



UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

FERNANDA PRISCILA CORREA BRUNHARA

**ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA
REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS DE UMA ASSOCIAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP**

Ribeirão Preto – SP

2022

FERNANDA PRISCILA CORREA BRUNHARA

**ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA
REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS DE UMA ASSOCIAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Raul Miguel Freitas de Oliveira

Ribeirão Preto – SP

2022

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

BRUNHARA, Fernanda Priscila Correa, 1998-
B894a Análise e acompanhamento do sistema de logística reversa de
eletroeletrônicos de uma associação no município de Araçatuba/SP /
Fernanda Priscila Correa Brunhara. – Ribeirão Preto, 2022.
75 f. : il. color.

Orientador: Prof.º Dr.º Raul Miguel Freitas de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Ribeirão Preto,
UNAERP, Mestrado em Tecnologia Ambiental, 2022.

1. Logística reversa. 2. Eletroeletrônicos. 3. Resíduos. II. Título.

CDD 658.5

FERNANDA PRISCILA CORREA BRUNHARA

**“ ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA
REVERSA DE ELETROELETRÔNICOS DE UMA ASSOCIAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto, para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Raul Miguel Freitas de Oliveira

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de defesa: 24 de agosto de 2022

Resultado: APROVADA

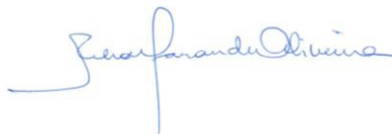
BANCA EXAMINADORA

RAUL MIGUEL FREITAS DE OLIVEIRA SOCIEDADE INDIVID:40568474000159
Assinado de forma digital por RAUL MIGUEL FREITAS DE OLIVEIRA SOCIEDADE INDIVID:40568474000159
Dados: 2022.08.24 17:52:48 -03'00'

Prof. Dr. Raul Miguel Freitas de Oliveira
Presidente - UNAERP

Isadora Alves Lovo Ismail
Assinado de forma digital por Isadora Alves Lovo Ismail
Dados: 2022.08.24 17:08:41 -03'00'

Profa. Dra. Isadora Alves Lovo Ismail
UNAERP



Prof. Dr. Celso Maran de Oliveira
UFSCAR

Ribeirão Preto
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me sustentou até aqui. A minha mãe Rosana Pereira Corrêa, minha irmã Jéssica Patrícia Correa Brunhara e meu pai José Luiz Brunhara. Ao meu orientador Prof. Dr. Raul Miguel Freitas de Oliveira, à Profa. Dra. Isadora Alves Lovo Ismail, à Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira e aos meus professores do mestrado. A todos que me ajudaram de forma direta ou indiretamente.

RESUMO

A evolução tecnológica tem impactado o modo de vida das pessoas e, em um mundo cada vez mais acelerado, as tarefas devem ser concluídas no menor tempo possível, resultando no aumento do consumo de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE), que abrangem uma ampla gama de produtos utilizados todos os dias. Tais equipamentos podem ser encontrados em residências e empresas em todo o mundo, no entanto, a propriedade *per capita* varia conforme o nível de renda. Estes produtos possuem em sua composição química metais pesados como cobalto, paládio, índio, germânio, bismuto e antimônio. A preocupação com a destinação ambientalmente adequada desses produtos quando a vida útil chega ao fim é crescente, tendo em vista os danos causados ao meio ambiente devido à contaminação de solos, corpos d'água, a fauna e a flora, bem como à saúde humana, causando doenças cerebrais, renais e pulmonares. Desse modo, o objetivo desta pesquisa foi verificar a estruturação, a implementação e a operacionalização do sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos em uma associação localizada no município de Araçatuba/SP. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica em livros e portais oficiais de órgãos competentes, disponíveis em meios eletrônicos, seguida de pesquisa de campo qualitativa com abordagem descritiva, os dados foram coletados por meio de uma entrevista estruturada com o presidente de uma associação de materiais recicláveis, a secretária da associação e o responsável pelo setor de desmontagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Foi realizada, ainda, visitas técnicas para conhecer o processo de recebimento, de separação e de armazenagem dos REEE na associação. Os principais resultados permitem traçar o panorama dos processos de reciclagem de EEE no município de Araçatuba/SP.

Palavras-chave: Resíduos. Logística reversa. Eletroeletrônicos.

ABSTRACT

Technological evolution has impacted people's way of life and, in an increasingly fast-paced world, tasks must be completed in the shortest possible time, resulting in increased consumption of electrical and electronic equipment (EEE), which cover a wide range of products used every day. Such equipment can be found in homes and businesses around the world, however, per capita ownership varies by income level. These products have in their chemical composition heavy metals such as cobalt, palladium, indium, germanium, bismuth and antimony. Concern about the environmentally appropriate disposal of these products when their useful life comes to an end is growing, in view of the damage caused to the environment due to contamination of soils, water bodies, fauna and flora, as well as human health, causing brain, kidney and lung diseases. Thus, the objective of this research was to verify the structuring, implementation and operation of the reverse logistics system for electronic waste in an association located in the city of Araçatuba/SP. For this, a bibliographic research was carried out in books and official portals of competent bodies, available in electronic media, followed by qualitative field research with a descriptive approach, the data were collected through a structured interview with the president of an association of recyclable materials, the association's secretary and the person responsible for the dismantling of waste electrical and electronic equipment (WEEE) sector. Technical visits were also carried out to learn about the process of receiving, sorting and storing WEEE at the association. The main results allow an overview of the EEE recycling processes in the city of Araçatuba/SP.

Keywords: Waste. Reverse logistic. Electronics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tabela periódica.....	17
Figura 2 – Elementos químicos presentes nos componentes dos celulares.....	18
Figura 3 – Taxas de resíduo eletroeletrônico geradas por continente.....	20
Figura 4 – Média per capita de resíduo eletroeletrônico gerado no mundo.....	21
Figura 5 – Geração global de resíduo eletroeletrônico em 2019.....	22
Figura 6 – Etapas do gerenciamento dos produtos eletroeletrônicos descartados.....	30
Figura 7 – Áreas operacionais da logística empresarial.....	35
Figura 8 – A rede de atuação da gestora.....	37
Figura 9 – Ciclo da logística reversa REEE.....	38
Figura 10 – Metas Green Eletron.....	38
Figura 11 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	39
Figura 12 – Processo de logística reversa da ABREE.....	41
Figura 13 – Fluxograma geral de realização do trabalho.....	43
Figura 14 – Localização da cidade de Araçatuba no mapa do Estado de São Paulo.....	46
Figura 15 – PEV da associação.....	47
Figura 16 – Veículo utilizado para coletar os resíduos agendados.....	48
Figura 17 – <i>Big bags</i> dispostas próximo a esteira de triagem.....	48
Figura 18 – Processo de triagem e <i>big bags</i> contendo os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.....	49
Figura 19 – <i>Big bag</i> no setor de desmontagem.....	49
Figura 20 – Setor de desmontagem de REEE.....	50
Figura 21 – Bancada de desmontagem de REE.....	50
Figura 22 – Pesagem dos metais não ferrosos.....	51
Figura 23 – <i>Big bags</i> de metais não ferrosos pesadas.....	51
Figura 24 – Carregamento das <i>big bags</i> de metais não ferrosos.....	52
Figura 25 – <i>Big bags</i> na calçada da empresa.....	52
Figura 26 – Disposição manual para paletizar.....	53
Figura 27 – Radiadores de alumínio de cobre compactados.....	53
Figura 28 – Container amarelo para disposição dos metais ferrosos.....	54

Figura 29 – Disposição de ferro e plástico na caçamba da empresa de Birigui/SP.....	54
Figura 30 – Disposição das placas eletrônicas na associação.....	55
Figura 31 – Eletroeletrônicos disponíveis para venda.....	56
Figura 32 – Hélices de ventiladores disponíveis para venda.....	56
Figura 33 – Parte dos eletroeletrônicos do futuro museu.....	57
Figura 34 – Gaiolas para transporte dos REEE.....	58
Figura 35 – Quantidade de materiais arrecadados e destinados (kg).....	61
Figura 36 – Localização do PEV da Green Eletron em Araçatuba/SP.....	63
Figura 37 – PEV da Green Eletron na loja em Araçatuba/SP.....	63
Figura 38 – Página para solicitação de coleta de REEE em casa.....	64
Figura 39 – Formulário para solicitação da coleta de REEE em casa.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação dos produtos eletroeletrônicos objeto de logística reversa.....	27
Quadro 2 – Roteiro das entrevistas	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente.....	33
Tabela 2 – Quantidade de cidades atendidas pelo sistema.....	33
Tabela 3 – Quantidade de materiais comercializados em 2019.....	59
Tabela 4 – Quantidade de materiais comercializados em 2020.....	59
Tabela 5 – Quantidade de materiais comercializados em 2021.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRT	Manifesto de Transporte de Resíduos
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PSC	Prestação de Serviços à Comunidade
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
t	Tonelada
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

SÍMBULOS

cm	centímetros
kg	quilograma
t	Tonelada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 EQUIPAMENTOS ELÉTRICO E ELETRÔNICO – EEE.....	17
3.2 PANORAMA ATUAL DA RECICLAGEM DO REEE.....	20
3.3 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI Nº 12.305/2010.....	23
3.3.1 Decreto nº 10.936/2022.....	25
3.3.2 Decreto nº 10.240/2020.....	26
3.3.3 Acordo setorial.....	31
3.4 LOGÍSTICA REVERSA.....	34
3.4.1 A LOGÍSTICA REVERSA APLICADA AO REEE.....	36
3.5 CONTRIBUIÇÃO COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	39
3.6 MÉTODOS DE RECICLAGEM DE REEE.....	40
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM UMA ASSOCIAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP.....	44
4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES QUE CONTRIBUEM COM A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS, DOS PLANOS DE COMUNICAÇÃO E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO.....	44
4.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS COLETADOS PELA ASSOCIAÇÃO.....	45
4.4 LISTAGEM DOS LOCAIS ESTABELECIDOS COMO PONTOS DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM UMA ASSOCIAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP.....	45

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES QUE CONTRIBUEM COM A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS, DOS PLANOS DE COMUNICAÇÃO E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO.....	54
5.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS COLETADOS PELA ASSOCIAÇÃO.....	58
5.4 LISTAGEM DOS LOCAIS ESTABELECIDOS COMO PONTOS DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO.....	62
6 CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICE.....	75

1 INTRODUÇÃO

A revolução industrial, a consolidação do capitalismo e a globalização promoveram um novo cenário no mundo dos negócios e da sociedade, conseqüentemente, as empresas passaram a produzir em massa (LEBOVITZ; GRABAN, 2001). Os consumidores desenvolveram uma necessidade excessiva de compra, por conta de as propagandas agressivas de marketing influenciarem no processo de decisão de compra, deste modo, todas essas ações promoveram o aumento na geração de resíduos de produtos pós-consumo (SULEMAN *et al.*, 2022).

A vida moderna promove a maior necessidade de aquisição de aparelho eletroeletrônicos e o avanço tecnológico torna os produtos obsoletos de forma rápida e crescente (ROBERTS; HOPE; SKELTON, 2017). Logo, ocorre o aumento da taxa de geração dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) (WANG *et al.*, 2022). Os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são todos os equipamentos que funcionam por meio de uma corrente elétrica de até no máximo 240 volts ou com a utilização de pilhas e baterias; alguns exemplos de EEE são: controle remoto, fogão, geladeira, computador, televisão, celular e todos os outros equipamentos que pertencem a uma das três categorias de eletrônicos, sendo: eletroeletrônicos, eletroportáteis e eletrodomésticos (GREEN ELETRON, 2019).

A obsolescência programada teve sua origem no início do século XX, e consiste na decisão do fabricante tornar obsoleto, propositalmente, um produto para que o consumidor seja forçado a adquirir um produto novo (WIESER, 2016). Segundo Ecycle (2022), o termo obsolescência significa tornar-se obsoleto, ou seja, é o processo ou estado de algo que perde sua utilidade, assim, o objetivo da obsolescência quando foi criada era aquecer a economia após a grande depressão e com o passar dos anos, revelou-se um dos mais graves impactos ambientais a serem enfrentados na gestão dos resíduos resultantes do processo de consumo desenfreado.

Quando um item que poderia ter a sua vida útil prolongada é descartado, há um imenso desperdício de recursos naturais que geraram emissões de gases estufa, para que o mesmo fosse parar, após um curto período de uso efetivo, em lixões, aterros sanitários, vias públicas ou corpos d'água, impactando gravemente a fauna, a flora e a própria humanidade (BARNES, 1961). Conforme destacado por Costa:

A rápida obsolescência é uma característica de grande parcela dos equipamentos eletroeletrônicos, e tem como algumas de suas conseqüências o desuso e descarte dos mesmos, sendo este último, muitas vezes feito de maneira inadequada, destinando os

resíduos diretamente ao meio ambiente sem qualquer forma de tratamento. Outro fato que pode ser constatado de maneira cotidiana é a tendência dos consumidores deste tipo de equipamento em descartarem os mesmos na ocorrência de falhas ou danos, mesmo que estes sejam corrigíveis. Tal hábito está atrelado ao fato de o reparo do aparelho ser financeiramente inviável, sendo mais vantajoso aos olhos do consumidor, a aquisição de outro dispositivo, novo e mais moderno (COSTA, 2019).

Conforme Assumpção (1965), há três estratégias principais para a obsolescência: obsolescência programada, que é a interrupção ou a redução da vida útil de um produto programada de forma intencional pelo fabricante, obrigando o consumidor a descartar o produto com defeito e comprar um novo produto; obsolescência perceptiva, quando um produto em perfeito estado de funcionamento passa a ser considerado obsoleto devido ao surgimento de um novo modelo com algumas modificações; portanto, este é o momento em que um produto se deprecia do ponto de vista emocional. Quando um produto funcional é substituído por um novo produto com tecnologia mais avançada, ocorre a obsolescência funcional; esse tipo de obsolescência acontece quando um produto verdadeiramente aprimorado é lançado no mercado. Essa é a estratégia que menos prejudica o meio ambiente, pois faz parte da natureza do desenvolvimento tecnológico.

De acordo com o Global E-waste Monitor 2020, o qual consiste em um relatório da Universidade das Nações Unidas que analisa os dados sobre a gestão de resíduos, em 2019, foram geradas 53,6 milhões de toneladas (t) de resíduos eletrônicos, em todo o mundo. Segundo o relatório, há uma previsão de que sejam geradas 74 milhões de toneladas de REEE em 2030, quase dobrando em apenas 16 anos.

O gerenciamento inadequado do REEE pode contaminar a fauna, a flora, os solos, os corpos d'água e o ar, bem como trazer consequências graves à saúde humana, como a exposição por inalação de fumos tóxicos e material particulado através do contato da pele com agentes corrosivos e produtos químicos, além da ingestão de água e alimentos contaminados (RODRIGUES, 2007). Salienta-se que fetos, bebês, crianças e adolescentes são particularmente vulneráveis a danos por exposição a substâncias tóxicas de REEE por conta de sua fisiologia, comportamento e rotas adicionais de exposição (FORTI *et al.*, 2020).

Com o surgimento dos eletroeletrônicos (EE), as necessidades constantes de melhorias, o desenvolvimento tecnológico e, principalmente, com a revolução digital, entre os anos de 1950 e 1970, esses equipamentos começaram a ter papel fundamental no cotidiano dos seres humanos (SILVA; MONTENEGRO; LIRA SILVA, 2019). O crescimento da produção e a comercialização de eletroeletrônicos impulsionam o aumento do descarte de REEE e,

consequentemente, a dificuldade do tratamento desses resíduos, levando a uma desordem entre o tratamento e a gestão, resultando em impactos socioambientais (MALHEIROS; CORRADI; ASSUMPÇÃO, 2021, p. 8).

Diante dessas situações, o Brasil identificou a necessidade de orientar e promover as formas corretas de descarte, minimizando os impactos na saúde dos seres humanos e no meio ambiente, incentivando à rotulagem ambiental, a importância da logística reversa, a educação ambiental, a redução, reutilização e reciclagem. Nesse contexto, originou a Lei nº 12.305 instituída em 2010.

A citada lei, por vez, é regulamentada pelo Decreto nº 10.240, instituído em 2020, que estabelece normas para a implementação do sistema de logística reversa para importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes em conformidade, especificamente, para os produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e de seus componentes, prevê as responsabilidades por parte desses elos da cadeia e do destino ambientalmente adequado para o volume de produtos colocados no mercado.

A busca pela redução, reutilização e recuperação de materiais e energia, visando uma nova forma de se relacionar com o planeta, evitando o consumo crescente de novos recursos, diminuindo o uso de matérias-primas virgens e potencializando o uso de insumos mais sustentáveis, recicláveis e renováveis evidencia a importância de estudos e aperfeiçoamento nos processos de gerenciamento dos REEE. Dada a contextualização da temática e evidenciada sua importância, esta pesquisa visa verificar a estruturação, a implementação e a operacionalização do sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos de uma associação no município de Araçatuba, interior do Estado de São Paulo.

2 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos estão apresentados a seguir.

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a estruturação, a implementação e a operacionalização do sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos em uma associação localizada no município de Araçatuba/SP.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram:

- Mapear e identificar o sistema de logística reversa de resíduos eletroeletrônicos em uma associação no município de Araçatuba/SP;
- Identificar as organizações que contribuem com a coleta e destinação dos resíduos eletroeletrônicos, dos planos de comunicação e de educação ambiental implantados no município;
- Quantificar os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos coletados pela associação no período de 2019, 2020 e 2021;
- Listar os locais estabelecidos como pontos de recebimento de resíduos eletroeletrônicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS – EEE

Os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são aqueles equipamentos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Tais equipamentos possuem uma classificação para os de grande porte, tais como refrigeradores, máquinas de lavar, fogões, micro-ondas e ar-condicionado, conhecidos como “produtos de linha branca”, além dos demais produtos, como televisores, computadores, telefones celulares, tablets, drones, pilhas, baterias, cartuchos e toners (ABRELPE, 2021).

Devido aos avanços tecnológicos, o uso de EEE vem ganhando espaço na área de transporte, saúde, sistemas de segurança, geradores de energia e internet das coisas (ROCHA, *et al.*, 2016). Conseqüentemente, o aumento do consumo dos produtos eletroeletrônicos contribui gradativamente para a geração global dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - REEE (PAIVA; FIGUEIREDO, 2022).

Os EEE são compostos por uma grande variedade de materiais, sendo necessário realizar o descarte e a reciclagem adequada para cada tipo de material. Os materiais que compõem esses produtos são desigualmente prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, quando não gerenciados de maneira ambientalmente correta (DO Ó CATÃO, 2019).

Figura 1 - Tabela Periódica

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Número atômico — Símbolo — Nome — Estado físico: Zn - sólido, Hg - líquido, Ne - gás, Cf - sintético

Atenção: para saber como obter uma tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse www.sbq.org.br/divulgacao

1 1.008 H HIDRÓGENIO																	18 4.0026 He HÉLIO
3 6.94 Li LÍTIO	4 9.0122 Be BERÍLIO											5 10.81 B BÓRIO	6 12.011 C CARBONO	7 14.007 N NITROGÊNIO	8 15.999 O OXIGÊNIO	9 18.998 F FLUOR	10 20.180 Ne NEÔNIO
11 22.990 Na SÓDIO	12 24.305 Mg MAGNÉSIO											13 26.982 Al ALUMÍNIO	14 28.086 Si SILÍCIO	15 30.974 P FÓSFORO	16 32.06 S ENXOFRE	17 35.45 Cl CLORO	18 39.95 Ar ARGÔNIO
19 39.098 K POTÁSSIO	20 40.078 Ca CÁLCIO	21 44.956 Sc ESCÂNDIO	22 47.867 Ti TÍTÂNIO	23 50.942 V VANÁDIO	24 51.996 Cr CRÔMIO	25 54.938 Mn MANGANÊS	26 55.845 Fe FERRO	27 58.933 Co COBALTO	28 58.933 Ni NÍQUEL	29 63.546 Cu COBRE	30 65.38 Zn ZINCO	31 69.723 Ga GÁLIO	32 72.631 Ge GERMÂNIO	33 74.922 As ARSENÍO	34 78.9718 Se SELÊNIO	35 79.904 Br BROMO	36 83.798 Kr KRIPTOGÊNIO
37 85.468 Rb RUBÍDIO	38 87.62 Sr ESTRÔNCIO	39 88.906 Y ÍTRIO	40 91.2242 Zr ZIRCONÍO	41 92.906 Nb NÍOBIO	42 95.94 Mo MOLIBDÊNIO	43 101.07 Tc TECNÉCIO	44 101.07 Ru RÚTÊNIO	45 102.91 Rh RÓDIO	46 106.42 Pd PALÁDIO	47 107.87 Ag PRATA	48 112.41 Cd CÁDMIO	49 114.82 In ÍNDIO	50 118.71 Sn ESTANHO	51 121.76 Sb ANTIMÔNIO	52 127.603 Te TELÚRIO	53 126.91 I IODO	54 131.29 Xe XENÔNIO
55 132.91 Cs CÉSIO	56 137.33 Ba BÁRIO	57-71 LANTANÍDEOS	72 178.49 Hf HÁFNIO	73 180.95 Ta TÂNTALO	74 183.84 W TUNGSTÊNIO	75 186.21 Re RÊNIO	76 186.21 Os ÓSMIO	77 190.23 Ir ÍRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINA	79 196.97 Au OURIVIO	80 200.59 Hg MERCÚRIO	81 204.38 Tl TÁLIO	82 207.2 Pb CHUMBO	83 208.98 Bi BISMUTO	84 208.98 Po PÓLÓNIO	85 209 At ASTATO	86 210 Rn RÁDÓNIO
87 Fr	88 Ra	89-103 ACTINÍDEOS	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Atenção: para saber como obter uma tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse www.sbq.org.br/divulgacao																	
<p>DESDE 2019</p> <p>Organização das Necessidades de Tabela Periódica da Sociedade Brasileira de Química e da SBQ</p> <p>Associação Brasileira de Química (SBQ)</p> <p>Associação Brasileira de Química (SBQ)</p> <p>Associação Brasileira de Química (SBQ)</p>																	
57 138.91 La LANTÂNIO	58 140.12 Ce CÉRIO	59 140.91 Pr PRASEODÍMIO	60 144.24 Nd NEODÍMIO	61 144.24 Pm PROMÉDIO	62 150.36 Sm SAMÁRIO	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLÍNIO	65 158.93 Tb TERBÍO	66 162.50 Dy DISPROSÍMIO	67 164.93 Ho HÓLMIUM	68 167.26 Er ERBÍO	69 168.93 Tm TULÍO	70 173.05 Yb ÍTERBIO	71 174.97 Lu LUTÉCIO			
88 137.08 Ac ACTÍNIO	90 226.04 Th TÓRIO	91 227.03 Pa PROTÁCTÍNIO	92 238.03 U URÂNIO	93 238.03 Np NEPTÚNIO	94 239.05 Pu PLÚTONÍO	95 244.06 Am AMÉRICIO	96 247.07 Cm CÚRIO	97 247.07 Bk BERKÉLIO	98 247.07 Cf CALIFÓRNIUM	99 251.08 Es EINSTEINÍO	100 252.08 Fm FERMÍO	101 252.08 Md MÉNDELÉVIO	102 252.08 No NOBÉLIO	103 252.08 Lr LAWRÊNÇIO			

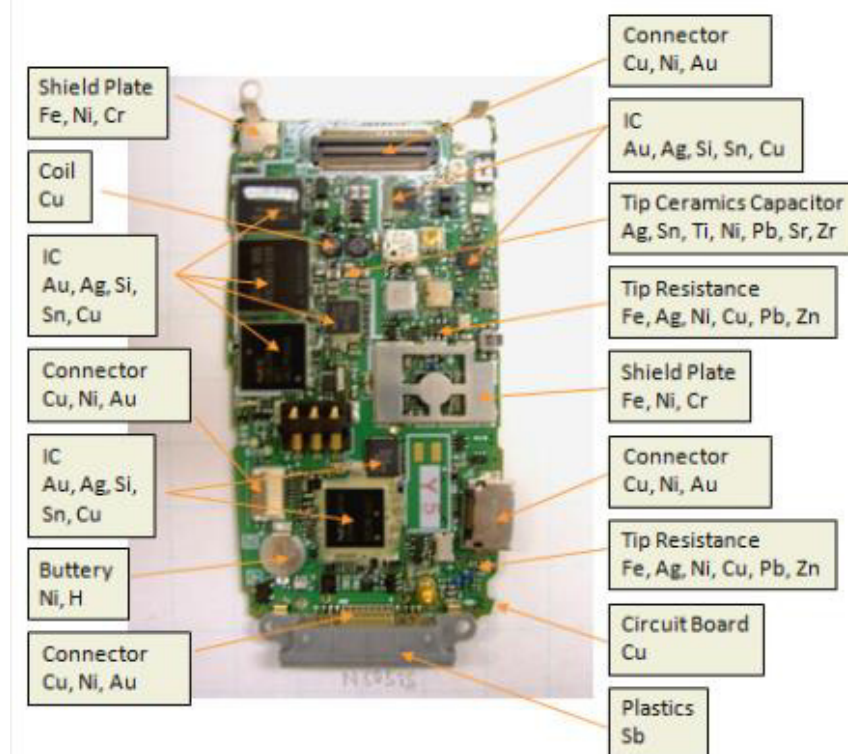
www.sbq.org.br copyright © 2022 SBQ fone: (11) 5032-2299

Fonte: (SBQ - SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2022).

A composição química dos REEE são tão complexos que até 69 elementos da tabela periódica podem ser encontrados em sua composição, dentre eles incluem-se os metais preciosos, como ouro (Au), prata (Ag), cobre (Cu), platina (Pt), paládio (Pd), rutênio (Ru), ródio (Rh), irídio (Ir) e ósmio (Os); as matérias-primas críticas como cobalto (Co), paládio (Pd), índio (In), germânio (Ge), bismuto (Bi) e antimônio (Sb); e os metais não críticos, como alumínio (Al) e ferro (Fe) (NATUME; SANT'ANNA, 2011). Na Figura 1, é apresentada a Tabela Periódica com destaque para os principais elementos que compõem os REEE.

Os metais pesados estão naturalmente presentes no meio ambiente e são necessários em pequenas quantidades para sustentar a vida, porém, em excesso, podem ter efeitos devastadores (LI *et al.*, 2023). Uma das causas de tais excessos de metais pesados ocorre por conta do descarte inadequado de REEE, o qual pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, contaminando solo, ar, água, e, conseqüentemente, à saúde dos seres humanos e dos animais, devido à grande quantidade de componentes químicos presentes nos eletroeletrônicos (PRADO *et al.*, 2016). Exemplificando, a Figura 2 demonstra a quantidade de elementos químicos presentes nos componentes de um aparelho celular, sendo eles: Ag = prata; Au = ouro; Cr = cromo; Cu = cobre; Fe = ferro; H = hidrogênio; Ni = níquel; Pb = chumbo; Sb = antimônio; Si = silício; Sn = estanho; Sr = estrôncio; Ti = titânio; Zn = zinco; Zr = zircônio.

Figura 2 – Elementos químicos presentes nos componentes dos celulares



Fonte: (GREEN ELETRON, 2019).

Os elementos com números atômicos de 1 a 98 são elementos químicos naturais encontrados na natureza, podendo estar disponíveis em maiores ou menores quantidades, tornando-se preocupantes a partir do momento que os EEE passaram a ser indispensáveis no dia a dia dos seres humanos. E como seu funcionamento depende de elementos químicos naturais, uma alternativa encontrada para atender a demanda foi a mineração urbana (ZHANG *et al.*, 2022).

O conceito de mineração urbana consiste na conversão de produtos pós-consumo em matéria-prima para reaproveitamento na produção de novos produtos, evitando a necessidade de extraí-los da natureza (GREEN ELETRON, 2019).

A mineração, de modo geral, consiste na extração de minério a partir da lavra de uma jazida mineral e o seu processamento para a obtenção de produtos comercializáveis. O objetivo da MINERAÇÃO URBANA é alcançar a utilização máxima de materiais com custos mínimos de produção e de processamento, concomitantemente com a diminuição do impacto ambiental resultante de uma destinação inadequada (GIESE *et al.*, 2021, p. 10).

O relatório E-Waste Monitor apresenta, globalmente, que apenas 17,4% do REEE estão documentados como formalmente recolhidos e reciclados. Ressalta-se, portanto, que as taxas de coleta e reciclagem precisam ser melhoradas em todo o mundo (FORTI *et al.*, 2020).

No entanto, o setor de reciclagem sofre com os custos elevados de processos e os desafios na reciclagem dos materiais (GIESE; LINS; XAVIER, 2021). Por exemplo, a recuperação de alguns materiais, como o germânio e o índio, é um desafio devido ao seu uso disperso em produtos e o fato deles não serem projetados considerando os princípios de reciclagem no momento da separação desses componentes (HENCKENS, 2021).

Os metais preciosos presentes em alguns produtos refletem um alto valor agregado, como, por exemplo, o ouro retirado de dispositivos, como smartphones e computadores (FONTOURA, 2018). Os métodos empregados para separar e reciclar o REEE podem ser economicamente viáveis, principalmente se realizado manualmente, em que as perdas materiais são inferiores a 5% (DEUBZER, 2007).

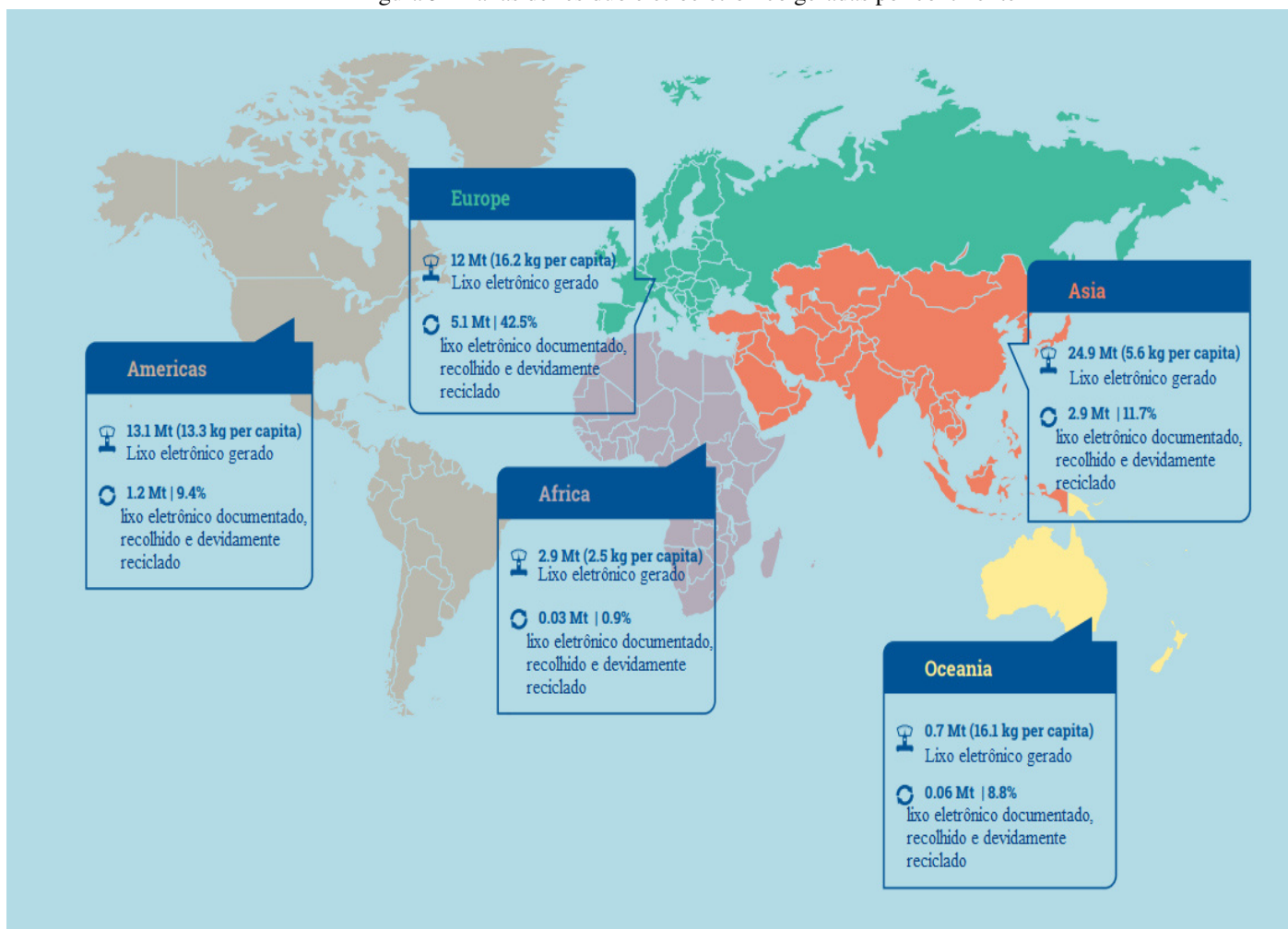
Assim, verifica-se que a coleta seletiva e a reciclagem do REEE podem ser economicamente viáveis para produtos que contenham altas concentrações e conteúdo de metais preciosos. No entanto, a taxa de reciclagem do REEE ainda é muito baixa e pode ser melhorada para metais preciosos por meio da coleta eficiente e pré-tratamento desse resíduo. Para isso, torna-se necessário compreender o panorama vigente da reciclagem de REEE.

3.2 PANORAMA ATUAL DA RECICLAGEM DO REEE

Em 2019, o mundo gerou impressionantes 53,6 milhões de toneladas (t) de REEE, uma média de 7,3 kg per capita. A geração global de REEE cresceu 9,2 t desde 2014 e está projetada para crescer 74,7 t até 2030, quase duplicando em apenas 16 anos. Ainda em 2019, a coleta e reciclagem documentada formalmente foi de 9,3 t, ou seja, 17,4% em relação ao REEE gerado. Cresceu com 1,8 t desde 2014, um crescimento anual de quase 0,4 t. No entanto, a geração total de REEE aumentou 9,2 t, com um crescimento anual de quase 2 t. Assim, as atividades de reciclagem não estão acompanhando o crescimento global desse resíduo (FORTI *et al.*, 2020).

A quantidade crescente de REEE é alimentada principalmente por maiores taxas de consumo de EEE, ciclos de vida curtos e poucas opções de reparo (DOS REIS DIAS *et al.*, 2018). Dessa forma, na Figura 3 são apresentadas no mapa mundial as taxas de REEE geradas por continente e a quantidade recolhida e devidamente reciclada.

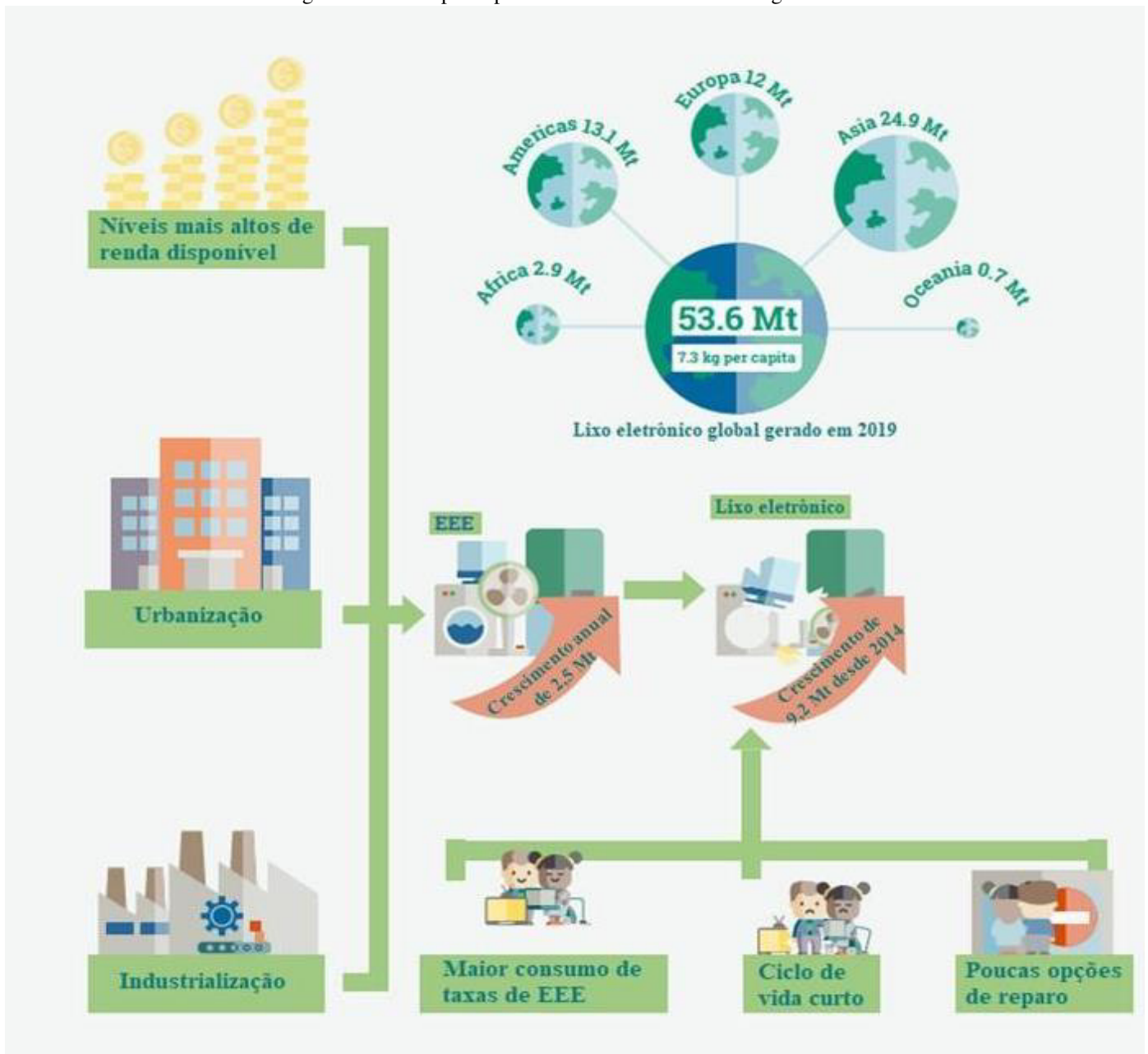
Figura 3 - Taxas de resíduo eletroeletrônico geradas por continente



Fonte: Adaptado de Forti *et al.* (2020, p. 25).

De acordo com os dados do relatório da E-Waste Monitor, verifica-se que em 2019 a Ásia gerou a maior quantidade de REEE, em 24,9 t, as Américas 13,1 t e Europa 12 t, enquanto a África e Oceania geraram 2,9 t e 0,7 t, respectivamente (FORTI *et al.*, 2020). Nota-se na Figura 4 a média per capita de REEE gerado no mundo.

Figura 4 – Média per capita de resíduo eletroeletrônico gerado no mundo

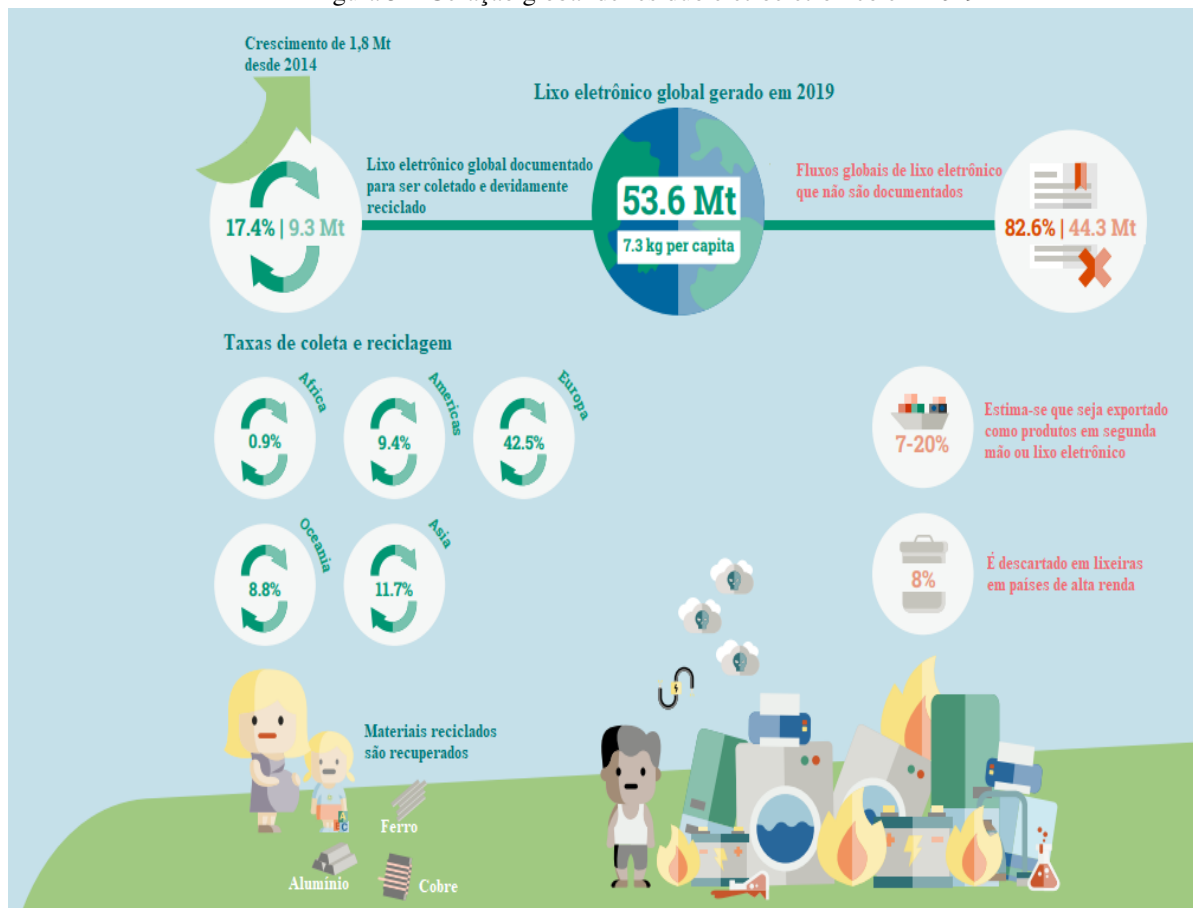


Fonte: Adaptado de Forti *et al.* (2020, p. 13).

Em relação à geração de REEE per capita, verifica-se que o ranking dos continentes muda completamente. A Europa ficou em primeiro lugar no mundo, com 16,2 kg per capita. Oceania, em segundo, com 16,1 kg per capita, seguida pelas Américas, com 13,3 kg per capita,

enquanto Ásia e África geraram apenas 5,6 e 2,5 kg per capita, respectivamente (FORTI *et al.*, 2020). A Figura 5 apresenta o REEE global gerado em 2019.

Figura 5 – Geração global de resíduo eletroeletrônico em 2019



Fonte: Adaptado de Forti *et al.* (2020, p. 14).

O continente com maior taxa de coleta e reciclagem foi a Europa, com 42,5%. A Ásia ficou em segundo lugar, com 11,7%, as Américas e a Oceania foram semelhantes, com 9,4% e 8,8%, respectivamente, e a África teve a menor taxa, em 0,9%. O destino de 82,6%, 44,3 Mt do REEE gerado em 2019, é incerto, e seu paradeiro e o impacto ambiental variam entre as diferentes regiões (FORTI *et al.*, 2020). Conforme o relatório E-Waste Monitor:

[...] em países de alta renda, geralmente é desenvolvida uma infraestrutura de reciclagem de resíduos, e: cerca de 8% do lixo eletrônico é descartado em lixeiras e posteriormente depositado em aterro ou incinerado. Isso é principalmente composto por pequenos equipamentos e pequenas TI. Os produtos descartados às vezes ainda podem ser recondicionados e reutilizados e, portanto, geralmente são enviados como produtos de segunda mão de países de alta renda para países de baixa ou média renda. No entanto, uma quantidade considerável de lixo eletrônico ainda é exportada ilegalmente ou sob o pretexto de ser para reutilização ou fingir ser sucata. Pode-se supor que o volume de movimentos transfronteiriços de EEE ou lixo eletrônico usado varia de 7 a 20% do lixo eletrônico gerado (FORTI *et al.*, 2020, p.14, tradução nossa).

A maioria dos REEE domésticos e comerciais não documentados, provavelmente, está misturada com outros fluxos de resíduos, como resíduos plásticos e resíduos metálicos (YAMAMOTO *et al.*, 2004). Isso significa que frações facilmente recicláveis podem ser recicladas, mas muitas vezes em condições inferiores, sem despoluição e sem a recuperação de todos os materiais valiosos. Em países de renda média e baixa, a infraestrutura de gestão de REEE ainda não está totalmente desenvolvida ou, em alguns casos, não existente (BUI *et al.*, 2022).

Assim, é possível compreender que o REEE é gerenciado principalmente pelo setor informal, muitas vezes tratado em condições inferiores, causando graves efeitos à saúde dos trabalhadores, bem como das crianças, que muitas vezes vivem, trabalham e brincam perto das atividades de gerenciamento desse resíduo. Para que tal realidade fosse modificada, originou-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual aprofundaremos a seguir.

3.3 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI N.º 12.305/2010

Com o advento da Revolução Industrial no século XVIII, houve um grande desenvolvimento tecnológico, transformando os processos produtivos, criação de novos materiais e consolidando indústrias (JENSEN, 1993). O crescimento da população, somado ao aumento da industrialização, aos novos padrões de consumo e a expansão de centros urbanos, resultou em danos ao meio ambiente (JABBOUR; SANTOS, 2008). Consequentemente, ao longo dos anos, discutiu-se sobre as graves consequências da degradação ambiental. Como uma possível solução, foram criadas leis com o objetivo de proteger e preservar o meio ambiente (FARIAS, 2006).

No Brasil, as principais leis relacionadas à proteção do meio ambiente são: Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, estabelece: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, Art. 225).

Com tudo, identificou-se a necessidade de uma legislação mais funcional e detalhada para ter resultado efetivo. Após 21 anos de tramitação no Congresso Nacional, a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é integrada com a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico. A PNRS visa à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos por meio de conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isolada ou em cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares; com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

No Art. 6.º da Lei 12.305/2010 estão apresentados os princípios para a implementação da PNRS. Dentre eles, é importante ressaltar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, desde a obtenção da matéria-prima até seu descarte após o uso.

Conforme disposto no Art. 3.º Inciso XVII, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos trata-se do:

[...] conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

De acordo com Barbosa (2014), a responsabilidade compartilhada é um dos avanços da PNRS, pois se trata de delegar a vários segmentos da sociedade a tarefa de executar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, mas, principalmente, de fechar o ciclo desses materiais em seu local de origem.

Contudo, para que a responsabilidade compartilhada seja posta em prática de forma efetiva é fundamental a participação de todos, sociedade, setores públicos e privados nas discussões sobre hábitos de consumo, reciclagem de materiais, oportunidade de novos negócios sustentáveis, além da promoção da educação ambiental e conscientização sobre os impactos ambientais causados pelas atividades dos seres humanos (LENZEN *et al.*, 2007).

No Artigo 7.º da Lei n.º 12.305/2010 são apresentados os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, assim, os principais objetivos envolvem proteger a saúde pública e a qualidade ambiental; não gerar, reduzir, reaproveitar, reciclar e destinar adequadamente os resíduos sólidos ao meio ambiente; incentivar a indústria de reciclagem a promover o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; continuar a formação técnica na área dos resíduos sólidos; integrar catadores de materiais reutilizáveis e

recicláveis em ações de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto; incentivar o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial destinados a melhorar os processos produtivos e reutilizar os resíduos sólidos, incluindo a recuperação e utilização de energia; incentivar a rotulagem ambiental e o consumo sustentável.

Em síntese, os princípios e os objetivos dispostos na Lei n.º 12.305/2010 são claros e especificam a importância da atuação do Poder Público e da sociedade, bem como dos riscos que a disposição inadequada dos resíduos sólidos pode causar ao meio ambiente, buscando, assim, instrumentos que incentivam o desenvolvimento e a aplicação de sistemas de gestão e gerenciamento integrado de resíduos.

Apesar de dispor de instrumentos essenciais como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a aplicação dos princípios de protetor-recebedor e poluidor-pagador, a PNRS ainda enfrenta muitas dificuldades para seu cumprimento efetivo, principalmente por conta da cultura da população brasileira (LAYRARGUES, 2011). Outro fator importante frisar sobre a responsabilidade compartilhada é que a PNRS foca em fabricantes, importadores, comerciantes e poder público, não deixando claro a essencial participação do consumidor.

Os consumidores são cada vez mais incentivados e influenciados ao consumo (LUCAS *et al.*, 2013). A busca pelo aumento de circulação de produto no mercado faz com que os produtos eletroeletrônicos tenham menor vida útil, o que conseqüentemente aumenta a geração desses resíduos (WANG *et al.*, 2022). Assim, fica evidente a necessidade de ressaltar as obrigações consumidor-gerador, por também ter responsabilidades na geração de resíduos sólidos.

Maiello, Britto e Valle (2018) apontam outro obstáculo para a efetividade da PNRS no Brasil: as distâncias físicas e estruturais existentes entre as instâncias governamentais responsáveis pela formulação de normas e diretrizes e as instâncias executoras. Esse dado causa dificuldades para a integração das políticas ambientais complementares. Para suprir tal barreira, fez-se necessário a criação de decretos, como o de nº 10.936/2022, entre outros.

3.3.1 Decreto n.º 10.936/2022

O Decreto n.º 10.936/2022 foi editado como um regulamento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, trazendo diversas mudanças e salientando vários processos, especialmente no referente à logística reversa.

As principais mudanças foram a criação do Programa Nacional de Logística Reversa, instituição do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) e conteúdo mínimo dos atos infralegais e contratuais regulamentadores dos sistemas de logística reversa. Essas ações visam ampliar o alcance da logística reversa no Brasil, desde a regulamentação até o acompanhamento de metas. Nesse sentido, fazem parte da responsabilidade compartilhada os fabricantes, os importadores, os distribuidores, os comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos (SANTOS; MARCHI, 2022).

O novo decreto estipula a obrigatoriedade da prestação de informações sobre os sistemas de logística reversa no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), assim como a disponibilidade dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos no sistema nacional de informações sobre o SINIR, passando a ser obrigatório para empresas de todos os portes. O SINIR é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituído pela Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010.

A coordenação e articulação do SINIR estão sob a responsabilidade do Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e sua organização e manutenção são de responsabilidade compartilhada entre os governos municipais, estaduais e Distrito Federal. É de responsabilidade dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios fornecer ao órgão federal todas as informações necessárias sobre resíduos sob sua esfera de competência, com periodicidade anual, nos canais e formatos criados para essa finalidade. Todos os entes federativos deverão igualmente e de forma conjunta, organizar e manter a infraestrutura necessária para receber, analisar, classificar, sistematizar, consolidar e divulgar dados e informações qualitativas e quantitativas sobre a gestão de resíduos sólidos (SINIR, 2022).

No Art. 30, reforçam-se as diretrizes aplicáveis à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, também instituídas na Lei 12.305/2010, sobre, não há geração de resíduos sólidos; a redução, o reaproveitamento, a reciclagem e a disposição final de resíduos sólidos e de rejeitos ao meio ambiente.

3.3.2 Decreto n.º 10.240/2020

O Decreto n.º 10.240, de 12 de fevereiro de 2020 estabelece normas para a implementação de sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, tendo por objetivos a estruturação, a implementação e a

operacionalização de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico existentes no mercado interno (SANTOS; MARCHI, 2022).

Conforme disposto no Art 3.º, considera-se, produtos eletrônicos - eletrodomésticos cujo funcionamento depende de correntes nominais de até 240 volts; *Grey Electronics* ou *Grey Products* - Produtos eletrônicos e seus acessórios que foram importados ou comercializados pelo fabricante original de forma não oficial, não autorizada ou não intencional; Produtos eletroeletrônicos órfãos ou produtos órfãos - produtos eletroeletrônicos e seus acessórios para os quais o fabricante ou importador não existe mais no mercado atual.

De acordo com o disposto no Art. 5º, para fins governamentais ou corporativos, uso industrial por pessoas jurídicas e uso comercial.

As nomenclaturas “uso doméstico” e “uso não doméstico” presentes no Decreto referem-se aos produtos eletroeletrônicos, os quais podem ser classificados nessas duas categorias. O termo “uso doméstico” é utilizado para aparelhos de uso pessoal, residencial ou familiar exclusivamente por pessoas físicas. Enquanto o “uso não doméstico” é atribuído aos aparelhos com uso para fins governamentais ou corporativos, o uso industrial e o uso comercial por pessoa jurídica (TORRES; FERRARESI, 2012).

O Quadro 1 apresenta a relação dos produtos eletroeletrônicos, objeto de logística reversa, conforme consta no Decreto nº 10.240, de fevereiro de 2020.

Quadro 1 - Relação dos produtos eletroeletrônicos objeto de logística reversa

Abridor de vinho elétrico	Conversor digital	Miniadega
Abridor elétrico de latas	Cooktop elétrico e a gás	Minicomputador
Adaptador wireless USB - Universal Serial Bus	Copiadora	Miniforno
Adaptadores em geral	Cortina de ar	Miniprocessador (com uma ou mais funções)
Adega	CPU - Central Process Unit	Mixer
Amplificador de áudio	Crepeira	Modem
Antena digital	Depurador de ar	Módulo de gerenciamento e processamento de dados (switch de rede de internet)
Aparador de barba	Desktop sem monitor (computador pessoal)	Moedor de café
Aparador de grama	Desumidificador de ar	Moedor de grãos
Aparelho de aquecimento elétrico para ambiente	Dispositivo eletroeletrônico para armazenagem ou transferência de dados (exemplo: pen drive e cartão de memória)	Moedor elétrico (de grãos ou de carne, entre outros)

Quadro 1 - Relação dos produtos eletroeletrônicos objeto de logística reversa

(continuação)

Aparelho de ar condicionado de janela	Distribuidor automático de bebida quente (máquina de consumo)	Monitores em geral
Aparelho de ar condicionado portátil	Dock station	Mouse
Aparelho de ar condicionado split	Ducha elétrica	Multifatiador
Aparelho de barbear	DVD - Digital Versatile Disc player	Nobreaks
Aparelho de depilar e aparar pelos	Enceradeira	Óculos 3D
Aparelho de massagem e outros aparelhos para o cuidado do corpo	Equipamento desportivo com componente elétrico ou eletrônico	ODD - External Optical Drive
Aparelho de rádio e sistemas de som	Equipamento informático pessoal (exemplo: e-reader)	Omeleteira
Aparelho de televisão	Escova de dente elétrica (airfloss)	Painel fotovoltaico
Aparelho de videogame	Escova modeladora	Panela de arroz
Aparelho para cortar o cabelo	Esmerilhadeira	Panela de pressão elétrica
Aparelho para engomar, alisar e tratar o vestuário	Espremedor de frutas	Panela elétrica
Aparelho para preparação de café ou chá	Estabilizador e regulador de tensão	Panquequeira
Aspirador	Etiquetadora e rotulador eletrônico	Parafusadeira
Aspirador de janela	Extrator de leite elétrico	Parafusadeira
Atendedor automático (exemplo: secretária eletrônica)	Faca elétrica	Passadeira a vapor
Autofalante	Fechador elétrico de latas	Pia fogão
Autorrádio	Ferramenta para cortar relva ou para outra atividade de jardinagem	Piano
Babá eletrônica	Ferro de engomar	Pipoqueira
Balança	Fogão	Pistola aplicadora de cola
Batedeira	Fogão elétrico	Podador de cerca viva
Bateria externa	Fone de ouvido	Prancha de cabelo
Bebedouro refrigerado	Fonte universal para notebook	Processador de alimentos
Blender	Forno elétrico	Produto ou equipamento de uso doméstico para transmitir som, imagem ou outras informações por telecomunicação
Blu-ray player	Fragmentadora de papel	Produto ou equipamento para coletar, armazenar, tratar, apresentar ou comunicar informações por via eletrônica
Bomba de jardim	Freezer vertical	Projektor de vídeo
Brinquedo elétrico ou eletrônico	Frigobar	Protetor de linha

Quadro 1 - Relação dos produtos eletroeletrônicos objeto de logística reversa

(continuação)

Bule elétrico	Fritadeira	Pulverizador elétrico
Cabos e conectores em geral	Furadeira	Purificador de água
Cafeteira	Gravador (Digital Video Recorder - DVR)	Rádio portátil
Caixa de som	Gravador de áudio	Refrigerador
Calculadora com bobina	Gravador de vídeo	Relógio (de sala, de pulso ou de mesa) e aparelho para medir, indicar ou registrar o tempo
Calculadora de bolso e de mesa	HDD - External Hard Drive	Relógio smart
Câmera de segurança	Headset	Reprodutor de mídia (exemplo: aparelho de reprodução e gravação de som e aparelho VHS de gravação e reprodução de vídeo)
Câmera de vídeo	Home theater	Resistência elétrica ou eletrônica
Câmera de vídeo	Hub (concentrador)	Roteador
Câmera externa de telefone celular	Impressora de uso doméstico com tecnologia matricial, laser ou jato de tinta	Sandueira
Câmera fotográfica digital	Impressora multifuncional	Scanner
Campinha cigarra eletrônica	Instrumento musical	Secador de cabelo
Campinha eletrônica	Jogo de videogame	Serra elétrica
Carregador portátil USB	Kit de controle remoto	String box
Carregadores em geral (power bank)	Lanterna elétrica	Tablet
Cartucho de tinta ou toner	Lavadora de jato de água	Teclado
Cartucho de videogame	Limpadora a vapor	Teclado (instrumento musical)
Celular portátil (com capa traseira com bateria ou placa de circuito impresso)	Limpadora de carpete	Tela de projeção
Centrífuga de suco	Liquidificador	Telecopiadora (fax)
Cervejeira	Lixadeira	Telefone
Chaleira elétrica	Máquina de algodão doce	Telefone celular
Chapa grill	Máquina de café	Telefone rural GSM
Churrasqueira a gás	Máquina de costura	Telefone sem fio
Churrasqueira elétrica ou eletrônica	Máquina de cupcake	Telex
Chuveiro elétrico ou eletrônico	Máquina de escrever elétrica e eletrônica	Torneira elétrica
Circulador de ar	Máquina de lava e secar	Torradeira
Climatizador de ar elétrico	Máquina de lavar louça	Transmissor e receptor Bluetooth
Coifa com dimensão horizontal de, no máximo, 120 cm (cento e vinte centímetros)	Máquina de lavar roupa	Triturador

Quadro 1 - Relação dos produtos eletroeletrônicos objeto de logística reversa (conclusão)

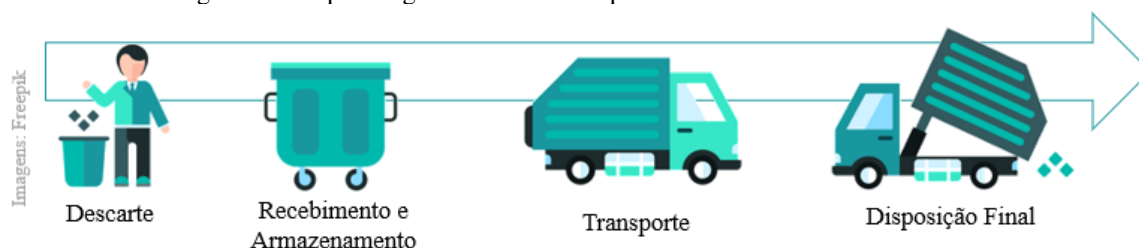
Combinação de refrigerador e congelador (freezer) munido de portas exteriores separadas	Máquina de lavar roupa semiautomática	Umificador
Computador all in one	Máquina de pão (panificadora)	Vaporizador de roupa
Computador para ciclismo, mergulho, corrida, remo e outras atividades desportivas	Máquina de secar (secadora de roupas ou centrífuga)	Variador de luminosidade (dimmer)
Computador portátil (notepad)	Máquina de sorvete	Variador de ventilador
Computadores portáteis (exemplo: laptop, netbook e notebook)	Máquina de waffle	Ventilador de coluna
Console de videogame portátil	Microcomputador	Ventilador de mesa
Controle remoto	Micro-ondas	Ventilador de teto
Conversor de corrente contínua	Mídias utilizadas em equipamentos eletroeletrônicos (exemplo: CD, DVD, VHS, cassete e disquete)	

Fonte: Adaptado do Decreto nº 10.240/2020.

Para a estruturação e implantação de um sistema de logística reversa, o Decreto nº 10.240/2020 determina a criação do Grupo de Acompanhamento de Performance, tratando-se de um grupo formado por entidades representativas de âmbito nacional dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos com os objetivos de acompanhar e divulgar a implementação do sistema de logística reversa e detalhar as funções e as atividades do grupo em regimento interno.

O decreto estabelece as etapas do gerenciamento dos produtos eletroeletrônicos descartados, podendo ser observadas na Figura 6 as etapas do gerenciamento. Na primeira etapa, os consumidores deverão fazer o descarte dos produtos eletroeletrônicos em pontos de recebimento; na segunda etapa ocorre o recebimento e o armazenamento temporário desses produtos descartados em pontos de recebimento ou em pontos de consolidação; na terceira etapa ocorre o transporte dos produtos descartados dos pontos de recebimento até os pontos de consolidação, se necessário; e, por fim, a destinação final ambientalmente adequada.

Figura 6 – Etapas do gerenciamento dos produtos eletroeletrônicos descartados



Fonte: Adaptado do Decreto 10.240/2020.

Pelo Decreto, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos resultantes dos processos de reciclagem deverá ser realizada pelos provedores habilitados pelas empresas ou pelas entidades gestoras, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes integrantes do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

A responsabilidade compartilhada é fundamental no processo de logística reversa, tendo em vista a necessidade da colaboração de todos os elos da cadeia como fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores e do Poder Público, relacionados ao sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos (ZAMBON *et al.*, 2017). Ressalta-se ainda que as obrigações são individualizadas e encadeadas, nos termos do disposto no Decreto 10.240/2020 e na Lei nº 12.305/2010.

O Decreto 10.240/2020 apresenta no Art. 31 as obrigações dos consumidores: segregar e armazenar o EEE separadamente de outros resíduos; remover dados privados e informações armazenadas nos discos rígidos, cartões de memória e estruturas semelhantes. Por fim, realizar a destinação ambientalmente correta do REEE. No Art. 33 as obrigações dos fabricantes e dos importadores; no Art. 34 as obrigações dos importadores; no Art. 35 as obrigações dos distribuidores e no Art. 36 as obrigações dos comerciantes no âmbito do sistema de logística reversa de que trata este Decreto.

Assim, o Decreto exige que as empresas apresentem um cronograma anual, detalhando seus planos de implementação da logística reversa, e também seus planos de comunicação e de educação ambiental. A empresa que não cumprir as diretrizes poderá ser autuada e resultar na aplicação de multas, que variam com a gravidade da negligência, além de eventuais questionamentos sobre possível crime ambiental (GREEN ELETRON, 2022).

Torna-se importante ressaltar que a legislação permite que as obrigações dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos, participantes do modelo coletivo de logística reversa, poderão ser cumpridas em parceria com entidades gestoras, conforme instrumento jurídico aplicável (MENDES; RUIZ; KNISS, 2017). Para tal parceria ser realizada corretamente, formularam-se os acordos setoriais.

3.3.3 Acordo setorial

Conforme o Art. 3.º da PNRS (2010), o acordo setorial é “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto”.

Assim, o acordo setorial é uma ferramenta da PNRS, que na legislação é apresentada de forma subjetiva, sendo necessário estabelecer os acordos setoriais para definir objetivos, metas e detalhar as responsabilidades dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores na logística reversa dos resíduos sólidos.

De acordo com o SINIR, há em vigor seis acordos setoriais, sendo: embalagens plásticas de óleo lubrificante, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, embalagens em geral, baterias, chumbo ácido e eletroeletrônicos de uso doméstico.

Em 31 de outubro de 2019, foi assinado o acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes com as entidades representativas do setor: ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, ABRADISTI - Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação, ASSESPRO NACIONAL - Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação e GREEN ELETRON - Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional.

Assim, conforme descrito no acordo e regulamento pelo Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, a estruturação e a implementação do sistema de logística reversa será realizada em duas fases: A Fase 1, com início na data de publicação e término em 31 de dezembro de 2021, abrangendo a criação e estruturação do Grupo de Acompanhamento de Performance; a adesão de fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores às entidades gestoras; a declaração favorável e não vinculante do Ministério do Meio Ambiente para apoiar medidas fiscais para simplificar o transporte e as operações de transporte entre países para destinação final ambientalmente adequada de produtos EEE, com isenção de impostos no recebimento ou exportação combinada; regulamentação do IBAMA para fins de transporte interestadual com o apoio do MMA e órgãos ambientais competentes para introduzir medidas de simplificação para permitir a instalação de pontos de recebimento nos Estados; e a Fase 2, com início em 1º de janeiro de 2021, que compreenderá a qualificação de prestadores de serviços que possam atuar no sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos; o desenvolver um programa informal de comunicação e educação ambiental para informar a implantação do sistema de logística reversa e qualificar os formadores de opinião, dirigentes de entidades, associações e gestores municipais que apoiam a implantação do sistema; e a instalação de pontos de recebimento ou consolidação.

A implantação efetiva das duas fases trará resultados positivos para o Brasil. Os pontos de coleta de eletroeletrônicos aumentarão de 70 para mais de 5.000 no país, abrangendo os 400

maiores municípios (com população superior a 80.000 habitantes), compreendendo aproximadamente 60% da população (MMA, 2022).

O Decreto n.º 10.240/2020 estabelece no cronograma de implantação da segunda fase da estruturação e a implementação do sistema de logística reversa a meta percentual a ser coletada e destinada anualmente, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente

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

Fonte: Decreto n.º 10.240/2020.

Outra meta estabelecida no Decreto n.º 10.240/2020 é a quantidade de municípios a serem atendidos pelo sistema até 2025, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidade de cidades atendidas pelo sistema

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

Fonte: Decreto N° 10.240/2020.

Como observado na Tabela 2, a meta para o ano de 2025 é que o sistema de logística reversa atenda um total de 400 municípios em todos os estados brasileiros.

Essas ações firmam o compromisso de encaminhar os produtos coletados para a destinação final ambientalmente adequada, priorizando a reciclagem e diminuindo as pressões por novas matérias-primas e os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado. Dessa forma, ressalta-se como importantes as ações de comunicação e as campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado.

3. 4 LOGÍSTICA REVERSA

A logística empresarial compreende o conjunto de todas as atividades de movimentação e armazenagem necessárias, visando facilitar o fluxo de produtos do ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, bem como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, obtendo níveis de serviço adequados aos clientes, a um custo justo para ambas as partes (BULLER, 2012). Com a economia mundial cada vez mais globalizada, a logística se torna essencial a todas as organizações, indicando a necessidade de investimentos em sistemas de abastecimento, canais de distribuição e de prestação de serviços (NOGUEIRA, 2011). Assim, o progresso, a relevância e a disputa dos novos padrões de competitividade da logística empresarial são descritos a seguir:

A evolução e a importância da logística empresarial tornaram-se evidentes a partir da década de 1990, quando a redução das tarifas de importação em diversos setores econômicos propiciou maior internacionalização do país, alterando fortemente o panorama empresarial nacional. Novos padrões de competitividade emergiram gradativamente no mercado brasileiro, de forma equivalente aos observados nos países mais desenvolvidos, na busca de melhores práticas internacionais (LEITE, 2017, p. 31).

Os ciclos de vida dos produtos se tornaram mais curtos por conta de lançamentos rápidos e contínuos de novos produtos (SILVA, 2017). “A proliferação de produtos é um fenômeno que vem generalizando-se, e representa uma resposta das empresas aos efeitos da globalização e da desregulamentação econômica que marcou o mundo nas duas últimas décadas” (FLEURY *et al.*, 2000). Exemplos podem ser encontrados nos setores de informática e vestuário: o prazo médio entre lançamentos de modelos de computadores pessoais é de três a quatro meses,

gerando obsolescência tecnológica nos modelos antigos e, conseqüentemente, necessidade de destinação adequada de produtos obsoletos ou inservíveis, por meio da logística reversa.

A logística reversa é um termo amplo, relacionado às aptidões e atividades referentes à administração da diminuição, circulação e acomodação de resíduos de produtos e embalagens (SRIVASTAVA, 2008). As definições de logística se relacionam a diferentes áreas de atuação, abrangendo todas as formas de movimento de produtos e informações até o gerenciamento dos fluxos reversos (BOUZON *et al.*, 2016).

Leite (2017, p. 16) conceitua logística reversa como:

A área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

De acordo com Leite (2017), são quatro as áreas operacionais da logística empresarial, ilustradas na Figura 7, e apresenta as definições das quatro áreas operacionais da logística empresarial.



Fonte: (LEITE, 2017).

Assim, verifica-se que as áreas operacionais da logística empresarial são 1) logística de suprimentos: responsabilidade das ações necessárias para suprir a empresa dos insumos materiais; 2) logística de apoio à manufatura: responsável pelo planejamento, armazenamento e controle dos fluxos internos; 3) logística de distribuição: basicamente se ocupa da entrega dos pedidos recebidos; e 4) logística reversa: a mais nova área da logística, responsável pelo retorno dos produtos de pós-venda e de pós-consumo e de seu endereçamento a diversos destinos.

A crescente quantidade de produtos com ciclos de vida decrescentes 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 desses produtos, não consumidos ou usados (ANDRADE JÚNIOR; RAPÔSO, 2019).

A PNRS define a logística reversa em seu Art. 3, inciso XII, como:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, Art. 3)

Dessa 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.

3.4.1 A LOGÍSTICA REVERSA APLICADA AO REEE

Os equipamentos eletroeletrônicos ao final de sua vida útil passam a ser considerados resíduos que devem ser gerenciados de forma ambientalmente adequada (ROSSINI; NASPOLINI, 2017). Sendo assim, a legislação estabeleceu mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução desses produtos para que o setor empresarial se encarregue de seu gerenciamento, desde o descarte até a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos em aterros (SINIR, 2022).

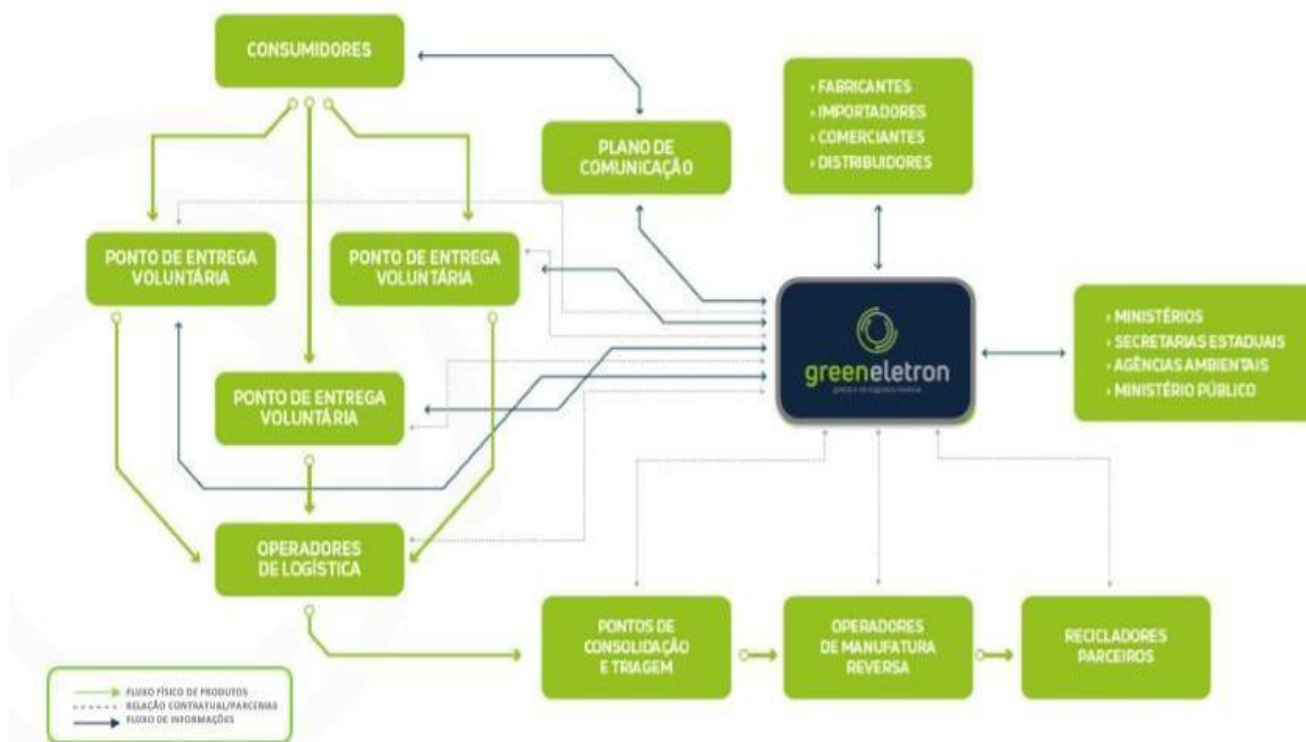
O descarte inadequado do REEE pode causar danos ao meio ambiente, como contaminação do solo e da água com metais pesados, e até conter Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (DOS SANTOS FRANCO *et al.*, 2021). É importante ressaltar que a manipulação inadequada do REEE pode causar incêndios, intoxicações ou outros danos à saúde humana e ao meio ambiente (PRADO *et al.*, 2016).

As entidades gestoras são definidas como:

[...] pessoa jurídica constituída pelas empresas fabricantes e importadoras ou associações de fabricantes e importadores de produtos eletroeletrônicos, que atenda aos requisitos técnicos de gestão, com o objetivo de estruturar, implementar e operacionalizar o sistema de logística reversa (Art. 3.º Inciso VII do Decreto 10.240/20).

Tais entidades gestoras são a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – ABREE e a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron. A Figura 8 apresenta a rede de atuação da gestora Green Eletron.

Figura 8 - A rede de atuação da gestora



Fonte: (GREEN ELETRON, 2022).

Em 31 de outubro de 2019 foi assinado o Acordo Setorial para implantação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Assim, os integrantes da cadeia produtiva dos produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes se comprometem a realizar uma série de ações para atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A Figura 9 apresenta o ciclo da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

O ciclo logístico dos REEE segue as seguintes etapas: primeira etapa, descarte pelo consumidor dos produtos eletroeletrônicos, em pontos de recebimento; segunda etapa, recebimento e armazenamento adequado; terceira etapa, transporte dos produtos eletroeletrônicos dos pontos de recebimento até pontos de consolidação ou destinação final ambientalmente adequada (reutilização, reciclagem, recuperação ou disposição final

ambientalmente adequada); quarta etapa, tratamento dos resíduos e, por fim, a disposição final dos rejeitos em aterros (SINIR, 2022).

Figura 9 – Ciclo da logística reversa REEE



Fonte: (SINIR, 2022).

A Green Eletron (2022) apresenta as metas de coletas, destinação e reciclagem para até 2025, utilizando como base a produção de 2018, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Metas Green Eletron



Fonte: (GREEN ELETRON, 2022).

Essas metas de coleta, destinação e reciclagem foram desenvolvidas de acordo com o resultado da produção de produtos de EEE comercializados no Brasil no ano de 2018; estabelecido como

ano-base. De acordo com o ano-base, a meta é coletar e destinar 1% no ano de 2021, 3% no ano de 2023, 6% em 2023, 12% em 2024 e 17% em 2025.

3.5 CONTRIBUIÇÃO COM OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Agenda 2030 é um plano de ação global que reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (MARMOT; BELL, 2018). O plano foi criado em 2015, por meio de um acordo entre os 193 Estados-membros da Organização Das Nações Unidas – ONU, com o compromisso de seguir as medidas recomendadas no documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (A/70/L.1) para os próximos 15 anos, 2016-2030 (ONU BRASIL, 2022).

No entanto, o crescente volume de REEE e o mau gerenciamento desses resíduos representam desafios significativos para o meio ambiente, a saúde humana e o cumprimento dos ODS (KUNRATH; VEIT, 2015). Na Figura 11 são apresentados os ODS enumerados do 1 ao 17 com cada objetivo descrito.

Figura 11 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: (ONU BRASIL, 2022).

A gestão de REEE está intimamente relacionada com 8 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo o ODS 3 sobre boa saúde e bem-estar; o ODS 6 sobre resíduos limpos e saneamento básico; o ODS 8 trabalho decente e crescimento econômico; ODS 9 indústria, inovação e infraestrutura; ODS 11 fazer cidades e assentamentos

humanos inclusivo; ODS 12 para garantir o consumo sustentável e padrões de produção; ODS 14 sobre a vida abaixo da água e o ODS 17 parcerias e meios de implementação.

Devido à quantidade de matérias-primas necessárias para produzir EEE, o REEE também está intimamente relacionado ao indicador ODS 8.4.1 e 12.1.1, ambos sobre pegada material e o indicador a respeito do consumo interno de materiais, descritos no ODS 8.4.2 e 12.2.2, sendo essas metas indicadores relativamente gerais usados para mensurar o progresso em direção a esses ODS.

Para os REEE, por outro lado, foi reconhecido um subindicador mais específico para monitorar o crescimento dos fluxos de resíduos, que é uma preocupação particular devido à sua natureza potencialmente perigosa e os altos valores residuais. Como resultado, o REEE foi formalmente incorporado ao plano de trabalho para o indicador ODS 12.5.1: “Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” (ONU BRASIL, 2022) – e a documentação que envolve este indicador.

O ODS 11 (“– Tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”) possui como meta o item 11.6: até 2030, reduzir o impacto ambiental per capita adverso das cidades, prestando especial atenção à qualidade do ar, bem como à gestão de resíduos municipais e outros.

Visto que mais da metade da população mundial vive em cidades, a rápida urbanização exige novas soluções para lidar com a saúde humana e os crescentes riscos ambientais, especialmente em áreas densamente povoadas (SANTANA, 2009). A maioria do REEE é gerada nas cidades, e é particularmente importante realizar o gerenciamento adequado desse resíduo em áreas urbanas, melhorar as taxas de coleta e reciclagem e reduzir a quantidade do descarte inadequado. A mudança para cidades inteligentes e o uso das tecnologias da informação e comunicação – TIC para a gestão de resíduos oferece novas oportunidades (FERREIRA *et al.*, 2015).

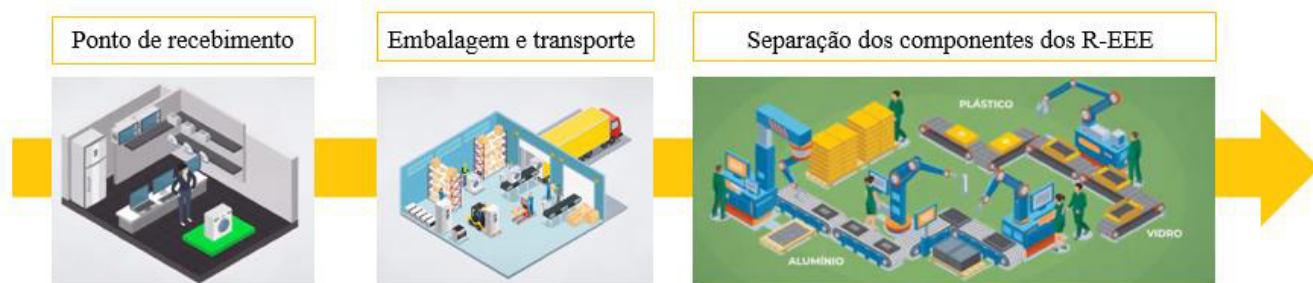
O consumo de EEE é crescente, portanto, é fundamental tornar a produção e o consumo mais sustentáveis, bem como a sensibilização dos produtores e consumidores, área dos EEE, além disso, é necessário que os métodos de reciclagem de REEE sejam claros e aplicáveis.

3.6 MÉTODOS DE RECICLAGEM DE REEE

Fundada em 29 de junho de 2011, a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – ABREE é uma entidade sem fins lucrativos, cuja finalidade é definir e realizar a gestão da logística reversa de produtos eletroeletrônicos e

eletrodomésticos pós-consumo no Brasil, garantindo a destinação final ambientalmente adequada; contratar, fiscalizar e auditar os serviços prestados por terceiros, para a implementação de sistemas coletivos de logística reversa; tornar eficiente as informações geradas pelo sistema de logística reversa compartilhado por todos os atores do ecossistema, buscando a redução de custos operacionais/logísticos e a obtenção de economia de escala; disponibilizar informações sobre as operações e os custos, além de propor soluções inovadoras, eficientes e eficazes, buscando as melhores práticas para o cumprimento da PNRS. A Figura 12 apresenta o fluxo do processo de logística reversa da ABREE.

Figura 12 – Processo de logística reversa da ABREE



Fonte: Adaptado (ABREE, 2022).

Para que o fluxo funcione eficientemente é essencial a participação do consumidor, pois a primeira etapa inicia com a entrega do REEE nos pontos de recebimento, posteriormente, são armazenados corretamente, seguindo para o processo de separação dos componentes e encaminhados para a reciclagem (ABREE, 2022).

Destaca-se que a gestão e o gerenciamento adequado do REEE, além de preservar a saúde humana, protegem o meio ambiente e contribuem para o combate ao aquecimento global (CANCIO; PASCOAL; SANTOS, 2015). Dessa forma, a logística reversa dos REEE tem por objetivo reduzir o consumo de matérias-primas virgens e priorizar insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis (DEMAJOROVIC *et al.*, 2016). Destaca-se que os REEE são compostos por vários metais preciosos, críticos e outros não críticos que, se reciclados, podem ser usados como materiais secundários.

Em 2019, o valor das matérias-primas geradas a partir dos resíduos eletroeletrônicos globais foi de aproximadamente US\$ 57 bilhões. Ferro, cobre e ouro contribuem principalmente para esse valor. Com a atual taxa de coleta e reciclagem documentada de 17,4%, um valor de matéria-prima de US\$ 10 bilhões é recuperado de forma ambientalmente adequada do REEE global, e 4 t de matérias-primas podem ser disponibilizadas para reciclagem (GREEN ELETRON, 2022).

A reciclagem de ferro, alumínio e cobalto é importante, pois contribui para uma economia líquida de 15 t de O₂, equivalente às emissões da reciclagem de matérias-primas secundárias substituídas por matérias-primas virgens (FORTI *et al.*, 2020).

Assim, fica evidente a necessidade de aumentar a taxa global de coleta e reciclagem do REEE, principalmente por conta da constante evolução tecnológica impactando no rápido crescimento desse fluxo de resíduos, que já está projetado para atingir 74,7 t até 2030, combinado com o aumento da recuperação de materiais para ciclos de materiais fechados e reduzindo o uso de novos materiais. (FORTI *et al.*, 2020).

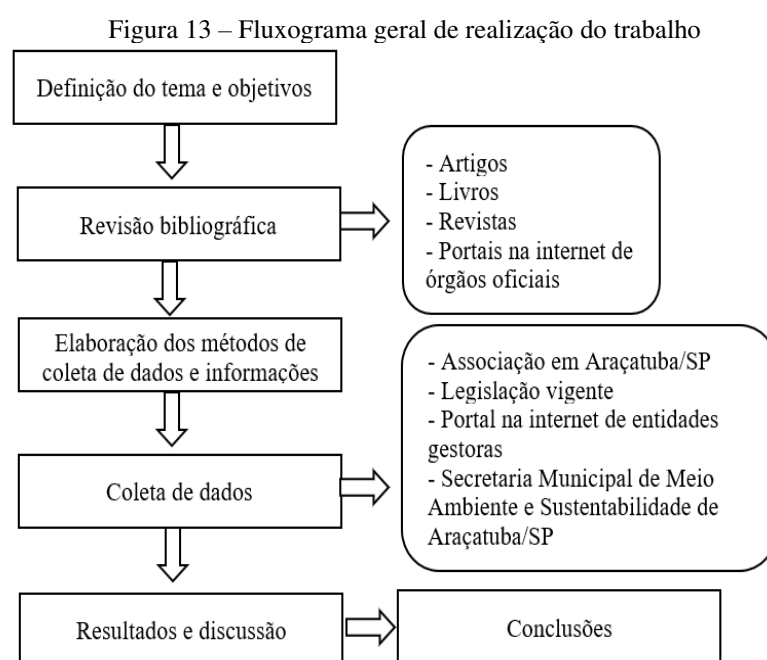
Desde 2021, as empresas podem escolher um modelo de logística reversa coletiva ou individual. No modelo individual, o fabricante ou importador assume a responsabilidade de instalar Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em cidades com mais de 80 mil habitantes e comunicar o consumidor da oportunidade de descarte responsável, bem como garantir que os materiais coletados serão manuseados e transportados para uma recicladora de forma controlada, garantindo o rastreamento de todos os estágios do processo. No modelo coletivo há as mesmas implicações, porém os custos são divididos entre as empresas associadas e fica a cargo da gestora garantir a reciclagem do material (GREEN ELETRON, 2022).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos com estudos de caso, que serviram de base para a observação assistemática durante a pesquisa-ação. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa-ação, do tipo exploratória, com abordagens qualitativa e descritiva, em uma associação de materiais recicláveis no município de Araçatuba, Estado de São Paulo.

A pesquisa bibliográfica explica um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses, podendo ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental (MACEDO, 1995). Em ambos os casos, busca-se conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007 p. 60).

A abordagem descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los, pois procura descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e suas características (RAUPP; BEUREN, 2006). Busca conhecer as diversas situações e relações que ocorrem na vida social, política, econômica e demais aspectos do comportamento humano, tanto do indivíduo tomado isoladamente como de grupos e comunidades mais complexas (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007 p. 61). As etapas relacionadas à metodologia do trabalho estão apresentadas resumidamente no fluxograma na Figura 13.



Fonte: Autora, 2022

4.1 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM UMA ASSOCIAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP

A coleta de dados e informações foi realizada por meio de pesquisa documental, estudo de caso, entrevistas estruturadas por meio de um questionário com 12 questões respondidas pelo presidente da associação, a secretária e o responsável pelo setor de desmontagem de resíduos eletroeletrônicos; pesquisas em portais oficiais de órgãos competentes, disponíveis em meios eletrônicos. O Quadro 2 apresenta o roteiro das entrevistas aplicadas na associação.

Quadro 2 – Roteiro das entrevistas

1. Qual é o papel da associação para a sociedade?
2. O que é equipe de apoio?
3. Qual é a quantidade de cooperados?
4. De que forma são recebidos os REEE?
5. Qual o processo de triagem do REEE?
6. Qual a quantidade recebida de REEE (2019, 2020 e 2021)?
7. Qual é o processo de desmontagem e segregação dos REEE?
8. O que é feito com os eletroeletrônicos em funcionamento?
9. Quais são as empresas parceiras que compram?
10. Para onde são destinadas as placas de circuito?
11. Todos os REEE recebidos são desmontados?
12. A associação realiza campanhas para a conscientização da sociedade?

Fonte: Autora, 2022

Foram realizadas quatro visitas técnicas no período manhã e tarde durante os meses de janeiro e abril de 2022, acompanhadas pelo presidente da associação, para realizar a coleta de dados e fotografar os processos de recebimento, separação e armazenagem dos REEE na associação.

Após a coleta dos dados foi realizada a organização das informações e a descrição dos resultados encontrados.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES QUE CONTRIBUEM COM A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS, DOS PLANOS DE COMUNICAÇÃO E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO

Foi realizado um levantamento junto à associação para identificar as organizações parceiras que oferecem a destinação do REEE. Foi verificado junto à Secretaria de Meio

Ambiente e Sustentabilidade do município de Araçatuba as ações de educação ambiental para conscientização da população sobre o descarte adequado do REEE.

4.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS COLETADOS PELA ASSOCIAÇÃO

Para quantificar o REEE segregado na associação, foi realizado um levantamento dos registros de materiais dos anos 2019, 2020 e 2021, fornecidos pela associação. Posteriormente, organizado em tabelas e gráficos para análise anual.

4.4 LISTAGEM DOS LOCAIS ESTABELECIDOS COMO PONTOS DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO

Para identificar os pontos de recebimento REEE, foi realizada uma pesquisa no portal da Green Eletron, o qual possui as informações por município. Foi verificado junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade do município de Araçatuba as instituições que coletam os materiais recicláveis. Tal município possui uma associação, uma cooperativa de catadores e uma empresa terceirizada.

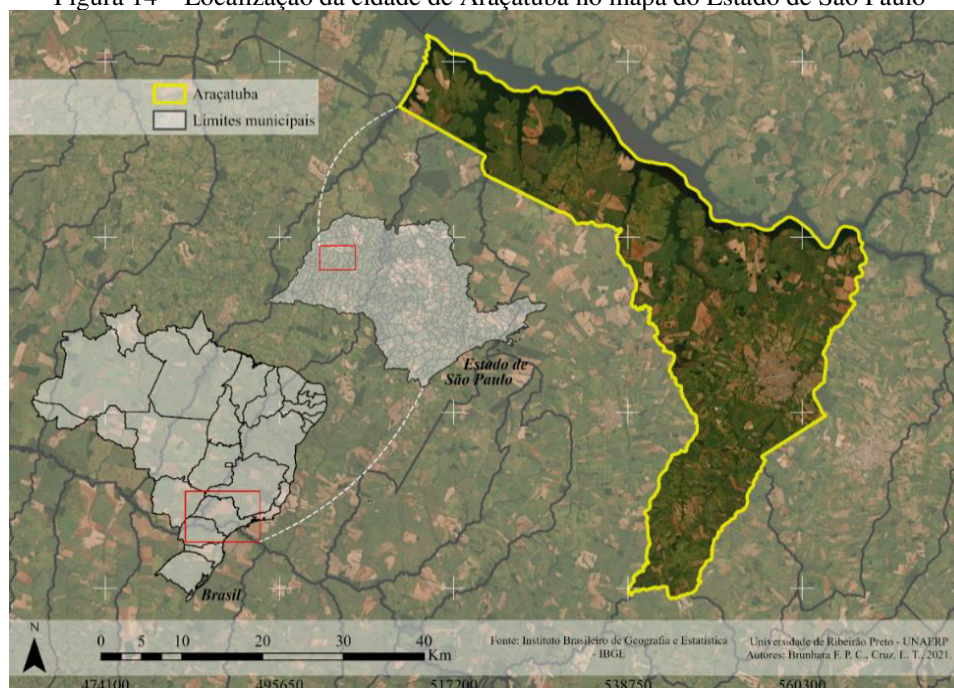
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de discussão estão apresentados a seguir.

5.1 MAPEAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM UMA ASSOCIAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ARAÇATUBA/SP

Durante o segundo reinado, Dom Pedro II criou um projeto para a construção de uma ferrovia que ligasse o território brasileiro. Assim foi construída a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, que ligava a cidade de Bauru/SP até a cidade de Corumbá/MG (SCHIAVON, 2016). O município de Araçatuba/SP foi criado a partir dessa estrada de ferro, onde os trabalhadores ferroviários e suas famílias começaram a ocupar o local. Dessa maneira, a cidade foi fundada no dia 2 de dezembro de 1908 e emancipada em 1921. Araçatuba iniciou seu desenvolvimento a partir dos anos de 1960, tornando-se um importante polo agropecuário, conhecida nacionalmente como “a terra do boi gordo”, por ser o maior local do Estado de São Paulo a produzir gado para corte. O município localiza-se no noroeste paulista e possui 181.597 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A Figura 14 apresenta a localização do município de Araçatuba no mapa do Estado de São Paulo.

Figura 14 – Localização da cidade de Araçatuba no mapa do Estado de São Paulo



Fonte: IBGE, 2022

Dada a contextualização, elencamos que a associação estudada promove a reinserção social através da medida de Prestação de Serviços à Comunidade (PSC), e oferece trabalho voluntário para a redução de pena. O Art. 53 da Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, define associações como o conjunto de pessoas que se unem e se organizam sem fins lucrativos. Todos os resíduos arrecadados são destinados a indústrias de transformação e o valor é distribuído entre os associados. Além da renda mensal, os associados recebem assistência médica, odontológica, moradia, vestuário e acompanhamento da equipe de apoio, composto por psicólogo, assistente social e coordenador.

Em julho de 2021, em comemoração aos 25 anos, a associação anunciou a mudança de prédio, com espaço mais amplo, facilitando o processo de armazenagem, separação e comercialização dos materiais recicláveis. Composta por três galpões, a nova sede promoveu melhor divisão dos setores e estrutura para aumentar a quantidade de resíduos coletados/recebidos e a comercialização.

Nessa estrutura, há um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), localizado em frente à associação, disponível 24 horas, sete dias por semana e de fácil acesso para as pessoas depositarem uma variedade de produtos pós-consumo e/ou materiais recicláveis, sendo o PEV de fundamental importância para os recebimentos e armazenagem dos resíduos recicláveis. Conforme a Figura 15, o PEV da associação é um contêiner que na parte interna contém quatro *big bags* (sacolas grandes) para a colocação dos resíduos, assim, quando cheios, são substituídos por *big bags* vazias. A Figura 15 apresenta o PEV da associação.

Figura 15 – PEV da associação



Fonte: Autora, 2022

Ponto de Entrega Voluntária (PEV), é definido pela Green Eletron (2022) como locais onde os coletores são instalados podendo receber de um a vários tipos de resíduos (embalagens, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, lâmpadas, entre outros) e dependem exclusivamente que consumidores possam descartar seus resíduos de maneira ambientalmente correta.

Em horário comercial, a associação também recebe os resíduos de pessoas físicas e jurídicas, e permite o agendamento para a retirada dos resíduos na empresa e/ou nas residências no município de Araçatuba/SP; promovendo comodidade e praticidade para a destinação ambientalmente correta dos resíduos. O agendamento é feito tanto presencialmente quanto por chamada telefônica. Na Figura 16 é apresentado o veículo utilizado para a realização da coleta dos resíduos.

Figura 16 – Veículo utilizado para coletar os resíduos agendados



Fonte: Autora, 2022

Os benefícios da coleta de resíduos *in loco*, promove a diminuição da poluição, dos gastos com a limpeza urbana, dos impactos ao meio ambiente e na vida dos seres humanos; ampliando a geração de emprego e renda pela comercialização dos recicláveis (ECYCLE, 2022).

Especificamente sobre os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), ao serem levados na associação em horário comercial tanto por pessoas físicas quanto por pessoas jurídicas ou serem retirados *in loco* na data e horário agendados; são depositados próximo ao setor de desmontagem. Quando depositados no PEV, pelo fato de possuírem mais de um tipo de resíduo, as *big bags* são encaminhadas para o processo de triagem, conforme apresentado na Figura 17. No processo de triagem, as *big bags* são esvaziadas na esteira para que os associados realizem a separação dos resíduos por categoria.

Figura 17 - *Big bags* dispostas próximo à esteira de triagem



Fonte: Autora, 2022

A esteira de triagem de resíduos sólidos é um equipamento vital na associação, que promove uma série de vantagens, benefícios, aumenta a produtividade e facilita a separação dos resíduos. Ao todo trabalham seis associados na esteira de triagem, sendo, três de cada lado e cada associado é encarregado de recolher um tipo de resíduo (plástico, vidro, papel, papelão, REEE, cartonado) e colocá-lo dentro da *big bag*.

Sobre os REEE, na esteira de triagem uma associada é responsável por recolher todos os REEE e colocá-los um a um, dentro das *big bags*, como mostra a Figura 18.

Figura 18 - Processo de triagem e *big bags* contendo os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos



Fonte: Autora, 2022

Na associação, os materiais recicláveis colocados na esteira são cuidadosamente separados para reutilização, o que não é reaproveitado é enviado para o aterro sanitário. (ECYCLE, 2022).

As *big bags* cheias contendo REEE são direcionadas ao setor de desmontagem, conforme apresenta a Figura 19.

Figura 19 - *Big bag* no setor de desmontagem



Fonte: Autora, 2022

Para a segregação dos REEE é necessário um ambiente de desmontagem adequado e seguro para os associados, por esses motivos, há necessidade do ambiente ser ventilado, pois algumas partes do equipamento durante o processo, podem liberar gases tóxicos ou odores desagradáveis. Além da exigência de bancadas alongadas para desmontagem e uma boa

iluminação, para melhor visualização de peças de tamanho pequeno e de coloração escura. Outra exigência para a segregação de REEE é que os associados devem possuir conhecimentos de desmontagem e fazerem uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI): calças compridas, sapatos fechados, óculos de proteção, máscaras descartáveis e luvas.

Por isso, o setor de desmontagem de REEE é uma área reservada e protegida, com entrada somente autorizada pelo associado responsável pelo setor. O setor pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 – Setor de desmontagem de REEE



Fonte: Autora, 2022

No setor de desmontagem os eletroeletrônicos são colocados na bancada um a um e desmontados manualmente. Embaixo da bancada, em caixas e/ou sacos, os componentes são separados em metais não ferrosos, metais ferrosos, placas eletrônicas e plásticos, conforme se apresenta na Figura 21.

Figura 21 – Bancada de desmontagem de REEE



Fonte: Autora, 2022

Após essa separação, são encaminhados de acordo com a categoria e armazenados temporariamente, para que, a associação faça o direcionamento a cada empresa parceira. Os metais não ferrosos são vendidos para uma empresa específica de sucatas em Araçatuba/SP; os metais ferrosos e pesados são comprados por um ferro-velho em Araçatuba/SP; uma empresa

do município de Birigui/SP compra ferro e todos os tipos de plásticos; e uma empresa de Marília/SP compra as placas eletrônicas. Cada empresa agenda a retirada dos resíduos, conforme quantidade completada.

Os metais não ferrosos são separados e colocados em *big bags* e reservados para a empresa de sucatas de Araçatuba. Com o agendamento de retirada, a empresa vai até à associação, separa os metais ferrosos por categorias, sendo elas: inox, alumínio, metal, cobre e bronze. Para cada categoria, realizam a pesagem, conforme apresenta a Figura 22, e anotam o peso.

Figura 22 – Pesagem dos metais não ferrosos



Fonte: Autora, 2022

A pesagem é fundamental, por isso, na entrada do galpão da associação tem uma balança digital tipo plataforma, utilizada para pesar os resíduos comercializados. Cada kg equivale a um determinado valor em reais que varia de acordo com o tipo de material. Após a pesagem, as *big bags* são separadas ao lado do caminhão da empresa, como demonstra a Figura 23.

Figura 23 – *Big bags* de metais não ferrosos pesadas



Fonte: Autora, 2022

Finalizada toda a pesagem, a empresa, junto à associação, realiza os cálculos da quantidade de kg de cada material e seus respectivos preços. Efetua o pagamento e coloca as *big bags* no caminhão. Isso pode ser observado na Figura 24.

Figura 24 – Carregamento das *big bags* de metais não ferrosos



Fonte: Autora, 2022

Quando o caminhão chega à empresa, as *big bags* são colocadas na calçada, conforme apresenta a Figura 25. A primeira etapa da é a pré-reciclagem, seguida da prensagem, destinada a reduzir o volume de resíduos, enfardamento, empacotamento e pesagem.

Figura 25 – *Big bags* na calçada da empresa



Fonte: Autora, 2022

Uma nova triagem desses materiais é realizada no local, para melhor direcionamento aos setores especializados conforme a categoria.

O proprietário da empresa informou que não quantifica especificamente os metais não ferrosos provenientes de REEE. Os materiais separados por categoria são prensados na prensa compactadora, compactados (enfardados) e dispostos manualmente, conforme a Figura 26, para serem paletizados para venda/coleta.

Figura 26 – Disposição manual para paletizar



Fonte: Autora, 2022

Durante a visita à empresa, os únicos REEE visíveis foram os radiadores de ar-condicionado de alumínio e os radiadores de ar-condicionado de cobre. Esses radiadores são recebidos pela empresa de metais não ferrosos logo após a descaracterização dos ar-condicionados. Na Figura 27, os radiadores de alumínio e de cobre compactados estavam separados.

Figura 27 – Radiadores de alumínio de cobre compactados



Fonte: Autora, 2022

Após a compactação, os resíduos são paletizados para facilitar a logística até a empresa que realiza a reciclagem dos radiadores.

O ferro-velho do município de Araçatuba realiza a compra dos metais ferrosos; disponibiliza na associação um contêiner para maior praticidade na retirada e aquisição desses metais, como apresenta a Figura 28.

O contêiner permitiu o recolhimento prático e ágil por conta dos caminhões, é resistente, funcional, seguro no momento do transporte sem que haja risco de queda e/ou abertura da tampa, sendo, ideal para o descarte de resíduos em grande quantidade, na organização das coletas seletivas para facilitar a separação dos resíduos.

Figura 28 – Contêiner amarelo para disposição dos metais ferrosos



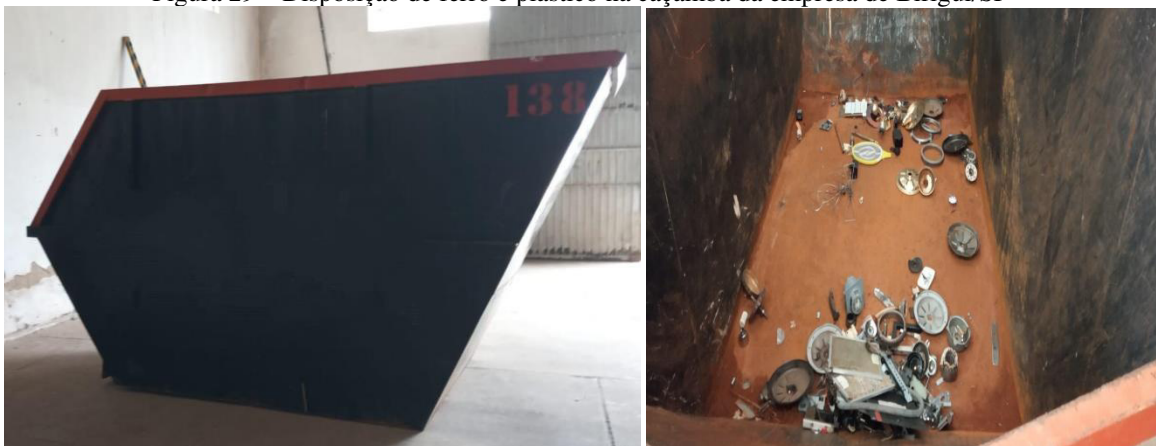
Fonte: Autora, 2022

Quando o contêiner está completamente cheio é agendado a retirada e a substituição por um contêiner vazio. A associação juntamente com a empresa de ferro-velho, informaram que os metais ferrosos retirados de REEE são de quantidades excessivamente pequenas, por isso, não são quantificados.

5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES QUE CONTRIBUEM COM A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS, DOS PLANOS DE COMUNICAÇÃO E DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL IMPLANTADOS NO MUNICÍPIO

A associação possui uma vasta carteira de clientes que compram seus diversos materiais segregados, dentre elas, uma empresa localizada no município de Birigui/SP, que compra ferro e todos os tipos de plástico. Tal empresa disponibiliza uma caçamba no galpão da associação para que os associados coloquem esses resíduos, conforme demonstra a Figura 29.

Figura 29 – Disposição de ferro e plástico na caçamba da empresa de Birigui/SP



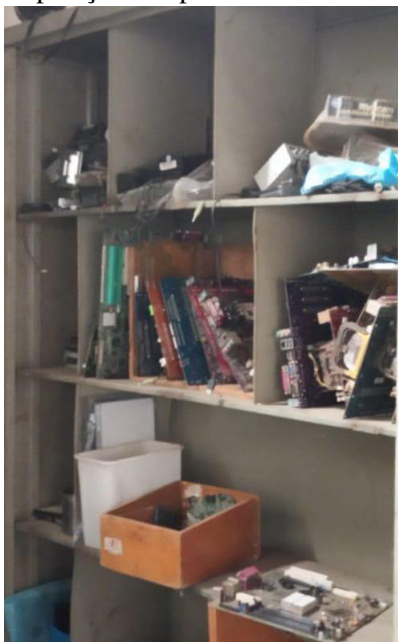
Fonte: Autora, 2022

As caçambas são equipamentos adequados para o armazenamento, transporte e destinação final de resíduos sólidos com diferentes características, cuja principal função é auxiliar na coleta, transporte e destinação correta dos resíduos.

Dessa forma, a empresa faz a retirada da caçamba quando está completamente cheia, substituindo imediatamente por outra caçamba vazia. A substituição da caçamba ocorreu no dia anterior à visita à associação.

Outra empresa, localizada no município de Marília/SP, compra as placas eletrônicas retiradas dos REEE. As placas são posicionadas em uma estante, conforme Figura 30, e dependem do agendamento de retirada realizado pela empresa compradora.

Figura 30 – Disposição das placas eletrônicas na associação



Fonte: Autora, 2022

Através de contato telefônico, a empresa localizada no município de Marília/SP, informou que realiza a logística e direciona para uma empresa de mineração urbana.

As mineradoras urbanas possuem estrutura para receber REEE e encaminhá-los para reciclagem, proporcionando a melhor destinação a esses resíduos. Devido à total rastreamento do processo, todos os REEE adquiridos são reciclados com destino final ambientalmente correto e protegido em que os resíduos são devolvidos como matéria-prima secundária (GIESE *et al.*, 2021).

A empresa de destinação ambientalmente correta de resíduos e materiais que contém metais preciosos foi fundada em 1997, na cidade de São Paulo, tendo a primeira planta para destinação de sucata de eletrônicos e catalisadores automotivos, precursora para a destinação

ambientalmente correta de resíduos de metais preciosos. Atualmente a empresa de mineração urbana estudada está presente em três continentes e quatro países, além das 14 filiais no Brasil.

A empresa de destinação ambientalmente correta de resíduos e materiais que contém metais preciosos faz a destinação ambientalmente correta de sucatas eletroeletrônicas de REEE, como placas de circuito impresso, processadores, memórias, HDs, celulares.

Na associação, os eletroeletrônicos passíveis de conserto são encaminhados para o setor de manutenção e disponibilizados para venda ao público, como apresenta a Figura 31.

Figura 31 – Eletroeletrônicos disponíveis para venda



Fonte: Autora, 2022

Estando relacionado diretamente com o indicador ODS 12.5.1 sobre reduzir a geração de resíduos, através do reuso e da reciclagem.

Com a constante procura por hélice de ventilador, a associação enxergou uma oportunidade de negócio. Os ventiladores quebrados são desmontados e direcionados cada peça para a empresa parceira compradora específica, e as hélices são retiradas, separadas e vendidas pela associação, conforme a Figura 32.

Figura 32 – Hélices de ventiladores disponíveis para venda



Fonte: Autora, 2022

O responsável pelo setor de desmontagem de REEE da associação, durante os anos, guardou eletroeletrônicos antigos. Com a nova sede organizará um museu, que, após a pandemia de COVID-19, será aberto a visitas da população. Na Figura 33 é apresentado o escritório de antigamente denominado “escritório do vovô”.

Figura 33 – Parte dos eletroeletrônicos do futuro museu



Fonte: Autora, 2022

A importância de um museu é definida pela Unifesspa (2018) por ser um lugar para conectar passado, presente e futuro, porque olhar para trás é entender o que foi feito para melhorar os mecanismos que afetam o presente, proporcionando novos conhecimentos e tecnologias para a sustentabilidade das gerações futuras. Assim, a associação tem um papel fundamental tanto para os associados quanto para a população.

Destaca-se que a Prefeitura Municipal de Araçatuba/SP, em parceria com uma empresa do ramo de eletrodomésticos de linha branca, promoveu o 1º Mutirão do Lixo Eletrônico.

Com um mês de antecedência, iniciou-se a divulgação da data, horário, local e os tipos de REEE que seriam aceitos. A ação teve como objetivo incentivar o descarte correto dos REEE dos moradores de Araçatuba/SP e região. Com a ação, foram arrecadadas mais de 4 toneladas de REEE.

Os resultados positivos em relação ao 1º Mutirão do Lixo Eletrônico fizeram com que a prefeitura, uma empresa do ramo de eletrodomésticos de linha branca e a associação promovessem outro evento para arrecadação de REEE. Essa parceria funcionou da seguinte maneira: a associação contribuiu com a divulgação, realizou a coleta, recebeu e armazenou os REEE. A empresa do ramo de eletrodomésticos de linha branca ficou responsável por contratar uma empresa de logística reversa e reciclagem de REEE para dar a destinação ambientalmente correta, assim, a empresa disponibilizou uma espécie de gaiola para a disposição dos REEE coletados nas residências e recebidos na associação, conforme a Figura 34.

Figura 34 – Gaiolas para transporte dos REEE



Fonte: Autora, 2022

Com essa ação conjunta entre a associação e a empresa privada, no período de um mês foram arrecadadas 3,5 toneladas de resíduos eletroeletrônicos, que foram direcionados para a empresa de logística reversa e reciclagem de REEE.

5.3 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS COLETADOS PELA ASSOCIAÇÃO

Os REEE são compostos por diversos materiais como plástico, metais e vidro. Dessa forma, quando o REEE chega à associação, os componentes são quantificados apenas por tipo de materiais. Mensalmente a associação realiza os registros das vendas dos materiais (metal, aço, metal alumínio, papel, plástico, embalagem cartonada, vidro), para poder fazer o rateio, ou seja, a divisão dos lucros e despesas, proporcionalmente, entre os associados.

Para esta pesquisa foram analisadas as quantidades de material em quilogramas comercializadas nos últimos três anos (2019, 2020 e 2021). A Tabela 3 apresenta a quantidade de materiais comercializados em 2019.

A quantidade de materiais em quilogramas comercializados no ano de 2019 é apresentada na Tabela 3. Pode-se observar na tabela que nos meses de março e junho foram comercializados os maiores valores em quilogramas de metal aço, sendo 7.420 kg e 8.930kg, enquanto no mês de dezembro a quantidade de 3.915 kg de metal alumínio representa o maior valor comercializado no período do ano. No entanto, em relação ao papel em todos os meses, nota-se que há a comercialização de mais de 30 mil kg mensalmente. Mesmo assim, o mês de abril, com 63.614 kg, representa a maior quantidade comercializada.

Tabela 3 – Quantidade de materiais comercializados em 2019

Materiais (kg)							
	Aço	Alumínio	Papel	Plástico	Cartonada	Vidro	Total
Jan	5.200,0	444,3	50.749,0	11.354,0	220,0	-	67.967,3
Fev	3.730,0	656,6	53.544,0	10.298,0	250,0	6.150,0	74.628,6
Mar	7.420,0	326,4	47.406,0	13.330,0	230,0	7.860,0	76.572,4
Abr	6.320,0	676,7	63.614,0	10.178,0	-	7.050,0	87.838,7
Mai	3.790,0	492,1	39.062,0	11.634,0	490,0	9.210,0	64.678,1
Jun	8.930,0	241,9	34.072,0	16.937,0	220,0	10.930,0	71.330,9
Jul	6.450,0	393,2	54.175,0	15.290,0	380,0	6.990,0	83.678,2
Ago	6.390,0	577,6	36.690,0	14.119,0	210,0	11.030,0	69.016,6
Set	3.300,0	579,4	39.610,0	13.920,0	-	9.990,0	67.399,4
Out	4.900,0	601,7	50.390,0	17.000,0	220,0	7.150,0	80.2611,7
Nov	4.130,0	862,4	39.750,0	10.136,0	-	7.320,0	62.198,4
Dez	-	3.915,0	59.880,0	1.000,0	-	11.950,0	76.745,0
Total	60.560,0	9.763,3	568.942,0	145.196,0	2.220,0	95.630,0	882.315,3

Fonte: Autora, 2022

Durante o ano de 2019, a comercialização do plástico superou 10.000 kg; o mês de outubro com a maior quantidade, com 17.000 kg, e o mês de dezembro com 1.000 kg, ou seja, a menor quantidade de todo o período em comparação aos meses anteriores. A embalagem cartonada não foi inferior a 200 kg durante o ano de 2019, porém, o mês de maio apresentou a maior quantidade de quilograma comercializada, sendo 490 kg.

Acerca do material vidro, a maior quantidade comercializada no ano foi em dezembro, com 11.950 kg. De todos os meses a maior quantidade comercializada de todos os materiais em quilograma pode ser observada no mês de abril, com 87.838,7 kg. A Tabela 4 apresenta a quantidade de materiais comercializados em 2020.

Tabela 4 – Quantidade de materiais comercializados em 2020

Materiais (kg)							
Mês	Aço	Alumínio	Papel	Plástico	Cartonada	Vidro	Total
Jan	5.430,0	741,6	62.710,0	10.110,0	230,0	10.720,0	89.941,6
Fev	5.700,0	1.266,5	41.760,0	8.263,0	230,0	-	57.229,5
Mar	3.800,0	283,9	3.178,0	-	-	-	7.261,9
Abr	-	269,4	17.890,0	4.240,0	220,0	-	22.619,4
Mai	6.730,0	441,0	28.240,0	14.400,0	-	15.330,0	65.141,0
Jun	5.820,0	569,2	23.790,0	6.830,0	-	-	37.009,2
Jul	-	-	41.046,0	1.474,0	90,0	-	42.610,0
Ago	-	-	6.490,0	2.690,0	170,0	-	9.350,0
Set	-	-	9.350,0	1.960,0	80,0	-	11.390,0
Out	3.650,0	919,0	14.250,0	1.820,0	140,0	-	20.779,0
Nov	-	-	20.464,5	6.767,0	220,0	-	27.451,5
Dez	-	-	16.840,0	-	-	-	16.840,0
Total	31.140,0	4.409,6	286.008,5	58.554,0	1.380,0	26.050,0	407.623,1

Fonte: Autora, 2022

A comercialização em quilogramas do ano de 2020 pode ser observada na Tabela 4. Assim, o mês de maio, com 6.730 kg, representa a maior quantidade comercializada de metal aço do período. A maior quantidade de metal alumínio comercializado foi de 1.266,5 kg no mês de fevereiro. Em janeiro, 62.710 kg de papel foram comercializados. E 14.400 kg de plástico foram comercializados no mês de maio.

Os meses de janeiro e fevereiro corresponderam a 230 kg cada de embalagem cartonada, sendo os dois meses os maiores valores. Durante todo o ano de 2020, a comercialização do vidro só ocorreu no mês de janeiro, com 10.720 kg, e no mês de maio, com 15.330 kg. No ano de 2020, o mês de janeiro representa o maior valor de comercialização de todos os materiais, com 89.941,6 kg. Na Tabela 5 é apresentada a quantidade de materiais comercializados em 2021.

Tabela 5 – Quantidade de materiais comercializados em 2021

Materiais (kg)							
Mês	Aço	Alumínio	Papel	Plástico	Cartonada	Vidro	Total
Jan	5.540,0	651,5	37.860,0	-	250,0	-	44.301,0
Fev	3.220,0	724,4	34.450,0	-	-	-	38.394,4
Mar	4.830,0	629,9	9.130,0	-	250,0	-	14.839,9
Abr	-	182,0	29.500,0	-	180,0	-	29.862,0
Mai	-	449,4	17.558,0	1.600,0	340,0	-	19.947,4
Jun	4.260,0	662,2	17.810,0	-	-	-	22.732,2
Jul	-	6.175,5	14.804,0	-	-	-	20.979,5
Ago	-	568,1	17.620,0	-	-	-	18.188,1
Set	546,0	-	1.839,0	-	180,0	-	2.568,6
Out	3.113,3	203,5	20.000,0	18.000,0	220,0	-	41.536,8
Nov	2.670,0	234,0	100.000,0	13.250,0	-	-	116.154,0
Dez	-	3.072,0	9.180,0	-	-	-	12.252,0
Total	24.182,9	13.552,5	309.751,0	32.850,0	1.420,0	0,0	381.756,4

Fonte: Autora, 2022

Observa-se que, com 5.540 kg, o mês de fevereiro representa a maior quantidade de material de metal aço comercializado em todo o período desse ano. O mês de junho, com 6.175,5 kg de metal alumínio, representa o maior valor. Em relação aos anos anteriores (2019 e 2020), em novembro de 2021, a comercialização de papel superou todos os meses e os anos anteriores, com 100.000 kg. A comercialização do plástico ocorreu apenas em três meses do ano: o mês de outubro, com a maior quantidade, 18.000 kg; o mês de novembro, com a quantidade intermediária de 13.250 kg; e o mês de maio, com a menor quantidade comercializada de 1.600 kg.

Em relação à embalagem cartonada, a maior quantidade comercializada foi no mês de maio, com 340 kg. Ressalta-se que o vidro não foi comercializado no ano de 2021. De todos os

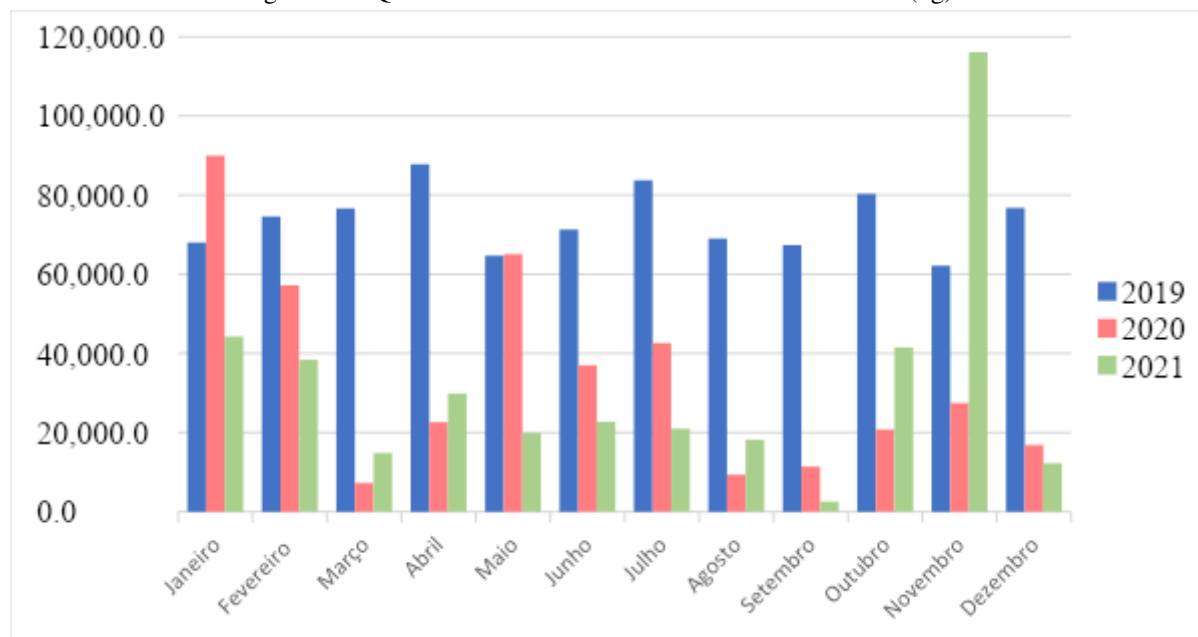
meses do ano, a maior quantidade comercializada foi de 116.154 kg, referente ao mês de novembro, porém, essa quantidade foi atingida devido à quantidade de 100.000 kg de papel. Em segundo lugar, o mês que mais comercializou materiais no ano de 2021 foi um mês de janeiro com 44.301,5 kg.

Analisando as Tabelas 3, 4 e 5, referentes às quantidades totais mensais em quilogramas comercializadas e o total comercializado em cada ano, verificou-se que no ano de 2019 a associação contabilizou 882.315,8 kg de materiais segregados e comercializados. No ano de 2020, a associação contabilizou 407.623,1 kg de materiais segregados e comercializados. No ano de 2021, a associação contabilizou 381.756,4 kg de materiais segregados e comercializados.

A queda na coleta, segregação e comercialização, nos anos de 2020 e 2021, foi justificada pela associação pesquisada como reflexo da pandemia Covid-19, em que os primeiros casos começaram a aparecer no mês de dezembro de 2019, e no mês de março de 2020 iniciou-se o protocolo de distanciamento, necessitando de revezamento dos associados, o que incorreu em menor produtividade.

A Figura 35 apresenta as quantidades em quilogramas comercializadas em todo o período. Assim, a quantidade em quilograma do ano de 2019 é representada pela cor azul, 2020 é representado pela cor rosa e o ano de 2021 é representado pela cor verde.

Figura 35 – Quantidade de materiais arrecadados e destinados (kg)



Fonte: Autora, 2022.

Facilitando a visualização do volume de materiais arrecadados e destinados de 0 a 120.000 kg, em comparações mensais e anuais. Em 2019, as destinações no mês de abril

aumentaram em quilos, enquanto no mês de novembro diminuiram. Em janeiro de 2020 aumentaram e em março diminuiram. Em 2021, o mês de setembro foi o que menos destinou materiais em quilos enquanto novembro foi o mês com mais destinações; mantendo também essa posição em comparação aos anos de 2019 e 2020.

5.4 LISTAGEM DOS LOCAIS ESTABELECIDOS COMO PONTOS DE RECEBIMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO

A Green Eletron - Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos seleciona os estabelecimentos que receberão os Pontos de Entrega Voluntária (PEV) com base na facilidade de acesso da população a esses locais e no número de pessoas que circulam na área. A Via Varejo, um dos maiores grupos varejistas do Brasil, é a empresa que opera as redes Casas Bahia e Ponto Frio. Com o objetivo de tornar cada vez mais fácil para clientes e cidadãos, o descarte adequado de EEE não utilizados, iniciou a parceria com a Green Eletron em dezembro de 2019 com a instalação de 32 PEV nas lojas da rede no Estado de São Paulo, e desde então a expansão dos PEV em outras localidades é crescente.

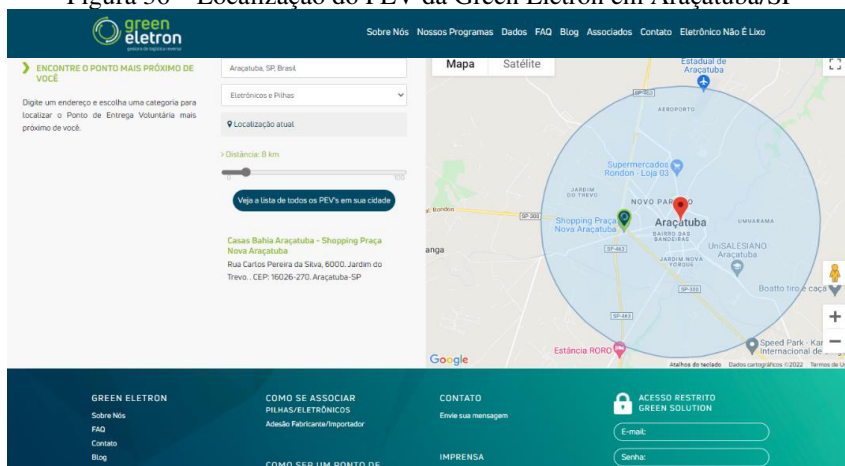
Nesse período, os administradores recolheram mais de três toneladas de EEE e seus acessórios no coletor. A Green Eletron é responsável por instalar pontos de coleta, encaminhar o material para recicladores credenciados, que segregam e reciclam o material. Os estabelecimentos de varejo são extremamente importantes para o sucesso da logística reversa, pois representam o ponto da cadeia mais próximo do consumidor. Assim, além de dar às pessoas a oportunidade de descartar corretamente seus resíduos, as empresas também podem ajudar a conscientizar sobre a importância da reciclagem desses produtos em suas lojas e redes sociais (GREEN ELETRON, 2022).

Além disso, no âmbito do acordo setorial de logística reversa de REEE, a legislação federal regulamenta a contribuição do varejo para a logística reversa.

No site oficial da Green Eletron, no item “Onde descartar - eletroeletrônicos”, é possível encontrar o ponto mais próximo para a realização do descarte ambientalmente adequado. No município de Araçatuba/SP há apenas um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), localizado no shopping, dentro da loja Casas Bahia, conforme a Figura 36.

A Green Eletron possui cinco diferentes modelos de PEV (P, M, G, GG e o modelo PEV cestão), sendo selecionados conforme a demanda de descarte, o espaço disponível, a estética e informação.

Figura 36 – Localização do PEV da Green Eletron em Araçatuba/SP



Fonte: (GREEN ELETRON, 2022).

O PEV tamanho P recebe equipamento com medidas máximas de 18 cm de altura e 50 cm de largura, suportando até 50 kg de REEE. O tamanho M suporta 200 kg e equipamentos com dimensões máximas de 30 cm de altura e 55 cm de largura. O PEV tamanho G suporta até 250 kg e recebe equipamentos com no máximo 30 cm de altura e 60 cm de largura. Por fim, o maior PEV da categoria comportando até 500 kg de REEE é o tamanho GG que recebe equipamentos com dimensões máximas de até 50 cm de altura e 70 cm de largura. O modelo PEV cestão são utilizados apenas em situações específicas onde a permanência do coletor será temporária, como em eventos e atividades; armazenando até 250 kg (GREEN ELETRON, 2022).

Todos os modelos possuem trancas de segurança garantindo que os REEE sejam coletados apenas pela Green Eletron. Na Figura 37, o coletor da loja Casas Bahia em Araçatuba é do tamanho P.

Figura 37 – PEV da Green Eletron na loja em Araçatuba/SP



Fonte: Autora, 2022

Para promover ainda mais o descarte ecologicamente correto de eletroeletrônicos indesejados, a Green Eletron firmou parceria com a GM&C Log para lançar o programa “Coleta

Em Casa - Descarte Consciente”, em que a população, através do site, pode solicitar este serviço de retirada residencial de REEE de porte pequeno, médio e grande (GREEN ELETRON, 2022).

Garantindo todo o conforto e comodidade, tais serviços são projetados para atender a população que possui certa dificuldade para locomover e destinar o REEE em um PEV e/ou aqueles que não encontram tempo para realizar esse deslocamento. Na Figura 38 é apresentada a página inicial para a realização da solicitação da coleta de REEE na residência.



Fonte: (GREEN ELETRON, 2022).

Ao clicar no ícone “solicite sua coleta”, será direcionado para a página de preenchimentos dos dados pessoais e do endereço de coleta, selecionando a melhor data para o recolhimento do material, o preenchimento da quantidade de itens a serem descartados e o tipo de produto. Na Figura 39, observa-se o formulário para solicitação da coleta de REEE em casa.

Figura 39 – Formulário para solicitação da coleta de REEE em casa

Coleta de Materiais Elétricos e Eletrônicos

Preencha os campos abaixo para descartar seus materiais.

*Nome:

*CPF: (digite somente número)

*CEP: (digite somente número)

*Endereço *Número

*Bairro

*Cidade *Estado

Complemento

Telefone

Agendamento da Coleta
Selecione qual é a melhor data para a coleta do material:

Itens a serem descartados:
Quantidade Produto

[Adicionar Item](#)

Fonte: (GREEN ELETRON, 2022).

Nota-se que é crescente a praticidade para o descarte de REEE no município de Araçatuba/SP, tanto por parte da associação quanto por de gestora para logística reversa de REEE.

6 CONCLUSÕES

O estudo permitiu verificar que a implantação de um sistema de logística reversa para REEE ainda está em fase de desenvolvimento, pois os dispositivos legais foram sancionados recentemente, sendo necessário o investimento em políticas públicas, o incentivo à participação do poder público, de empresas e da sociedade.

No município de Araçatuba/SP, o sistema de logística reversa do REEE é realizado pela associação e outras entidades em parceria com a gestora Green Eletron. Os REEE coletados são encaminhados para a associação e, posteriormente, segregados por tipos de materiais, como plástico, metais e vidro, assim, os REEE são comercializados para empresas especializadas e reutilizados no processo de fabricação de produtos.

A separação e as destinações dos eletroeletrônicos realizados pela associação são eficientes e promovem a redução dos REEE, o reaproveitamento e a reciclagem de matérias-primas, a geração de renda com inclusão social e a diminuição da poluição ambiental causada pelos resíduos.

A associação realiza a quantificação pela saída de materiais por categoria. Dessa forma, os REEE não são contabilizados separados. Os REEE são compostos por plástico, metais e vidro, e após a segregação dos materiais são contabilizados em conjunto com materiais provenientes de outros tipos de produto. Nos anos de 2019, 2020 e 2021, a associação comercializou um total de 115.883 kg de metal aço, 27.725,4 kg de metal alumínio, 236.600 kg de plástico e 120.680 kg de vidro.

A associação possui um PEV 24 horas para que a população realize o descarte adequado dos resíduos. Além disso, a Prefeitura Municipal e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade realizam eventos, em parceria com empresas locais, para conscientizar e incentivar a população a descartar os REEE nos locais apropriados. No município há outros pontos de coleta disponibilizados por unidades gestoras, empresas e escolas.

As ações identificadas na pesquisa contribuem para o alcance dos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, propostos pela ONU, na Agenda 2030: ODS 3, 6, 11, 12 que tratam da saúde e bem-estar da sociedade, da qualidade da água, das cidades sustentáveis e de consumo consciente, vez que a destinação ambientalmente correta dos REEE promove a redução de problemas de saúde e mortes, causados por contaminação e poluição do ar, da água e do solo, por metais pesados presentes nos REEE. As práticas ambientais e de conscientização dos munícipes favorecem o crescimento, populacional e econômico, do município, pautado na sustentabilidade socioambiental.

Os dispostos legais da logística reversa reforçam a questão da responsabilidade compartilhada no gerenciamento dos REEE entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. A implementação do Decreto nº 10.240/2020, de acordo com seu cronograma de metas de coleta e destinação, deverá ser concluída no ano de 2025.

A presente pesquisa é apenas uma abertura para novos estudos, vez que a legislação se encontra em implementação. A fim de a temática ser mais bem analisada, para novas pesquisas, sugere-se investigar as práticas já adotadas e em implementação por parte dos fabricantes, distribuidores e, principalmente, os consumidores, uma vez que a responsabilidade deve ser compartilhada e os consumidores finais têm papel essencial no processo de logística reversa de seus produtos de pós-consumo.

REFERÊNCIAS

ABINEE - Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica. **Abinee e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo. Jul. 2020. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/relatods.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2022.

ABINEE - Associação Brasileira de Indústria Elétrica e Eletrônica. **Acordo Setorial para Logística Reversa de Eletroeletrônicos**. Brasília. 31 out. 2019. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/acsetlo.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2022.

ABNT, N. (2013). 16156: 2013. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Requisitos para a Atividade de Manufatura Reversa. São Paulo: ABNT.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Dez. 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ASSUMPÇÃO, Lia. **Obsolescência programada, práticas de consumo e design: uma sondagem sobre bens de consumo**. 1965. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BARBOSA, Rildo Pereira; IBRAHIN, Francini Imene Dias. **Resíduos Sólidos: impactos, manejo e gestão ambiental**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

BARNES, Harry Elmer. The waste makers. **Southern Economic Journal**, v. 28, n. 1, p. 66–69, 1961. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1055616>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BOUZON, Marina et al. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. **Resources, conservation and recycling**, v. 108, p. 182-197, 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 fev. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm. Acesso em: 03 set. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9177.htm. Acesso em: 03 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Disponível em: Acesso em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm. 17 jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 03 set. 2021.

BUI, Tat-Dat *et al.* Opportunities and challenges for solid waste reuse and recycling in emerging economies: A hybrid analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 177, p. 105968, 2022.

BULLER, Luz Selene. **Logística empresarial**. IESDE BRASIL SA, 2012.

CANCIO, Lucas; PASCOAL, Paula Taiane; DOS SANTOS, Fladimir Fernandes. ESTUDO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NAS CAPITAIS DOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2015.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COSTA, Vitor Akira Uesugui. **Diretrizes para destinação de resíduos eletroeletrônicos de uma Instituição de ensino de Porto Velho – RO**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

SILVA, Ana Raira Gonçalves da; MONTENEGRO, Jéssica Cavalcante; DE LIRA SILVA, José Américo. III-343- **Sustentabilidade Ambiental**: destino dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) gerados da atividade de manutenção em informática na cidade de Assú/RN, 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES, 2019.

ANDRADE JÚNIOR, Gilberto Cordeiro de; RAPÔSO, Cláudio Filipe Lima. A LOGÍSTICA REVERSA E A RESPONSABILIDADE EMPRESARIAL COM O MEIO AMBIENTE. **Internacional Multidisciplinary Journal of the Brazil**, v. 2, n. 1, p. 67-86, 2019.

MACEDO, Neusa Dias de. **Iniciação à pesquisa bibliográfica**. Edições Loyola, 1995.

DEMAJOROVIC, JACQUES; AUGUSTO, ERYKA EUGÊNIA FERNANDES; SOUZA, MARIA TEREZA SARAIVA DE. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, p. 117-136, 2016.

DO Ó CATÃO, Marconi. O crescente aumento dos resíduos oriundos de equipamentos eletroeletrônicos: a cidade em busca da gestão socioambiental adequada para o destino final do e-lixo. **Revista de Direito da Cidade**, v. 11, n. 3, p. 175-197, 2019.

DOS REIS DIAS, Ana Paula *et al.* Logística reversa de pós-consumo. **LIBERTAS: Revista de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 8, n. 1, p. 117-133, 2018.

DOS SANTOS FRANCO, Adriana *et al.* Danos causados à saúde humana pelos metais tóxicos presentes no lixo eletrônico. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2025-2039, 2021.

ECYCLE. **Entenda o que é obsolescência**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/obsolescencia/>. Acesso em: 03 jan. 2022.

FARIAS, Talden Queiroz. Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente: comentários sobre a Lei nº 6.938/81. **Âmbito Jurídico, Rio Grande, IX**, n. 35, 2006.

FERREIRA, Maurício Lamano *et al.* Cidades inteligentes e sustentáveis: problemas e desafios. **BENINI, SM; ROSIN, JARG Estudos Urbanos: uma abordagem interdisciplinar da cidade contemporânea. Tupã: Anap, p. 81-106, 2015.**

FONTOURA, Beatriz Martins. Diagramas de fases líquido-líquido formado por macromolécula, tiocianato e água: separação e purificação de ouro e cobre a partir de processadores de microcomputadores. 2018.

FORTI V., BALDÉ C.P., KUEHR R., BEL G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.** United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

FLEURY, P F. et. al. **Logística Empresarial: A perspectiva brasileira.** São Paulo: Atlas, 2000.

FREITAS, Rodrigo Rodrigues de.; OLIVEIRA, Vandete Maria Zanatta de. Educação ambiental e o descarte de resíduos eletroeletrônicos no sul de santa catarina. **Revbea.** São Paulo, v. 16, n. 4, p. 134-152, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11872/8624>. Acesso em: 07 set. 2021.

GIESE, Ellen Cristine; LINS, Fernando Antônio Freitas; XAVIER, Lúcia Helena. Desafios da reciclagem de lixo eletrônico e as cooperativas de mineração urbana. **Brazilian Journal of Business**, v. 3, n. 5, 2021.

GIESE, Ellen Cristine et. al. **Cooperativas e a gestão de resíduos eletroeletrônicos.** Rio de Janeiro: CETEM / MCTI, 2021. 60 p. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2375/1/cooperativas-e-a-gestao-de-ree-.pdf>. Acesso em: 07 set. 2021.

GIESE, Ellen Cristine et. al. **Mineração urbana e cooperativismo: uma abordagem sobre a reciclagem de resíduos de eletroeletrônicos.** Rio de Janeiro: CETEM / MCTI, 2021. 27 p. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2395>. Acesso em: 07 set. 2021.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GM&C - GM&C Soluções em Logística Reversa e Reciclagem. **Logística reversa.** Disponível em: <https://www.gmclog.com.br/index.php/servicos/logistica-reversa>. Acesso em: 17 jan. 2022.

GOVERNO DO BRASIL. **Brasil vai aumentar pontos de coleta de lixo eletrônico.** 31 jan. 2020. **Site oficial do governo Brasileiro.** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2020/01/brasil-vai-aumentar-pontos-de-coleta-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 05 jan. 2022.

GREEN ELETRON – GESTORA PARA LOGÍSTICA REVERSA DE ELETRÔNICOS. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/>. Acesso em: 06 jan. 2022.

GREEN ELETRON – GESTORA PARA LOGÍSTICA REVERSA DE ELETRÔNICOS. **O que é a mineração urbana?** 19 dez. 2019. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/o-que-e-a-mineracao-urbana/>. Acesso em: 01 fev. 2022.

HENCKENS, Theo. Scarce mineral resources: Extraction, consumption and limits of sustainability. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 169, p. 105511, 2021
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/aracatuba/panorama>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/aracatuba/panorama>>. Acesso em: 03 jan. 2022.

JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta; SANTOS, Fernando César Almada. The central role of human resource management in the search for sustainable organizations. **The International Journal of Human Resource Management**, v. 19, n. 12, p. 2133-2154, 2008.

JENSEN, Michael C. The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. **the Journal of Finance**, v. 48, n. 3, p. 831-880, 1993.

KUNRATH, J. L.; VEIT, H. M. Resíduos eletroeletrônicos: materiais reaproveitados dentro da cadeia de processamento. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 10, n. 2, p. 68-72, 2015.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. O cinismo da reciclagem. **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**, v. 2, p. 200-217, 2011.

LEBOVITZ, Richard; GRABAN, Mark. The journey toward demand driven manufacturing. In: **Proceedings 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology. EMAT 2001**. IEEE, 2001. p. 29-

LEGNAIOLI, Stella. O que é coleta seletiva e qual a sua importância?. **Ecycle**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/coleta-seletiva/>. Acesso em: 13 jan. 2022.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: sustentabilidade e competitividade**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LENZEN, Manfred *et al.* Shared producer and consumer responsibility—Theory and practice. **Ecological economics**, v. 61, n. 1, p. 27-42, 2007.

LI, Min *et al.* Occurrence, spatial distribution and ecological risks of antibiotics in soil in urban agglomeration. **Journal of Environmental Sciences**, v. 125, p. 678-690, 2023.

LUCAS, Paul L. *et al.* Integrating biodiversity and ecosystem services in the post-2015 development agenda: goal structure, target areas and means of implementation. **Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 193-216, 2013.

LUZ, Charlene Bitencourt Soster; BOOSTEL, Isis. **Logística Reversa**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 24-51, jan.-fev., 2018.

MALHEIROS, Edwin Hennington Pereira; CORRADI, Analaura. ASSUMPCÃO, Douglas Junio Fernandes. Comportamento de consumidores e características no descarte de equipamentos eletrônicos em bairro residencial de Belém – Pará. **Rev. Augustus**. Rio de Janeiro. v. 26, n. 53, mar. /jun.2021, p. 44-62. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/675>. Acesso em: 07 set. 2021.

MARMOT, Michael; BELL, Ruth. The sustainable development goals and health equity. **Epidemiology**, v. 29, n. 1, p. 5-7, 2018.

MEIRA, Fabiano Gonsalves. **Gestão dos resíduos eletroeletrônicos na cidade de São Paulo**. 2021. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2021. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30367/TA%20E-waste%20-%20Fabiano%20Gonsalves%20Meira%20-%20vers%3%a3o%20p%3%b3s-banca%20-%2012-04-21_edi%3%a7%3%a3o%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 07 set. 2021.

MENDES, Henrique Manoel Riani; RUIZ, MAURO SILVA; KNIESS, Claudia Terezinha. Entidades gestoras como solução para sistemas coletivos de logística reversa: análise do case suíço e recomendações para o sistema brasileiro. EnANPAD 2017. São Paulo: ANPAD, out. 2017. Disponível em: http://www.anpad.org.br/abrir_pdf.php?e=MjM2Mjc=. Acesso em: 20 maio 2022.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Princípio dos 3R's**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/principio-dos-3rs.html>. Acesso em: 17 jan. 2022.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Site oficial do Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/ministerio-do-meio-ambiente-celebra-acordo-setorial-de-eletroeletronicos>> Acesso em: 22 abr. 2022.

NATUME, R. Y.; SANT'ANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos. In: **3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production**. São Paulo. 2011.

NOGUEIRA, A. S. **Identificação das competências logísticas em empresas da região do ABCD**. 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios) - Universidade Católica de Santos, Santos, 2011.

OLIVEIRA, Edson Martins de *et al.* Cumprimento de políticas públicas ambientais e destinação de resíduos eletrônicos: uma análise dos fatores dificultadores. **Revista Teccen**. v. 14, n. 1, p. 07-13, jan./jun. 2021. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/2553>. Acesso em: 10 set. 2021.

ONU BRASIL - Nações Unidas no Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 29 mar. 2022.

PAIVA, Anna Lidiane Oliveira; FIGUEIREDO, Fábio Fonseca. Compartilhando contradições: a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **do MEIO AMBIENTE e POLÍTICA AMBIENTAL**, p. 62, 2022.

PLATAFORMA AGENDA 2030. **Agenda 2030**. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br>. Acesso: 25 jun. 2021.

PRADO, Olívia Amaral *et al.* Agravos à saúde decorrentes do descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos: revisão de literatura. In: **XI Workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza**. 2016. p. 18-20.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas**, p. 76-97, 2006.

REIS, Erika Karoline da Silva. O uso da logística reversa para minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.7.n.8. ago. 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2020/829>. Acesso em: 07 set. 2021.

ROBERTS, Thomas; HOPE, Aimie; SKELTON, Alexandra. Why on earth did I buy that? A study of regretted appliance purchases. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 375, n. 2095, p. 20160373, 2017.

ROBLES, Léo Tadeu; FUENTE, José Maurício La. **Logística reversa: um caminho para o desenvolvimento sustentável**. Curitiba: InterSaberes, 2019.

ROCHA, Tiago Barreto *et al.* Impactos e benefícios ambientais do gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos. **Revista Latino-Americana em Avaliação de Ciclo de Vida, edição especial**, p. 78-89, 2016.

RODRIGUES, Ângela Cássia. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. 2007. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

ROSSINI, Valéria; NASPOLINI, SHDF. Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, p. 51-71, 2017.

SANTANA, Paula. Urbanização e saúde. **JANUS 2009: Aliança de civilizações: um caminho possível?**, 2009

SANTOS, Edilene Lima; MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez. RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: proposição de um fluxograma para proteção ambiental. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 16, n. 1, 2022.

SANT'ANNA, Marcio Leocadio de.; OLIFIERS, Natalie.; NAMEN, Anderson Amendoeira. Acesso à informação e consciência ambiental da população do Bairro tijuca, Rio de Janeiro: influência em ações ligadas à logística reversa. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE

RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 4.; 19-15 abr. 2021. Gramado, RS. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/II-005.pdf>. Acesso em: 07 set. 2021.

SINIR - Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://sinir.gov.br/informacoes/sobre/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SBQ - Sociedade Brasileira de Química. **Tabela Periódica dos Elementos**. 2022. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/download-tabela-periodica.php>. Acesso em: 28 maio 2022.

SCHIAVON, Taís. A Estrada de Ferro Noroeste do Brasil e as Paisagens Industriais do Oeste do Estado de São Paulo. As cidades “Bocas de Sertão” como símbolos do Patrimônio da Mobilidade no Brasil. **arq.urb**, n. 15, p. 140-171, 2016.

SILVA, Damião Limeira da. Menor ciclo de vida dos produtos: impacto no planejamento estratégico das micro e pequenas empresas. 2017

SRIVASTAVA, Samir K. Network design for reverse logistics. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 535-548, 2008.

SULEMAN, D. *et al.* The impact of changes in the marketing era through digital marketing on purchase decisions. **International Journal of Data and Network Science**, v. 6, n. 3, p. 805-812, 2022.

TORRES, Carolina Adélia Liberato; FERRARESI, Gabriela Nenna. Logística reversa de produtos eletroeletrônicos. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 159-210, 2012.

TRADE RECYCLE - Comércio e Gestão de Resíduos. **O que é lixo eletrônico**. 22 jan. 2021. Disponível em: https://scontent.faru2-1.fna.fbcdn.net/v/t1.6435-9/fr/cp0/e15/q65/139792051_113270677346860_2701559523599658650_n.jpg?_nc_cat=110&ccb=1-5&_nc_sid=8024bb&_nc_ohc=f4fXDhWE0PQAX-BQq_v&_nc_oc=AQmXitYDHwSDxIziotx9BcgMy6aQ-yijwMhmMdGuPI5ENIvohKQuUmaUhQbz7gG58GRkwLyp4bGs6ktPH1JjeIX&_nc_ht=scontent.faru2-1.fna&oh=00_AT8dlT-w5ArAU0cxq_2J-iYFUL-QRRrNx9O1bHpiXFNnVA&oe=620CD966. Acesso em: 17 jan. 2022.

UNIFESSPA - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Evento vai destacar a importância dos museus para a sociedade. 05 nov. 2018. Disponível em: <https://www.unifesspa.edu.br/noticias/2959-evento-vai-destacar-a-importancia-dos-museus-para-nossa-sociedade>. Acesso em: 20 abr. 2022.

WANG, Xiang *et al.* Emerging waste valorisation techniques to moderate the hazardous impacts, and their path towards sustainability. **Journal of hazardous materials**, v. 423, p. 127023, 2022.

WIESER, Harald. Beyond planned obsolescence: Product lifespans and the challenges to a circular economy. **GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society**, v. 25, n. 3, p. 156-160, 2016.

YAMAMOTO, Takaiku *et al.* Gasification and smelting system using oxygen blowing for plastic waste including polyvinyl chloride. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 6, n. 1, p. 6-12, 2004.

ZAMBON, Paloma Carvalho *et al.* O Papel da Empresa na Responsabilidade Compartilhada Pelo Ciclo de Vida dos Produtos e na Logística Reversa. **Administração de Empresas em Revista**, v. 1, n. 12, p. 135-146, 2017.

ZHANG, Qi *et al.* Characteristics of unorganized emissions of microplastics from road fugitive dust in urban mining bases. **Science of The Total Environment**, v. 827, p. 154355, 2022.

APÊNDICE

ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

1. Qual é o papel da Associação para a sociedade?
2. O que é equipe de apoio?
3. Qual é a quantidade de associados?
4. De que forma são recebidos os REEE?
5. O que acontece com os REEE que vão para a esteira de triagem?
6. Qual a quantidade recebida de REEE?
7. Qual é o processo de desmontagem e segregação dos REEE?
8. O que é feito com os eletroeletrônicos em funcionamento?
9. Quais são as empresas parceiras que compram?
10. Para onde são destinadas as placas de circuito?
11. Todos os REEE recebidos são desmontados?
12. A associação realiza campanhas para a conscientização da sociedade?
13. Como foi a campanha em parceria com a empresa do ramo de eletrodomésticos de linha branca?
14. Quantos kg foram arrecadados na parceria com a empresa do ramo de eletrodomésticos de linha branca?