade do SLR dos EEEs, bem como o atingimento das metas definidas no Decreto nº 10.240/20, depende diretamente do custo que a operação irá incorrer aos fabricantes e aos importadores. Quando se capacita mão-de-obra e incentivamos o empreendedorismo dentro deste ambiente, a partir da estruturação de um SLR adequado, o resultado será uma maior capilaridade para a operacionalização deste sistema, reduzindo os custos totais (financeiros e socioambientais), inclusive para os consumidores. E este foi o foco central da presente pesquisa, tangibilizado pelo *framework* apresentado (vide Figura 24) e pelos direcionamentos propostos (vide Quadro 10).

Em relação às limitações da pesquisa, é oportuno comentar que não foram considerados os EEEs de grande porte para a construção do *framework* proposto, uma vez que estes não possuem as mesmas características para a operacionalização do SLR. Inclusive, umas das EGs tem seu foco apenas nos equipamentos de pequeno e médio portes, considerando principalmente que em sua base de associados estão empresas que produzem, na sua grande maioria, equipamentos da linha azul, ou seja, produtos tais como batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó e cafeteiras, e da linha verde, que se refere a produtos como, por exemplo, computadores *desktops* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares.

Outra limitação da pesquisa está no modelo de negócio que trata o Decreto nº 10.240/20 quando se refere aos equipamentos de uso doméstico, ou seja, neste trabalho não foram considerados os EEEs que são obtidos ou comercializados através do chamado B2B – *Business to Business*, provenientes das negociações de empresas ou fabricantes, que destinam seus EEEs diretamente para um SLR existente.

Ainda quanto às limitações da pesquisa, no que diz respeito aos participantes, não foram entrevistados profissionais ligados ao Governo Federal, prefeituras municipais, importadores, distribuidores e varejistas, transportadores, cooperativas de catadores e consumidores finais, o que poderia ter enriquecido as perspectivas de análise. Outra limitação foi a falta de acesso a informações relacionadas aos custos operacionais de logística reversa no contexto da pesquisa. Por se tratar de EGs – Entidades Gestoras mantidas por associados que são concorrentes em diversas linhas de produtos, estes dados são mantidos sob sigilo. Além disso, a

própria forma de rateio das despesas entre os associados das EGs não é uma informação disponível.

Como possibilidade de estudos futuros, sugere-se desenvolver um estudo e a proposição de um *framework* para a implementação de um SLR para equipamentos de grande porte, que, por sua vez, dependem de um modelo específico para coleta, ocasionando um custo elevado de transporte se comparado aos EEEs de pequeno porte, além do tipo de resíduo não ser de grande valor para comercialização. Neste mesmo sentido, orienta-se a condução de um estudo para avaliação dos investimentos em *ecodesign*, realizado pelas empresas, como uma estratégia de fomentar a economia circular, visando a obtenção de isenções fiscais, que possam incentivar este modelo de produção.

Durante as entrevistas, questionamentos relacionados às auditorias, visando garantir a conformidade dos dados a serem reportados aos órgãos públicos (governo, em suas diferentes esferas), quanto ao cumprimento das metas, demonstraram ser um aspecto ainda em discussão. Como monitorar o cumprimento das metas e quais as penalidades para os atores, principalmente fabricantes e importadores, que não cumprirem as regras do Decreto nº 10.240/20, também poderiam ser aspectos abordados em estudos futuros.

Avaliar a possibilidade de estabelecer um sistema de cobrança, no qual os consumidores, ao adquirirem um produto, pagassem uma taxa destinada ao SLR para apoiar as associações de catadores, que executam o relevante trabalho de coletar, destinar e reciclar os resíduos, visando estruturar e incentivar novos empreendimentos neste ramo, poderia ser objeto de investigações futuras. Isto se justifica pelo fato dos consumidores, que ao adquirirem produtos eletroeletrônicos, geram uma retroalimentação ao sistema de planejamento de demanda, no qual fabricantes e importadores se baseiam para suprirem o mercado, produzindo ou importando novas unidades destes produtos.

Durante a validação do *framework* apresentado aos dois *focus groups* realizados, um dos participantes indicou a necessidade de uma revisão bibliográfica ampla em termos das legislações estaduais existentes, bem como das normas provenientes dos órgãos ambientais, que afetam o processo de logística reversa dos EEEs. A partir da necessidade de uma padronização, especialmente dentre as Secretarias dos Estados, faz sentido a indicação para o desenvolvimento deste tipo de estudos futuros.

Por fim, e não menos importante, seria interessante que outros estudos se dedicassem à investigação não apenas de como os atores envolvidos em um SLR poderiam monitorar o seu desempenho, mas também analisar o desempenho de SLR já implantados no país e no exterior, fazendo um comparativo sobre aspectos tais como sustentabilidade econômico-financeira, eficiência operacional e resultados gerados para os mais diversos públicos envolvidos (por exemplo, consumidores e sociedade em geral e prefeituras municipais).

REFERÊNCIAS

- ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília: ABDI, 2013.
- ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Site corporativo**. Disponível em: www.abinee.org.br. Acessado em: 04 dez. 2019.
- ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Desempenho do setor**. Disponível em: www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm. Acessado em: 05 abr. 2020a.
- ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Desempenho do setor**. Disponível em: www.abinee.org.br/abinee/decon/dados/cenarios.htm. Acessado em: 20 mai. 2020b.
- ABREE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS E ELETRODOMÉSTICOS. **Site corporativo**. Disponível em: www.abree.org.br/. Acessado em: 15 mar. 2020.
- ALVES, R. R. **Sustentabilidade empresarial e mercado verde**: a transformação do mundo em que vivemos. Petrópolis: Vozes, 2019.
- ALVESSON, M.; KÄRREMAN, D. **Qualitative research and theory development: mystery as method**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2011.
- AMARO, A. B.; VERDUM, R. **Política nacional de resíduos sólidos e suas interfaces com os espaços geográficos**: entre conquistas e desafios. Porto Alegre: Letra1, 2016.
- BAG, S.; GUPTA, S. Examining the effect of green human capital availability in adoption of reverse logistics and remanufacturing operations performance. **International Journal of Manpower**, v. 41, n. 7, p. 1.097-1.117.
- BAKHIYI, B.; GRAVEL, S.; CEBALLOS, D.; FLYNN, M. A.; ZAYED, J. Has the question of ewaste opened a Pandora's box? An overview of unpredictable issues and challenges. **Journal Environment International**, v. 110, n. 1, p. 173-192, 2018.
- BALDÉ, C. P.; FORTI, V.; GRAY, V.; KUEHR, R.; STEGMANN, P. **The global – ewaste monitor**. Bonn, Geneva, Vienna: UNU, ITU, ISWA, 2017.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Ed. rev. e ampl. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BARR, S.; FORD, N. J.; GILG, A. W. Attitudes towards recycling household waste in Exeter, Devon: quantitative and qualitative approaches. **Local Environment**, v. 8, n. 4, p. 407-421, 2003.
- BASK, A.; HALME, M.; KALLIO, M.; KUULA, M. Consumer preferences for sustainability and their impact on supply chain management: the case of mobile phones. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n. 5, p. 380-406, 2013.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. 5. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília: Brasil, 03 ago. 2010a.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília: Brasil, 24 dez. 2010b.

BRASIL. **Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso 6 do caput do art. 33. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília: Brasil, 13 fev. 2020.

CAIRNS, C. N. E-waste and the consumer: improving options to reduce, reuse and recycle. In: International Symposium on Electronics & the Environment. **Proceedings...** New Orleans: IEEE Computer Society, Technical Committee on Electronics and the Environment, 2006.

CAMPOS, E. A. R.; PAULA, I. C.; PAGANI, R. N.; GUARNIERI, P. Reverse logistics for the end-of-life and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 22, n. 4, p. 375-392, 2017.

CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CHAGNES, A.; COTE, G; EKBERG, C.; NILSSON, M.; RETEGAN, T. **WEEE recycling: research, development, and policies**. Amsterdam: Elsevier, 2016.

CLM – COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. **Reuse and recycling reverse logistics opportunities**. Illinois: Council of Logistics Management, 1993.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2016.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (eds.). **The Sage handbook of qualitative research**. 4th edition. Thousand Oaks: Sage Publications, 2011.

DIAS, P.; BERNARDES, A. M.; HUDA, N. Ensuring best e-waste recycling practices in developed countries: an Australian example. **Journal of Cleaner Production**, v. 209, n. 1, p. 846-854, 2019.

DINDARIAN, A.; GIBSON, A.A.P.; FROTA NETO, J. Q. Electronic product returns and potential reuse opportunities: a microwave case study in the United Kingdom. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, n. 1, p. 22-31, 2012.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions: closing the loop – an EU action plan for the circular economy**. 2015. Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614. Acessado em: 24 abr. 2020.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions: the European green deal**. 2019.

Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN. Acessado em: 24 abr. 2020.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Circular economy action plan: for a cleaner and more competitive Europe.** 2020. Disponível em: www.ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf. Acessado em: 03 mai. 2020.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Final implementation report for directives 2002/96/EC and 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment (WEEE):** 2013-2015. 2018. Disponível em: www.ec.europa.eu/environment/archives/waste/reporting/pdf/Final_Implementation_Report_2013_2015_WEEE.pdf. Acessado em: 03 mai. 2020.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Directiva 2002/96/CE do parlamento Europeu e do conselho, de 27 de janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e eletrônicos (REEE).** 2003. Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0096. Acessado em: 03 mai. 2020.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Diretiva 2012/19/UE do parlamento Europeu e do conselho, de 4 de julho de 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).** 2012. Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32012L0019. Acessado em: 03 mai. 2020.

ELIA, V.; GNONI, M. G.; TORNESE, F. Improving logistic efficiency of WEEE collection through dynamic scheduling using simulation modeling. **Waste Management**, v. 72, n. 1, p. 1-9, 2017.

EUROSTAT – EUROPEAN STATISTICS. **Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations.** Disponível em: www.appsso.eurostat.ec.europa.eu/hui/show.do?dataset=env_waselee&lang=en. Acessado em: 03 mai. 2020.

FILHO, C. R. S. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei.** 4. ed. São Paulo: Trevisan Editora, 2019.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

FROTA NETO, J. Q.; WASSENHOVE, L. N. V. Original equipment manufacturers' participation in take-back initiatives in Brazil. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 2, p. 238-248, 2013.

GAO, Y.; GE, L.; SHI, S.; SUN, Y.; LIU, M.; WANG, B.; SHANG, Y.; WU, J.; TIAN, J. Global trends and future prospects of e-waste research: a bibliometric analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 1, p. 17.809-17.820, 2019.

GIBBS, G. **Analyzing qualitative data.** Thousand Oaks: Sage Publications, 2008.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H. A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 1, p. 371-384, 2017.

GUARNIERI, P. **Logística reversa – em busca do equilíbrio econômico e ambiental.** 2. ed. Brasília: Editora Clube de Autores, 2013.

GUBRIUM, J. F.; HOLSTEIN, J. A.; MARVASTI, A. B.; MCKINNEY, K. D. **The sage handbook of interview research: the complexity of the craft.** 2nd edition. Thousand Oaks: Sage Publications, 2012.

GUIDE Jr., V. D. R.; VAN WASSENHOVE, L. N. The evolution of closed loop supply chain research. **Operations Research**, v. 57, n. 1, p. 10-18, 2009.

HALLDÓRSSON, A.; VURAL, C. A.; WEHNER, J. Logistics service triad for household waste: consumers as co-producers of sustainability. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 49, n. 4, p. 398-415, 2019.

HAYAMI, H.; NAKAMURA, M. An economic assessment of present and future electronic-waste streams: Japan's experience. **Environmental Chemistry for a Sustainable World**, v. 33, n. 1, p. 1-235, 2019

HENNINK, M.; HUTTER, I.; BAILEY, A. **Qualitative research methods.** Thousand Oaks: Sage Publications, 2011.

HISCHIER, R.; WÄGER, P.; GAUGLHOFER, J. Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 525-539, 2005.

IŞILDAR, A.; RENE, E. R.; HULLEBUSCH, E. D. V.; LENS, P. N. L. Electronic waste as a secondary source of critical metals: management and recovery technologies. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, n. 1, p. 296-312, 2018.

JOHNSON, P. F. Managing value in reverse logistics systems, transportation research part E. **Logistics and Transportation Review**, v. 34, n. 3, p. 217-227, 1998.

JULIANELLI, V.; CAIADO, R. G. G.; SCAVARDA, L. F.; CRUZ, S. P. M. F. Interplay between reverse logistics and circular economy: critical success factors-based taxonomy and framework. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 158, Article 104784, 2020.

KHETRIWAL, D. S.; KRAEUCHI, P.; WIDMER, R. Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration – learning from the Swiss experience. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 1, p. 153-165, 2009.

KING, N.; HORROCKS, C. **Interviews in qualitative research.** Thousand Oaks: Sage Publications, 2010.

KOCHAN, C. G.; POURREZA, S.; TRAN, H.; PTYBUTOK, V. R. Determinants and logistics of e-waste recycling. **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 1, p. 52-70, 2016.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: an introduction to its methodology.** 3rd edition. Thousand Oaks: Sage Publications, 2013.

KVALE, S.; BRINKMANN, S. **Interviews: learning the craft of qualitative research interviewing.** 2nd edition. Thousand Oaks: Sage Publications, 2009.

LEITE, P. R. **Logística reversa – meio ambiente e competitividade.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada.** 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

MATHIYAZHAGAN, K.; RAJAK, S.; PANIGRAHI, S. S.; AGARWAL, V.; MANANI, D. Reverse supply chain management in manufacturing industry: a systematic review. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 70, n. 4, p. 859-892, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Edital nº 01/2013**. Chamamento para a elaboração de acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Brasília: Brasil, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Acordo setorial para implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes**. 2019. Disponível em: www.mma.gov.br/images/Acordo%20Setorial/Acordo%20Setorial%20-%20Eletroeletronicos.pdf. Acessado em: 02 jan. 2020.

MOTE – MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. **FY 2017 enforcement status of the home appliances recycling law and recycling statistics for manufacturers and importers**. 2018. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2018_06/0607_001_00.html. Acessado em: 20 mai. 2020.

MYERS, M. D. **Qualitative research in business and management**. 3rd edition. Thousand Oaks: Sage Publications, 2019.

NILSSON, F. R. A complexity perspective on logistics management. Rethinking assumptions for the sustainability era. **The International Journal of Logistics Management**, v. 30, n. 3, p. 681-698, 2019.

NIXON, H.; SAPHORES, J. D. M.; GUNSEITAN, O. A.; SAPHIRO, A. A. Understanding preferences for recycling electronic waste in California: the influence of environmental attitudes and beliefs on willingness to pay. **Environment and Behavior**, v. 41, n. 1, p. 101-124, 2009.

NNOROM, I. C.; OHAKWE, J.; OSIBANJO, O. Survey of willingness of residents to participate in electronic waste recycling in Nigeria: a case study of mobile phone recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 18, p. 1.629-1.637, 2009.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Extended producer responsibility: updated guidance for efficient waste management**. 2016. Disponível em: www.oecd.org/development/extended-producer-responsibility-9789264256385-en.htm. Acessado em: 02 jan. 2020.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 714-730, 2011.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015a. Disponível em: www.nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030. Acessado em: 26 abr. 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Consumo e produção responsáveis**. 2015b. Disponível em: www.nacoesunidas.org/pos2015/ods12. Acessado em: 26 abr. 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: www.nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente. Acessado em: 26 abr. 2020.

PAULA, I. C.; DE CAMPOS, E. A. R.; PAGANI, R. N.; GUARNIERI, P.; KAVIANI, M. A. Are collaboration and trust sources for innovation in the reverse logistics? Insights from a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 25, n. 2, p. 176-222, 2020.

QUEIROZ, J. M. Desenvolvimento econômico, inovação e meio ambiente: a busca por uma convergência no debate. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 6, n. 9, p. 143-170, 2011.

PAES, M. X.; MANCINI, S. D.; DE MEDEIROS, G. A.; BORTOLETO, A. P.; KULAY, L. A. Life cycle assessment as a diagnostic and planning tool for waste management: a case study in a Brazilian municipality. **Journal of Solid Waste Technology and Management**, v. 44, n. 3, p. 259-269, 2018.

PÉREZ-BELIS, V.; BAKKER, C.; JUAN, J.; D. BOVEA, M. Environmental performance of alternative end-of-life scenarios for electrical and electronic equipment: a case study for vacuum cleaners. **Journal of Cleaner Production**, v. 159, n. 15, p. 158-170, 2017.

RASNAN, M. I.; MOHAMED, A. F.; GOH, C. T.; WATANABE, K. Sustainable e-waste management in Asia: analysis of practices in Japan, Taiwan and Malaysia. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 18, n. 4, p. 1-23, 2016.

SEHNEM, S.; PEREIRA, S. C. F. Rumo à economia circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira. **RECADM – Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

REMLER, D. K.; VAN RYZIN, G. G. **Research methods in practice: strategies for description and causation**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2011.

RIBEIRO, J. L. D.; MILAN, G. S. Planejando e conduzindo entrevistas individuais. In: RIBEIRO, J. L. D.; MILAN, G. S. (eds.). **Entrevistas individuais: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEEng/UFRGS, 2004. cap. 1, p. 9-22.

RIBEIRO, J. L. D.; NEWMANN, C. S. R. Planejamento e condução de grupos focados. In: Grupos focados: teoria e aplicações. Porto Alegre: FEEng / UFRGS, 2003. cap. 1, p. 9-23.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Reno: Center for Logistics Management, University of Nevada, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

SATOSHI, S. **Lei da reciclagem de eletrodomésticos no Japão**. Seminário Japão – Brasil sobre Reciclagem de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Distrito Federal: Bureau de Política de Informações Comerciais, Divisão de Equipamentos de Informática e Telecomunicações, 2013.

SCHREIER, M. **Qualitative content analysis in practice**. London: Sage Publications, 2012.

SCOTT, G.; GARNER, R. **Doing qualitative research: designs, methods, and techniques**. 1st edition. Upper Saddle River: Pearson, 2013.

SILVA, T. R.; VENÂNCIO, T. M.; BRITTO JÚNIOR, A. O. S.; CARVALHO JÚNIOR, F. H. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Japão: história e atualidade. **Conexões, Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 72-78, 2018.

SINGH, N.; LI, J.; ZENG, X. Global responses for recycling waste CRTs in e-waste. **Waste Management**, v. 57, n. 1, p. 187-197, 2016.

SOLEIMANI, H.; KANNAN, G. A hybrid particle swarm optimization and genetic algorithm for closed-loop supply chain network design in large-scale networks. **Applied Mathematical Modeling**, v. 39, n. 14, p. 3.990-4.012, 2015.

SONG, Y. M.; SEOK, J. The plan of high value-added recyclable wastes of Incheon Metropolitan City for a sustainable recyclic economy and waste reduction. **Journal of Korea Society of Waste Management**, v. 38, n. 1, p. 12-19, 2021.

SRIVASTAVA, R. R.; PATHAK, P. Policy issues for efficient management of e-waste in developing countries. **Handbook of Electronic Waste Management**, v. 1, n. 1, p. 81-99, 2019.

STEP – SOLVING THE E-WASTE PROBLEMS. **Future e-waste scenarios**. Disponível em: www.step-initiative.org/files/_documents/publications/FUTURE%20E-WASTE%20SCENARIOS_UNU_190829_low_screen.pdf. 2019. Acessado em: 05 mai. 2020.

STEP – SOLVING THE E-WASTE PROBLEMS. **Steps five founding principles**. Disponível em: www.step-initiative.org/organisation-rev.html. Acessado em: 03 mai. 2020.

STOCK, J. R. **Development and implementation of reverse logistics programs**. Oaks Brook: Council of Logistics Management Books, 1998.

STREICHER-PORTE, M. SWICO/S.EN.S: the Swiss WEEE recycling systems and best practices from other European systems. In: International Symposium on Electronics & the Environment. **Proceedings...** Scottsdale: IEEE Computer Society, Technical Committee on Electronics and the Environment, 2006.

SWICO – SWISS ASSOCIATION FOR INFORMATION, COMMUNICATION AND ORGANISATION TECHNOLOGY. **Technical report – SWICO, SENS and SLRS: news about electrical and electronics recycling**. Zurique: SWICO, 2019.

SWICO – SWISS ASSOCIATION FOR INFORMATION, COMMUNICATION AND ORGANISATION TECHNOLOGY. **SWICO recycling system**. Disponível em: www.swico.ch/en/recycling/basics/swico-recycling-system. Acessado em: 03 mai. 2020.

TANSEL, B. From electronic consumer products to e-wastes: global outlook, waste quantities, recycling challenges. **Environment International**, v. 98, n. 1, p. 35-45, 2017.

TONGLET, M.; PHILLIPS, P. S.; READ, A. D. Using the theory of planned behaviour to investigate the determinants of recycling behaviour: a case study from Brixworth, UK. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 41, n. 3, p. 191-214, 2004.

VALLE, P. O.; MENEZES, J.; REIS, E.; REBELO, E. Reverse logistics for recycling: the customer service. **International Journal of Business Science and Applied Management**, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2009.

VALLE, R.; SOUZA, R. G. **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

WEETMAN, C. **Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BONI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, 2005.

XIN, C.; WANG, J.; WANG, Z.; WU, C. H.; NAWAZ, M.; TSAI, S. B. Reverse logistics research of municipal hazardous waste: a literature review. **Environmental Development and Sustainability**, Ahead of Print, p. 1-37, 2021. YOSHIDA, F.; YOSHIDA, H. **Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook**. 2nd edition. Thousand Oaks: Woodhead Publishing, 2019.

ANEXO A – TCLE – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Participante:

Meu nome é Jandir dos Santos Alós e sou aluno do curso de Mestrado Profissional em Gestão e Negócios na UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Estou realizando uma pesquisa, sob orientação do Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan, que tem por objetivo geral apresentar um framework direcionado à estruturação da operação do Sistema de Logística Reversa (SLR) no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil. Além deste objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (i) Identificar as motivações político-legais e setoriais para a estruturação do Sistema de Logística Reversa (SLR) no contexto em estudo; (ii) Verificar o papel a ser desempenhado pelos principais atores da cadeia; (iii) Levantar as dificuldades intrínsecas à implementação da estrutura de logística reversa no contexto em estudo; e (iv) Propor direcionamentos no sentido de potencializar a implementação do *framework* proposto.

Para tanto, sua participação será através de uma entrevista individual. Esta atividade ocorrerá em momento previamente combinado. Cabe mencionar que a entrevista será gravada em áudio para facilitar a posterior análise e interpretação dos dados. A participação neste estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir, em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a). Mesmo que você não perceba benefícios diretos em participar, é importante considerar que, indiretamente você contribuirá para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador, fone (51) 99501-0198, e-mail: jandirsalos@gmail.com ou pela Unisinos, fone (51) 3591.11.22, Ramal: 3707.

Atenciosamente,

Mestrando: Jandir dos Santos Alós

Local e data

Matrícula:

Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Nome e Assinatura do Participante

Local e Data

APÊNDICE A – ROTEIRO BÁSICO DE QUESTÕES

Perfil do Entrevistado:

Idade: _____ anos Formação: _____
 Instituição / Empresa: _____
 Cargo / Função Desempenhada: _____
 Tempo na Instituição / Empresa: _____ anos Tempo no Cargo Atual: _____ anos

Questões:

1. Você conhece o Decreto nº 10240/20? Em caso afirmativo, o que representa a assinatura deste Decreto, o qual estabelece as normas para a implementação de um sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes?
2. Na sua percepção, quais foram as motivações político-legais e setoriais para a estruturação da operação de um sistema de logística reversa no contexto de resíduos sólidos pós-consumo de produtos do segmento eletroeletrônicos de uso doméstico no Brasil?
3. Quais são os atores que devem estar envolvidos na operação deste sistema de logística reversa no referido contexto?
4. Qual seria o papel a ser desempenhado por estes atores da cadeia? Favor explicar:
5. Quais são os principais desafios para o atingimento das metas estipuladas no acordo setorial e regulamentadas no Decreto nº 10240/20? Favor comentar:
6. Existem dificuldades que possam inviabilizar o atingimento das metas estabelecidas no Decreto nº 10240/20? Se sim, quais seriam estas dificuldades?
7. Quanto à sustentabilidade financeira de todo este sistema, como deveria ser organizado? Quais os principais aspectos de discussão?
8. No seu entendimento, existe um modelo a ser seguido?
9. Poderia comentar o grau de relevância e/ou impacto de cada um dos principais atores desta cadeia de logística reversa?
10. Existe algum modelo (case) atual de logística reversa de produtos eletroeletrônicos, e que poderia ser seguido pelo Brasil? Favor comentar:
11. Como deveria ser estruturado o controle operacional deste sistema? Haveria alguma divisão por regiões, considerando a extensão do Brasil?
12. Como se daria a gestão desta cadeia sob a perspectiva das empresas de transporte e associações de catadores e/ou empresas de reciclagem?
13. Como está prevista a realização de auditorias, após o início das operações de logística reversa e controle do processo de reciclagem deveria ocorrer? Seriam contratadas empresas parceiras para auxílio neste processo ou em outras frentes?
14. São necessárias articulações políticas, com prefeituras ou outros órgãos públicos, para a implementação deste sistema de logística reversa?
15. Deveria estar prevista a utilização de algum sistema de monitoramento e/ou controle do sistema de logística reversa? Seria possível, a partir da tecnologia e da inovação, haver melhor controle, principalmente quanto à confiabilidade dos dados e das informações?

16. Com base em sua experiência e conhecimento, qual seria o melhor fluxo operacional e de controle a ser adotado, visando garantir a eficiência e a eficácia deste processo e, conseqüentemente, desta cadeia de logística reversa?
17. Que outras sugestões você daria para viabilizar a operação deste sistema de logística reversa?
18. Gostarias de fazer mais algum comentário?

Agradeço pela sua participação!