



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**



**DANIEL BARATIERI VALENTE**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA-RJ**

**Volta Redonda/RJ**

**2017**

**DANIEL BARATIERI VALENTE**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA-RJ**

Versão final da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado Profissional em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo César da Silva Guabiroba

**Volta Redonda/RJ**

**2017**

Ficha catalográfica automática - SDC/BAVR

V154a Valente, Daniel Baratieri  
Análise econômica da gestão de resíduos sólidos eletroeletrônicos no município de Volta Redonda-RJ / Daniel Baratieri Valente; Ricardo César da Silva Guabiroba, orientador. Volta Redonda, 2017.  
125 f.

Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2017.

1. Resíduo Sólido . 2. Equipamento Elétrico. 3. Equipamento Eletrônico. 4. Logística. 5. Produção intelectual. I. Título II. Guabiroba, Ricardo César da Silva , orientador. III. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Ciências Humanas e Sociais.

CDD -

Bibliotecária responsável: Ana Claudia Felipe da Silva - CRB7/4794

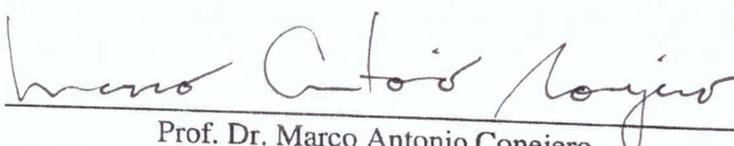
DANIEL BARATIERI VALENTE

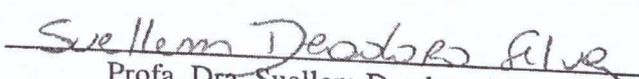
**ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA-RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ricardo César da Silva Guabiroba (**Orientador**)  
Universidade Federal Fluminense

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marco Antonio Conejero  
Universidade Federal Fluminense

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Suellem Deodoro Silva  
Ball Beverage Packaging South America

Volta Redonda/RJ

2017

*“É exatamente disso que a vida é feita: de momentos! Momentos os quais temos que passar, sendo bons ou não, para o nosso próprio aprendizado, por algum motivo. Nunca esquecendo do mais importante: nada na vida é por acaso...”*

Chico Xavier

## AGRADECIMENTOS

Neste momento tão especial, minhas lembranças são permeadas por uma espécie de filme da minha vida, iniciando nos momentos mais remotos que minha lembrança permite alcançar. A emoção é tanta, que as palavras não terão a força e não serão suficientes para expressar minha gratidão.

Agradeço a Deus e seus representantes celestes, aos quais nunca tive a oportunidade de ver, mas pude senti-los em vários momentos. Tenho a certeza absoluta que sempre estiveram ao meu lado, em toda a minha caminhada, nas vitórias e sobretudo nas derrotas.

Minha gratidão eterna aos meus pais, André Valente e Denise Valente, minha irmã Juliana Valente, bem como meus avós, tão importantes quanto meus pais, Emyr Baratieri e Marieta Baratieri. Também aos meus avós Renato Valente e Zulmira Valente. Grato por todo amor, dedicação, ensinamentos e apoio incondicional. Vocês são os meus exemplos e são fontes de inspiração para minha vida.

Meu agradecimento a minha esposa Márcia Bressani por todo amor e apoio, pelas palavras encorajadoras, pelo alto astral e bom humor, também pela paciência em compreender os meus momentos de tensão e minha ausência. Obrigado por abrir mão de algumas situações e por ter embarcado comigo neste sonho.

Meu agradecimento especial ao meu orientador, o professor Dr. Ricardo Guabiroba que abriu as portas para esta excelentíssima oportunidade quando aceitou ser meu orientador. Professor, eu presenciei momentos que demonstraram o quanto você é dedicado à sua profissão, o quanto você se importa com os seus alunos, quanto é humilde e sereno. Estou muito grato por compartilhar do seu conhecimento e por estar sempre disponível ao longo desta etapa. Agradeço-te professor, por ter respeitado os momentos de dificuldade que enfrentei ao longo deste ano. Você não só me encorajou, mas me respeitou e confiou em mim, de forma extraordinária, mesmo quando todo o contexto demonstrava que não seria possível chegar onde chegamos hoje.

Agradeço à todos os professores que contribuíram na minha formação, sobretudo aos professores do PPGA-UFF. Saibam que cada um deixou ensinamentos preciosos que certamente ultrapassaram as salas de aula. Meu sincero agradecimento à cada um dos professores, funcionários e gestores da UFF de Volta Redonda, campus Aterrado. Vocês

transformaram a vontade de estudar em uma Universidade Federal em um sonho. A estrutura de ensino que vocês nos apresentam é surreal frente a realidade do nosso país. Sinto-me privilegiado. À vocês, todo o meu respeito e admiração.

Agradeço antecipadamente aos professores da banca examinadora pela disponibilização de tempo e conhecimento para analisar e avaliar, complementando com críticas e sugestões que certamente irão contribuir para elevar o nível desta pesquisa.

Agradeço também à Superintendência Regional Sul Fluminense da Caixa Econômica Federal pela oportunidade de trabalhar nesta unidade e assim conjugar com a possibilidade da realização deste sonho. Meu agradecimento especial a Reane e ao Rodrigo, por serem pessoas formidáveis, sempre me dando força e me incentivando a seguir em frente nos meus estudos.

Agradeço estou às Cooperativas Cidade do Aço, Reciclar-VR e Folha Verde pela disponibilidade e pela atenção ao me receber em suas instalações, compartilhando dados que auxiliaram na realização desta pesquisa.

Por último e não menos importante, agradeço aos meus familiares, aos meus amigos e amigas que contribuíram de alguma forma. Agradeço também a minha afilhada Alice que vinha me ver enquanto estava me dedicando a esta pesquisa. Ela renovava meu ânimo, me trazendo alegria e energia para seguir em frente.

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGA/UFF como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Administração (M.Sc.).

ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA-RJ

Daniel Baratieri Valente

DEZEMBRO/2017

Orientador: Dr. Ricardo César da Silva Guabiroba

Programa: Pós-Graduação em Administração

O resíduo sólido eletroeletrônico é atualmente o resíduo mais acumulado no mundo. Desta forma, a relevância desta pesquisa está na tendência de aumento da geração dos resíduos eletrônicos no Brasil e para o fato de que diversos níveis de governo ainda encontram dificuldades em atender o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Além disto, o tema abordado tem importância tanto para o setor público quanto para o setor privado e sociedade, se tornando uma fonte de benefícios financeiros, ambientais e sociais. Assim sendo, esta pesquisa tem como objetivo principal elaborar um procedimento para inclusão de resíduos sólidos eletroeletrônicos no sistema de coleta seletiva do município de Volta Redonda ou outro município que possua sistema de coleta seletiva, visando o aproveitamento da estrutura existente para dar a destinação correta a este tipo de resíduo. Para tanto, a metodologia de pesquisa está pautada em um procedimento que contém dez etapas, abordando a geração de resíduos sólidos eletroeletrônicos, o seu tratamento, o transporte desde a coleta até a venda dos materiais pós-tratamento e finalizando com a análise econômica. Foi possível analisar quatro possibilidades envolvendo cooperativas, governo e aparistas, concluindo com a indicação de viabilidade da implementação da gestão destes resíduos no município estudado. A possibilidade, onde a cooperativa arca com os custos de coleta e transporte pós-tratamento, apresenta resultado negativo de cerca de 13% em relação a receita. Por outro lado, a possibilidade que considera o governo assumindo o custo de coleta e os aparistas o custo de transporte pós-tratamento, apresenta o melhor resultado, com aumento na receita de até 23%.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos eletroeletrônicos, Análise econômica, Coleta seletiva, Política nacional de resíduos sólidos.

Abstract of Dissertation presented to PPGA/UFF as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Administration (M.Sc.).

ECONOMIC ANALYSIS OF THE MANAGEMENT OF ELECTRONIC SOLID  
WASTE IN THE CITY OF VOLTA REDONDA-RJ

Daniel Baratieri Valente

DECEMBER/2017

Advisor: D.Sc. Ricardo César da Silva Guabiroba

Department: Post-Graduate in Administration

The electronic solid waste is currently the most accumulated waste in the world. Thus, the relevance of this research is in the tendency that points to the increase of the generation of electronic waste in Brazil and that the various levels of government still find it difficult to comply with the provisions of the National Solid Waste Policy. Further, the issue addressed is important for both the public sector and the private sector, becoming a source of financial, environmental and social benefits. Therefore, this research has as main objective to elaborate a procedure for inclusion of solid electronic waste in the selective collection system in the city of Volta Redonda or another city that has a selective collection system, aiming at the use of the existing structure to give the correct destination to this type of waste. Therefore, the research methodology is based on a procedure that contains ten steps, addressing the generation of solid electronic waste, its treatment, transportation from the collection to the sale of the post-treatment materials and ending with the economic analysis. Thus, it will be possible to analyze four possibilities involving cooperatives, government and aparistas, concluding with the indication of feasibility of the implantation of the management of this waste in the studied city. The possibility, where the cooperative has the costs of collection and transport after treatment, presents a negative result of about 13% in relation to revenue. On the other hand, the possibility considered by the government assuming the cost of collection and the cost of transportation after treatment, shows the best result, with an increase in revenue of up to 23%.

**Keywords:** Electronic solid waste, Economic analysis, Selective collect, National Solid Waste Policy.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos do estudo .....	2
1.2 Justificativa .....	3
1.3 Estrutura da pesquisa .....	3
2 ASPECTOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	5
2.1 Aspectos gerais da gestão de REEE no mundo .....	5
2.2 Aspectos gerais da gestão de REEE no Brasil .....	7
2.3 Política ambiental e gestão de resíduos sólidos no Brasil .....	9
2.4 Os desafios relacionados a gestão de Resíduos Sólidos no Brasil.....	13
2.5 Considerações finais .....	14
3 CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO REEE .....	16
3.1 Características dos REEE .....	16
3.2 Composição do REEE .....	17
3.3 Ciclo de Vida dos REEE.....	20
3.4 Considerações finais .....	23
4 SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE REEE .....	24
4.1 Sistema de Logística Reversa para REEE .....	24
4.2 Coleta de REEE .....	26
4.3 Tratamento e destinação de REEE.....	28
4.4 Considerações finais .....	31
5 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE REEE.....	33
5.1 Geração de REEE .....	35
5.1.1 Etapa (1) - Caracterizar o estudo e coletar dados sobre geração de REEE .	35
5.1.2 Etapa (2) - Determinar pontos de geração e o potencial gerador de REEE .	37
5.2 Tratamento do REEE gerado .....	39
5.2.1 Etapa (3) – Identificar recursos e custos adicionais para tratamento dos REEE's .....	39
5.2.2 Etapa (4) - Estimar o percentual de material recuperável dos REEEs gerados .....	41
5.3 Transporte .....	43
5.3.1 Etapa (5) – Caracterizar a coleta seletiva existente na região de estudo .....	43
5.3.2 Etapa (6) – Analisar os dados sobre a coleta seletiva e a geração de REEE	44

5.3.3 Etapa (7) – Definir características do transporte de materiais pós-tratamento das cooperativas.....	44
5.4 Análise Econômica .....	45
5.4.1 Etapa (8) – Estimar a receita e o custo de transporte para inclusão dos REEE's .....	45
5.4.2 Etapa (9) – Estimar a diferença entre a receita total e o custo total de tratamento e de transporte .....	46
5.4.3 Etapa (10) – Análise de possibilidades na destinação do REEE.....	47
5.5 Considerações finais .....	48
6 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE REEE .....	49
6.1 Geração de REEE .....	49
6.1.1 Etapa (1) - Caracterizar o estudo e coletar dados sobre geração de REEE ..	49
6.1.2 Etapa (2) - Determinar pontos de geração e quantidade gerada de REEE ..	53
6.2 Tratamento do REEE gerado .....	55
6.2.1 Etapa (3) – Identificar recursos e custos adicionais para tratamento dos REEEs.....	55
6.2.2 Etapa (4) - Estimar o percentual de material recuperável dos REEE's gerados .....	61
6.3 Transporte .....	62
6.3.1 Etapa (5) – Caracterizar a coleta seletiva existente na região de estudo .....	62
6.3.2 Etapa (6) – Analisar os dados sobre a coleta seletiva e a geração de REEE ..	65
6.3.3 Etapa (7) – Definir características do transporte de materiais pós-tratamento das cooperativas.....	67
6.4 Análise Econômica .....	67
6.4.1 Etapa (8) – Estimar a receita e o custo de transporte para inclusão dos REEE's .....	67
6.4.2 Etapa (9) – Estimar a diferença entre a receita total e o custo total de tratamento e de transporte .....	71
6.4.3 Etapa (10) – Análise de possibilidades na destinação do REEE.....	71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
Anexo I – Questionário Cooperativa: Gestão de Resíduos Sólidos .....	90
Anexo II – Check List Depósito .....	93
Anexo III – Mapa do município de Volta Redonda/RJ dividido em setores.....	96
Anexo IV – Informações sobre a população do município de Volta Redonda/RJ.....	97
Anexo V - Questionário – Perfil Residencial .....	99

Anexo VI – Tabelas utilizadas para tabulação dos dados em Excel .....	102
Anexo VII – Tabelas utilizadas para tabulação dos dados em Excel .....	105
Anexo VIII – Resultado tabulado das questões sobre o perfil, consciência e comportamento. ....	107
Anexo IX – Resultado tabulado das questões sobre rastreamento de produtos e informações gerais.....	109
Anexo X – Resultado tabulado das questões sobre o número de EEE nas residências	112
Anexo XI – Detalhamento do custo de contratação do técnico em eletrônica .....	115
Anexo XII – Custo de aquisição de equipamentos e ferramentas para um depósito ...	116
Anexo XIII – Itinerário Coleta Seletiva Volta Redonda/RJ .....	120
Anexo XIV – Custos fixos e variáveis de veículos tipo furgão leve de carga .....	122
Anexo XV – Custos fixos e variáveis de veículos tipo caminhão semileve de carga ..	123
Anexo XVI – Custos fixos e variáveis de veículos tipo caminhão semipesado de carga .. .....	124
Anexo XVII – Detalhamento do custo de contratação do auxiliar do motorista.....	125

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Ciclo de vida dos EEEs.....	22
Figura 4.1: Recicladoras existentes no Brasil.....	29
Figura 5.1: Procedimento para análise econômica da gestão de REEE. ....	34
Figura 6.1: Mapa do Estado do Rio de Janeiro e do Município de Volta Redonda. ....	50
Figura 6.2: Registros das condições das instalações dos depósitos.....	56
Figura 6.3: Registros de REEE encontrados durante as visitas aos depósitos. ....	57
Figura 6.4: Tratamento do REEE coletado na região do estudo. ....	59
Figura 6.5: Fluxo de materiais recicláveis oriundos da coleta seletiva do município de Volta Redonda. ....	62
Figura 6.6: Veículos utilizados na coleta seletiva no município de Volta Redonda. ....	64
Figura 6.7: Veículos com carga compartilhada: coleta seletiva e coleta de REEE.....	64
Figura 6.8: Resumo da Análise Econômica por Cooperativa.....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Eliminação e recuperação de resíduos em alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento.....	7
Tabela 2.2: Número de municípios que executam coleta de resíduos eletrônicos por terceiros e pela prefeitura. ....	8
Tabela 3.1: Porcentagem (%) de diferentes materiais por categorias.....	18
Tabela 5.1: Custos iniciais e custos fixos do tratamento dos REEE's. ....	41
Tabela 5.2: Percentual (%) dos diferentes tipos de materiais encontrados nas categorias de EEE. ....	43
Tabela 5.3: Custos fixos e variáveis de dois veículos tipo furgão comercial leve. ....	44
Tabela 6.1: População residente e domicílios 1980 - 2010. ....	51
Tabela 6.2: Setores, área, população e número de domicílios do município de Volta Redonda. ....	51
Tabela 6.3: Destino final do lixo no Ano de 2010.....	52
Tabela 6.4: Geração de REEE, em toneladas por mês, de cada categoria e em cada um dos setores do município de Volta Redonda. ....	54
Tabela 6.5: Custos iniciais e custos fixos de cada depósito para incremento do REEE no sistema de coleta seletiva.....	60
Tabela 6.6: Quantidade, em toneladas por mês, dos diferentes tipos de materiais passíveis de obtenção segundo estimativa de geração de REEE no município de Volta Redonda. ....	61
Tabela 6.7: Quantitativo de materiais recicláveis triados pelas cooperativas no ano de 2013 no município de Volta Redonda. ....	63
Tabela 6.8: Estimativa de coleta e recuperação de REEE semanal no município de Volta Redonda.....	75
Tabela 6.9: Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de grandes eletroeletrônicos (categoria 1) no município de Volta Redonda. ....	68
Tabela 6.10: Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente à categoria de pequenos eletroeletrônicos (categoria 2) no município de Volta Redonda.....	69
Tabela 6.11: Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de equipamentos de informática e telecomunicações (categoria 3) no município de Volta Redonda. ....	69
Tabela 6.12: Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de equipamentos de consumo (categoria 4) no município de Volta Redonda. ....	70
Tabela 6.13: Custo total do veículo tipo furgão leve de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município. ....	74
Tabela 6.14: Custo total do veículo tipo caminhão semileve de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município. ....	74

Tabela 6.15: Custo total do veículo tipo caminhão semipesado de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município. ....	75
Tabela 6.16: Coleta de REEE Semanal nos PEVs.....	77
Tabela 6.17: Custo mensal total da coleta de REEE nos PEVs.....	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Visão geral das definições selecionadas de REEE ou resíduos eletrônicos. ....	17
Quadro 3.2: As 10 diferentes categorias de resíduos eletrônicos com base na diretiva europeia 2002/95/EC e 2012/19/EU.....	17
Quadro 3.3: Componentes perigosos dos REEEs.....	19
Quadro 3.4: Categorias dos EEE's e período de vida útil. ....	23
Quadro 4.1: Atuação e dificuldades dos atores na coleta de REEE. ....	27
Quadro 6.1: Visão geral das definições selecionadas de REEE ou resíduos eletrônicos. ....	50
Quadro 6.2: Destino dos resíduos coletados pela coleta seletiva do município.....	55

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (5.1): Amostra da população.....	36
Equação (5.2): Estimativa do potencial gerador de REEE.....	38
Equação (5.3): Tempo médio de uso.....	38
Equação (5.4): Somatório da estimativa do potencial gerador de REEE.....	38
Equação (5.5): Custo inicial total.....	41
Equação (5.6): Custo fixo total mensal.....	41
Equação (5.7): Quantidade de cada tipo de material recuperável.....	42
Equação (5.8): Somatório da quantidade de cada tipo de material recuperável.....	42
Equação (5.9): Receita estimada por material vendido.....	45
Equação (5.10) Custo de transporte.....	45
Equação (5.11) Receita total estimada.....	46
Equação (5.12) Custo total de inclusão de REEE na coleta seletiva.....	46
Equação (5.13) Resultado final.....	47
Equação (6.1) Média aritmética simples.....	53
Equação (6.2) Somatório da geração de cada tipo de REEE.....	54

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a política ambiental começou a ser delineada em 1930 e cerca de 80 anos depois, no ano de 2010, foi estabelecida a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 08/2010. A PNRS representou uma nova perspectiva para o Brasil, uma vez que, além de visar à regulação, também incluiu questões relativas ao desenvolvimento econômico, social e do meio ambiente (BRASIL, 2010). A PNRS tem como instrumentos os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas voltadas para a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre geradores, poder público, fabricantes e importadores (BRASIL, 2010). A lei estabelece que os produtores e os governos realizem planos, elaborem diagnóstico da situação, analisem os cenários, promovam a redução, reutilização e estabeleçam metas de reciclagem para que haja a diminuição de descartes realizados em aterros sanitários. Apesar da aprovação dessa lei, ela ainda carece do acompanhamento da legislação estadual e municipal, bem como regulamentos que permitam que a lei seja colocada em prática em todos os níveis de governo (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Segundo a ABRELPE (2015), no ano de 2015, no Brasil, a geração de resíduo sólido urbano (RSU) representou total anual de 79,9 milhões de toneladas e, deste total, o montante coletado foi de 72,5 milhões que representa um índice de cobertura da coleta de 90,8% e, por outro lado, são cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos sem coleta, o que resulta na destinação imprópria. Em relação à disposição final, cerca de 42,6 milhões de toneladas de RSU, ou 58,7% do coletado, seguiram para aterros sanitários e aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos em vazadouros a céu aberto ou aterros controlados que não possuem o conjunto de sistemas e de medidas necessários para a proteção do meio ambiente contra danos e degradações, sendo que 3.326 municípios ainda fazem uso desses locais impróprios, de acordo com a ABRELPE (2015).

Com a notória evolução tecnológica e da rapidez com que vem ocorrendo em escala global, há o surgimento do resíduo sólido eletrônico que compreende materiais valiosos bem como tóxicos e com efeitos negativos à saúde e ao meio ambiente (GARLAPATI, 2016). O resíduo eletrônico é atualmente o resíduo mais acumulado no mundo (CHUNG *et al.*, 2011). O resíduo sólido eletrônico é denominado internacionalmente como “*E-waste (Electronic Waste)*” ou “*WEEE (Waste Electrical and Electronic*

*Equipment*)” e no Brasil denominado “REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos)” ou “E-lixo (Lixo Eletrônico)”.

De acordo com Magalini *et al.* (2015), no ano de 2014, os resíduos eletrônicos chegaram à marca de 41.800 quilo-toneladas no mundo, 3.904 quilo-toneladas na América Latina, 1.412 quilo-toneladas no Brasil e a geração per capita desse resíduo chegou a 7,0 kg no Brasil. Magalini *et al.* (2015) estimam que a perspectiva é que no ano de 2018 o Brasil chegue a marca de 1.711 quilo-toneladas e respectivo 8,3 kg per capita de geração desses resíduos.

O setor de produtos eletroeletrônicos é um dos mais dinâmicos da economia, correspondendo a 2,4% do PIB brasileiro no ano de 2015 (ABINEE, 2016a). Uma consequência do aumento da produção e do uso de produtos eletroeletrônicos é o aumento do descarte desses produtos provenientes da impossibilidade do uso e da obsolescência.

A gestão de REEE tem importância tanto para o setor público quanto para o setor privado, podendo se tornar uma fonte de benefícios financeiros, ambientais e sociais. No lixo eletrônico, são encontrados metais de valores representativos como ouro, prata, platina, cobre, alumínio e metais de terras raras. Além destes metais, o plástico encontrado na estrutura de aparelhos eletrônicos serve como uma boa matéria-prima para a pirólise que é um tipo de tratamento termoquímico desse tipo de resíduo que está atraindo o interesse dos cientistas, tendo em vista a possibilidade do fornecimento de energia. A pirólise de plásticos pode ser utilizada para a obtenção de combustível sintético e como matéria-prima para a produção de hidrogênio (ACOMB *et al.*, 2013). O óleo de pirólise pode ser usado como combustível diesel para geradores de incineração (KANTARELIS *et al.*, 2011). É perceptível o potencial do REEE em atrair inovação, proporcionar novas oportunidades de negócios e gerar novos postos de trabalho.

### **1.1 Objetivos do estudo**

Este trabalho tem como objetivo principal elaborar um procedimento genérico para inclusão de REEE no sistema de coleta seletiva pré-existentes em municípios, visando o aproveitamento da estrutura existente para dar a destinação correta a este tipo de resíduo, conforme o fluxo: residência, cooperativa, “aparista” e indústria de reciclagem.

Como objetivos específicos, pretende-se estimar os pontos de geração e quantidade gerada de REEE, identificar e caracterizar a estrutura atual da coleta seletiva existente no município de Volta Redonda/RJ, estimar a quantidade material recuperável a partir da estimativa de geração de REEE, estimar a receita total e o custo total com o incremento do REEE na coleta seletiva e, por fim, realizar a análise econômica, analisando diferentes possibilidades, verificando a viabilidade para o município e o percentual do aumento da receita das cooperativas.

## **1.2 Justificativa**

Como justificativa do trabalho, aponta-se o fato da PNRS não dispor do indicativo de métodos e objetivos claros para nortear os Estados e Municípios na gestão de REEE.

Este trabalho se mostra relevante tendo em vista que a tendência aponta para o aumento da geração dos resíduos eletrônicos no Brasil e que os diversos níveis de governo ainda encontram dificuldades em atender o disposto na PNRS Lei nº 12.305 de 08/2010. Apesar de existir normas que abordam o tema, inclusive Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), ainda não existe no Brasil um instrumento legal que estabeleça objetivos específicos e informações aplicáveis aos resíduos sólidos para orientar os Estados e os Municípios na gestão adequada dos resíduos sólidos (MMA, 2016).

## **1.3 Estrutura da pesquisa**

O presente trabalho encontra-se estruturado em sete Capítulos. O Capítulo (1) aborda a introdução do estudo, apresentando a contextualização, o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa do estudo.

O Capítulo (2) aborda aspectos gerais da gestão de REEE no Brasil e no mundo, o histórico da política ambiental e aponta os desafios encontrados para gestão de resíduos sólidos no Brasil.

No Capítulo seguinte (3), o REEE é caracterizado, através da exposição de suas principais características, bem como sua composição e o seu ciclo de vida. Desta forma, foi possível identificar diversos fatores que influenciam na gestão deste tipo de resíduo.

Prosseguindo no Capítulo (4), abordou-se o sistema de logística reversa de REEE que é o sistema que permite o retorno de produtos após o uso pelos consumidores, independentemente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

O Capítulo (4) aborda ainda a coleta, o tratamento e a destinação de REEE provenientes de processos de produção, importação, comercialização e/ou distribuição.

Realizada a introdução, a apresentação dos aspectos gerais da gestão de resíduos sólidos, a caracterização e o sistema de logística reversa de REEE, seguem os Capítulos (5) e (6) onde elaborou-se e aplicou-se um procedimento contendo dez etapas.

O Capítulo (5) traz um procedimento voltado para a inclusão do REEE em um sistema de Coleta Seletiva pré-existente em um município brasileiro. Este procedimento se inicia pelos aspectos da geração de REEE, passando pelo tratamento e transporte, finalizando com a análise econômica.

Este procedimento foi aplicado no município de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro e os resultados foram descritos no no Capítulo (6). O Capítulo (7) apresenta as considerações finais do estudo, como as limitações encontradas, o alcance dos objetivos estabelecidos e sugestões para novos estudos.

## **2 ASPECTOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

O Brasil, no ano de 2010, aprova a PNRS que representa uma nova perspectiva para o país, alcançando aspectos econômicos, sociais e ambientais na gestão de resíduos sólidos. Os dados revelam que o país ainda tem muito a se desenvolver nestes aspectos, mas passos importantes já foram dados.

Este Capítulo tem como objetivo contextualizar aspectos gerais da gestão de REEE no mundo e também no Brasil evidenciando os altos índices de geração deste resíduo. Em seguida, reúne-se informações sobre o histórico da política ambiental e da gestão de resíduos sólidos no Brasil. Encerrando o Capítulo, é possível ter um maior entendimento acerca dos desafios encontrados pelo país na gestão destes resíduos. Por último, apresenta-se as considerações finais.

### **2.1 Aspectos gerais da gestão de REEE no mundo**

No mundo atual, um número cada vez maior de pessoas depende de EEE (Equipamentos Elétricos e Eletrônicos). Nas últimas décadas, especialmente a indústria eletrônica e indústria da tecnologia da informação e comunicação, têm proporcionado verdadeiras revoluções no mundo. Sem esses produtos, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento, a vida moderna seria completamente diferente (MAGALINI *et al.*, 2015).

Os EEEs são utilizados em diversas áreas como educação, saúde, transporte, comunicação, segurança e esporte, estando integrados a infraestruturas de tecnologia de informação e de comunicação, realizando conexões por meio de redes de dados com ou sem fios. São muitas as funcionalidades proporcionadas pela tecnologia moderna, porém nem sempre está em sintonia com o desenvolvimento sustentável.

Os aumentos da produção de lixo eletrônico em alguns países desenvolvidos os levaram a exportar o próprio lixo eletrônico para países em desenvolvimento, tendo como destino principal países da África ou Ásia, estando sob o falso pretexto de que são “bens usados” e que servirão para reforma ou reutilização, obtendo, desta forma, autorização para exportar esse tipo de resíduo. Causa preocupação o fato de que os países que recebem o resíduo não o tratam de forma adequada causando danos ao meio ambiente e à população local (DUAN *et al.*, 2015).

Se os REEEs não forem geridos de forma adequada podem espalhar doenças, contribuir para a mudança climática, poluir lençóis freáticos, promover a redução da

biodiversidade e aumentar o risco de inundações, afetando a saúde e a vida dos seres humanos. No caso de haver queima não controlada de resíduos, produz-se poluentes que causam danos à saúde e ao meio ambiente. Em contrapartida, a gestão ambientalmente adequada de resíduos, traz benefícios à saúde, ao meio ambiente e à economia (UNEA, 2016).

Estudos preveem que o mundo vai produzir cerca de 33% a mais de lixo eletrônico no ano de 2017, ou seja, são 72 milhões de toneladas, sendo a China um dos principais produtores com aproximadamente 12,2 milhões de toneladas de REEE e, em seguida, vem os EUA com cerca de 11 milhões de toneladas (HEEKS *et al.*, 2015).

Os países em desenvolvimento produzirão o dobro de REEE em comparação aos países desenvolvidos dentro dos próximos 6 a 8 anos, onde se estima que serão descartados computadores obsoletos na ordem de 400 a 700 milhões nos países em desenvolvimento e 200 a 300 milhões nos países desenvolvidos até o ano de 2030 (STHIANNOPKAO e WONG, 2013).

No ano de 2014, foi gerado cerca de 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico, chegando a quase 25% a mais do que no ano de 2010. É considerado o fluxo de resíduos com crescimento mais rápido do mundo, com possibilidades de chegar a 50 milhões de toneladas em 2018. Uma tonelada de lixo eletrônico equivale a cerca de: 37 TVs, 135 computadores *desktop*, 3.333 teclados de computador ou 8.000 telefones celulares (UNEA, 2016).

Na Índia, não existem centros de coleta de REEE e também não possui dados oficiais sobre a quantidade de resíduos eletrônicos eliminados por ano. No entanto, Organizações Não Governamentais (ONGs) e agências governamentais realizam estudos independentes sobre o assunto (GARLAPATI, 2016).

No Quênia, são gerados anualmente uma média de 3.000 toneladas de computadores, monitores, impressoras, telefones celulares, baterias e outros tipos de lixo eletrônico (UNEA, 2016).

Na União Europeia (UE), a nova diretiva requer níveis mais elevados de coleta, atingindo 65% da massa total de equipamentos elétricos e eletrônicos inseridos no mercado como média dos três anos anteriores (EUROPEAN PARLIAMENT, 2012). Este requisito deve ser alcançado até 2019. Apesar disso, no ano de 2013 a maioria dos

países membros da UE obteve taxa de coleta abaixo dos 50%, sendo que a média de toda a UE foi de 34% (EUROSTAT, 2016).

Na Europa, 25% dos eletrodomésticos considerados pequenos (tocadores de CD e DVD, consoles de videogame, despertador, televisão, etc.) e 40% dos aparelhos grandes (ar condicionado, máquina de lavar louça, geladeira, máquinas de lavar, forno de micro-ondas, etc.) são reciclados. A grande parte é incinerada ou exportada para fora da Europa onde os equipamentos são desmontados por pessoas que trabalham em condições inadequadas. Os destinos mais comuns para esses resíduos são África, China e Índia (ZOETEMAN et al., 2010).

A Tabela 2.1 mostra que a União Europeia é a maior geradora anual de REEE com 8,9 megatoneladas, seguida pelos Estados Unidos com 8,4 megatoneladas e China com 5,7 megatoneladas. A Índia e o Oeste da África geram cerca de 0,66 e 0,07 megatoneladas respectivamente. Cerca de 5,7 megatoneladas nos EUA são encaminhadas para aterros, incineradores ou armazenagem, seguido pela China com 4,1 megatoneladas. A União Europeia está à frente com 5,9 megatoneladas de resíduos recuperados domesticamente. O país que mais exporta esse tipo de resíduo é o EUA com 2,3 megatoneladas e o país que mais importa é a China com 2,6 megatoneladas. O Brasil gera cerca de 1,4 megatoneladas por ano. (STHIANNOPKAO e WONG, 2013; MAGALINI *et al.*, 2015).

**Tabela 2.1:** Eliminação e recuperação de resíduos em alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento (por ano).

País/Região	Das Residências (Mton)	Para Aterros Sanitários, Incineradores e Armazenamento (Mton)	Recuperado Internament e (Mton)	Exportado (Mton)	Importado (Mton)
Brasil	1,4	(-)	(-)	(-)	(-)
EUA	8,4	5,7	0,42	2,3	(-)
União Europeia	8,9	1,4	5,9	1,6	(-)
Japão	4	0,6	2,8	0,59	(-)
China	5,7	4,1	4,2	(-)	2,6
Índia	0,66	0,95	0,68	(-)	0,97
Oeste da África	0,07	0,47	0,21	(-)	0,61
<b>Total</b>	<b>27,73</b>	<b>13,22</b>	<b>14,21</b>	<b>4,49</b>	<b>4,18</b>

(-): Não especificado.

Fonte: (STHIANNOPKAO e WONG, 2013; MAGALINI *et al.*, 2015).

## 2.2 Aspectos gerais da gestão de REEE no Brasil

O Brasil gera cerca de 1,4 megatoneladas por ano de REEE. (STHIANNOPKAO e WONG, 2013; MAGALINI *et al.*, 2015). O país encontra-se no grupo dos 11 países em

desenvolvimento que já produz a maior quantidade de lixo eletrônico proveniente de computadores pessoais e, caso não melhore o sistema de coleta seletiva e de reciclagem desse material, irá enfrentar sérios problemas ambientais e de saúde pública (KOBAL *et al.*, 2013). Cada região ou município define de acordo com suas necessidades e possibilidades o local onde serão depositados os resíduos. Muitas vezes, os aterros sanitários acabam recebendo lixo eletrônico. Os produtores e distribuidores no país restringem-se a atuar na fabricação e distribuição de EEE (FRANCO e LANGE, 2011a).

A Tabela 2.2 apresenta os dados da pesquisa do IPEA (2012) no Brasil referente ao número de municípios que executam coleta de resíduos eletrônicos por terceiros e pela prefeitura.

**Tabela 2.2:** Número de municípios que executam coleta de resíduos eletrônicos por terceiros e pela prefeitura.

Região	Estados	Nº de municípios que responderam à pesquisa	Coleta de Eletroeletrônicos	
			Terceiros	Prefeitura
Norte	Pará	10	0	0
	Amazonas	3	0	0
	Amapá	2	0	0
	Rondônia	4	0	0
	Roraima	1	0	0
	Acre	1	0	0
	Tocantins	8	1	0
Centro-Oeste	Goiás	15	0	0
	Mato Grosso do Sul	7	0	0
	Mato Grosso	8	0	0
	Distrito Federal	1	0	0
Sul	Santa Catarina	18	0	1
	Paraná	26	0	1
	Rio Grande do Sul	35	0	3
Sudeste	Minas Gerais	55	0	2
	Rio de Janeiro	19	0	1
	Espírito Santo	3	0	1
	São Paulo	61	3	5
Nordeste	Bahia	19	0	0
	Ceará	9	0	1
	Alagoas	6	1	1
	Paraíba	10	0	0
	Pernambuco	9	0	0
	Piauí	9	0	1
	Sergipe	7	0	0
	Maranhão	12	0	0
Rio Grande do Norte	14	0	1	
<b>Total</b>		<b>372</b>	<b>5</b>	<b>18</b>

Fonte: (IPEA, 2012a).

Verifica-se que, dos 372 municípios que responderam à pesquisa, apenas 23 realizam algum tipo de coleta de EEE, sendo 18 pela prefeitura e 5 por terceiros (IPEA, 2012a).

Diante da volatilidade dos preços dos recursos para fabricação de EEEs, que duplicaram entre os anos de 2000 e 2010, o desenvolvimento de fontes internas de matérias-primas provenientes de reciclagem se faz necessário, principalmente nos países com alta atividade industrial. Os REEEs compreendem uma fonte rica de muitos metais escassos e críticos, mais escassos até do que as fontes naturais de matérias-primas virgens (MAGALINI *et al.*, 2015; SCHUELP *et al.*, 2009). A fabricação futura de equipamentos eletrônicos irá enfrentar problemas devido à falta de capacidade de recuperar minerais de terras raras (DUAN *et al.*, 2015).

### **2.3 Política ambiental e gestão de resíduos sólidos no Brasil**

Desde o descobrimento do Brasil, com os primeiros colonizadores, a natureza é explorada com objetivos econômicos, como ocorreu com o pau-brasil. São formas e fases de exploração dos recursos da natureza até o início da legislação ambiental brasileira, com seu marco em 1920 quando o governo federal buscou a elaboração de um anteprojeto de lei que foi transformada no Decreto nº 23.793, de 1934 onde ficou conhecido como Código Florestal (CÂMARA, 2013).

Entre as décadas de 1930 e 1960, não havia de fato uma política ambiental atuante no Brasil ou sequer uma instituição gestora do tema meio ambiente. Nesta época, havia políticas de setores que consideravam paralelamente a questão ambiental, mas tendo como foco a exploração dos recursos naturais, visando o melhor uso econômico. No final da década de 1960, começaram a surgir algumas demandas sociais que impulsionaram o tema meio ambiente no país. Essas demandas estavam relacionadas à poluição gerada devido a atividades produtivas, principalmente do setor industrial. Surge então o Código de Águas, o Código Florestal e a Lei de Proteção a Fauna (MOURA, 2016).

Na década de 1970, é publicado o relatório Limites do Crescimento que destacava a preocupação com o esgotamento dos recursos naturais e, em 1972, é realizada a Conferência de Estocolmo (Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano), onde o Brasil participou sustentando a posição de defesa à soberania nacional. Já em 1973, é criada a primeira instituição a nível federal de cunho ambiental: a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), vinculada ao Ministério do Interior. A

atuação da Sema basicamente ocorreu para controle da poluição industrial e urbana. Dando seguimento ao modelo federal, alguns Estados começam a estabelecer órgãos estaduais de meio ambiente (CÂMARA, 2013).

No período da década de 1980, a ação principal foi o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e estabeleceu os princípios, as diretrizes, os instrumentos e as atribuições para os diversos entes da Federação que atuam na política ambiental nacional. De forma geral, as normas ambientais federais aprovadas na década de 1980 estavam relacionadas à organização institucional, ao controle da poluição e da degradação ambiental e ao fortalecimento dos mecanismos de participação social na área ambiental. Em 1985, foi criado o Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, com a função de definir políticas e coordenar as atividades governamentais na área ambiental. Houve a inclusão do Capítulo do Meio Ambiente (Art. 225) à Constituição Federal de 1988 (CF/88) que versa sobre o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito do cidadão, especificando-se várias atividades a serem desenvolvidas pelo poder público para garanti-lo. Em 1989, foi criado o Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA), com o objetivo de atuar como agente financiador, por meio da participação social, para a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente (MOURA, 2016).

Foi na década de 1990 que ocorreu a Rio-92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro. Foram assinados importantes acordos ambientais que influenciam até os dias atuais, como: as Convenções do Clima e da Biodiversidade, a Agenda 21, a Declaração do Rio para o Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Declaração de Princípios para as Florestas. No ano de 1998, foi estabelecida a Lei de Crimes Ambientais, onde o Brasil se tornou um dos poucos países a possuir um direito penal ambiental (MMA, 2016b).

Nos anos de 2000 a 2012, houve a gestão integrada de ativos ambientais que apoiou projetos com objetivos de melhoria da qualidade ambiental em áreas consideradas prioritárias pelos Estados participantes, onde houve a reunião de todos os atores (*stakeholders*) relacionados ao equilíbrio dos problemas identificados. Atuou-se no desenvolvimento dos Estados nas áreas de licenciamento ambiental, monitoramento da qualidade da água e gerenciamento costeiro (MOURA, 2016).

A Agenda 21 brasileira, cuja preparação iniciou-se em 1997, só veio a ser lançada no ano de 2002. O processo envolveu consultas públicas e a realização de seis estudos temáticos, sendo: cidades sustentáveis, redução das desigualdades sociais, agricultura sustentável, gestão de recursos naturais, ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável e infraestrutura e integração regional. Tais estudos deram origem ao documento final. Neste período, especificamente em 2000 foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), sendo uma autarquia federal vinculada ao MMA, com o objetivo de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos (MALHEIROS *et al.*, 2008).

Em 2010, foi aprovado a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que representou uma nova perspectiva para o Brasil, uma vez que, além de visar à regulação, também incluiu questões relativas ao desenvolvimento econômico, social e do meio ambiente. A PNRS tem como instrumentos os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas voltadas para a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre geradores, poder público, fabricantes e importadores (BRASIL, 2010).

No ano de 2012, houve a realização da Conferência Rio+20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), 20 anos após a realização da Rio-92, que teve como objetivos: reafirmar o compromisso político para o desenvolvimento sustentável, avaliar os avanços e os hiatos nos processos de implementação das principais decisões quanto ao desenvolvimento sustentável e identificar novos desafios e questões emergentes. Além desses objetivos, a conferência teve dois temas: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (FUNAG, 2012).

No ano de 2013, o governo brasileiro, através do MMA, lançou edital para elaboração de acordo setorial com o objetivo de implementar sistema de logística reversa (SLR) de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Espera-se, com a implementação do SLR de REEE, até o quinto ano após a assinatura do acordo, o recolhimento e a destinação final ambientalmente adequada de 17%, em peso, dos produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes que trabalhem com correntes elétricas de até 220 volts (MMA, 2013; XAVIER e CARVALHO, 2014).

O SLR implementa a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, por meio de um conjunto de ações que tem como objetivos: a coleta e a restituição dos resíduos sólidos às empresas, para que haja reaproveitamento em algum ciclo produtivo ou até mesmo a destinação final ambientalmente adequada (ABRELPE, 2015).

No Brasil existem alguns SLR geridos por entidades pertencentes aos setores de embalagens de produtos agrotóxicos, embalagens de óleos lubrificantes e pneus inservíveis. Estes sistemas possuem resultados expressivos no descarte ambientalmente correto. No caso dos defensivos agrícolas, cerca de 94% das embalagens plásticas que tem contato com o produto e 80% do total de embalagens vazias tem a destinação adequada. O setor de embalagens de óleos lubrificantes registrou no ano de 2010 cerca de 23 toneladas e no ano de 2015 foram cerca de 99 toneladas de embalagens que tiveram a destinação adequada. Já os pneus inservíveis registraram a marca de 600 milhões de pneus de passeio que tiveram a destinação adequada (ABRELPE, 2015).

O acordo setorial para que fosse estruturado exigiu a elaboração de um estudo de viabilidade para a implementação do SLR de REEE no país (ABDI, 2012). O estudo apontou que seriam necessários cerca de 4 mil pontos de coleta no ano de 2016 para atingir cerca de 70% da taxa de coleta. O estudo ainda indicou que o país tem cerca de 94 instalações que realizam reciclagem, sendo a maioria localizada no Estado de São Paulo. O estudo sugeriu que fossem criadas unidades de classificação, em municípios com mais de 150 mil habitantes, para armazenagem dos REEE antes de serem transportados para as unidades de reciclagem, haja vista as grandes distâncias geográficas do Brasil. Além disto, foi proposto um SLR sendo coordenado por uma gestão e dividido em duas etapas: a primeira etapa compreende a coleta, armazenamento e o transporte de REEE para as unidades de classificação, sendo que os equipamentos de menor porte seriam dispostos pelo próprio consumidor em pontos de coleta e os equipamentos de maior porte coletados porta a porta pela indústria ou entidade responsável; a segunda etapa envolve o armazenamento e transporte dos REEE das unidades de classificação para as unidades de reciclagem e de disposição final (ABDI, 2012).

A regulamentação dos REEE no Brasil ainda se mostra de forma incipiente, entretanto, verifica-se que o país tem evoluído na discussão e implementação de ações que visam o descarte ambientalmente adequado.

## **2.4 Os desafios relacionados a gestão de Resíduos Sólidos no Brasil**

A última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada em 2008 aponta que 99,96% dos municípios no Brasil têm serviços de manejo de Resíduos Sólidos. No entanto, 50,75% desses municípios dispõem seus resíduos em vazadouros a céu aberto (lixões), 22,54% em aterros controlados e 27,68% em aterros sanitários. A pesquisa ainda revela que 3,79% dos municípios têm unidade de compostagem de resíduos orgânicos, 11,56% têm unidade de triagem de resíduos recicláveis e 0,61% têm unidade de tratamento por incineração (IBGE, 2008). O descarte inadequado provoca sérios danos à saúde pública e ao meio ambiente (ABRELPE, 2015) e ainda está associado ao triste cenário socioeconômico de várias famílias excluídas socialmente que para sobreviver retiram materiais dos vazadouros para consumo próprio e/ou reciclagem.

A maioria das Prefeituras Municipais não dispõe de recursos técnicos e financeiros para atuar sob a problemática relacionada à gestão de resíduos sólidos. As possibilidades de cooperação e de parcerias públicas e privadas são muitas vezes ignoradas, o que impede a busca de alternativas para soluções de gestão de resíduos sólidos. Ainda é comum encontrar ações relacionadas a resíduos sólidos sem o devido planejamento técnico e econômico, o que se agrava ainda mais por conta da falta de regulação e controle social no setor (MMA, 2016a).

O país também tem o agravante das atividades ilegais e informais que representam uma grande quantidade de EEE consumidos no país e que não se enquadraria no SLR proposto. Os mercados não oficiais em 2014 foram responsáveis por cerca de 1,5 milhão de computadores, equivalente a quase 15% do total do ano (ABINEE, 2016b).

Existem dificuldades para a implementação do SLR de REEE, sendo: definir a área geográfica em que será operacionalizada; ausência de envolvimento dos consumidores e clientes no processo; encontrar destinos que atendam aos requisitos mínimos de saúde, segurança, meio ambiente e social para encaminhamento dos resíduos e rejeitos; o custo para implementar; a falta de participação do poder público dos municípios; a ausência de um modelo econômico no país; e as cooperativas de catadores e de coleta seletiva que trabalham com baixo nível de profissionalização (INSTITUTO ETHOS, 2012).

Pode-se considerar também como empecilho à implementação do SLR: a ausência de conhecimento e necessidade de conscientização do gerador; a quantidade elevada de empresas informais que recebem doações de REEE, manuseando o material de forma

inadequada expõem os funcionários e o meio ambiente a riscos; ausência de fiscalização, o que permite a atuação dos informais; e processos de alto custo devido à necessidade de cumprimento de normas e a ausência de tecnologia para tratamento do resíduo (KOBAL *et al.*, 2013).

O gerenciamento brasileiro de REEE carece de uma base de dados que possua informações relevantes que permitam avaliar e tomar decisões sobre a geração deste tipo de resíduo. A coleta de dados normalmente enfrenta obstáculos, seja em escalas regionais, locais ou organizacionais (DE SOUZA *et al.*, 2015).

O Brasil é um país de extensão continental e possui particularidades logísticas o que enseja em custo associado à operacionalização do SLR, representando assim grande desafio. Qualquer sistema que for estabelecido trará dispêndios que poderão ser tratados como custos sob o ponto de vista estritamente econômico ou poderão ser tratados como investimento necessário para a sustentabilidade do meio ambiente. Pode-se considerar que este aumento de custo não necessariamente representa um aumento, mas sim a antecipação dos custos futuros para remediar o impacto negativo junto ao meio ambiente provocado pelo descarte inadequado dos resíduos (ABDI, 2012).

A falta de gestão de resíduos em municípios de baixa ou média renda custa para a sociedade e para a economia cerca de 5 a 10 vezes mais do que uma boa gestão dos resíduos sólidos custaria per capita. Além disso, é extremamente mais barato gerir os resíduos de uma forma ambientalmente correta do que trabalhar para corrigir os erros da falta de gestão de resíduos (UNEA, 2016).

## **2.5 Considerações finais**

Este capítulo apresentou aspectos gerais da gestão do REEE no mundo e também no Brasil. Também foi abordado o histórico da política ambiental e gestão de resíduos sólidos desde o ano de 1920 quando se deu o início da legislação ambiental no país. Finalizando o capítulo, apresentou-se alguns dos principais desafios que o país enfrenta para gerir este tipo de resíduo.

A aprovação da PNRS representou um avanço para o Brasil em relação à preocupação com os resíduos sólidos, onde houve o reconhecimento da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida do produto e o destaque da logística reversa para o tratamento dos produtos pós-consumo. O Brasil enfrenta dificuldades com relação ao alto percentual de municípios que dispõem seus resíduos em vazadouros a céu aberto,

há falta de recursos técnicos e financeiros, bem como ausência de conhecimento e conscientização dos consumidores. Em função da ampla utilização de EEE nos mais variados setores, percebeu-se que não só no Brasil, mas em todo o mundo, há uma escalada crescente na quantidade de REEE gerado, o que reforça a preocupação com a gestão deste tipo de resíduo.

### **3 CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO REEE**

O Capítulo anterior apresentou aspectos gerais da gestão de resíduos sólidos, tanto no Brasil quanto no mundo. As pesquisas indicam que os números em relação à geração de REEE tende a aumentar ao longo dos próximos anos. É necessário estar preparado para lidar com este fato, caso contrário, pode-se enfrentar diversos problemas sociais e ambientais.

O REEE é uma importante fonte de recursos de matéria-prima, com muitos materiais valiosos sob o ponto de vista técnico e financeiro. Para o aproveitamento deste tipo de resíduo, é necessário que se conheça as características, a composição e também o ciclo de vida. Também deve ser dada uma atenção especial aos compostos perigosos do REEE. Por fim, neste capítulo, são apresentadas as considerações finais.

#### **3.1 Características dos REEE**

Entende-se por resíduo qualquer objeto que o detentor se desfaz ou tem a obrigação de se desfazer por força de disposições nacionais (EUROPEAN PARLIAMENT, 1975).

São considerados resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos ou REEE, os equipamentos elétricos ou eletrônicos que constituem resíduos, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte do produto no momento em que ele é descartado (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003).

É denominado lixo eletrônico todos os aparelhos elétricos e eletrônicos inutilizados pelos seus proprietários. E-resíduos é um termo que compreende vários tipos de aparelhos elétricos e eletrônicos que tenham deixado de ter valor aos seus proprietários, como freezer, ar condicionado, telefone celular, aparelho de som, televisores, computadores entre outros (PUCKETT *et al.*, 2002). No Quadro 3.1, é possível verificar algumas definições sobre REEE.

São caracterizados como equipamentos elétricos e eletrônicos, também chamados de EEE, os equipamentos que para o funcionamento dependem de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos, pertencentes às categorias definidas no Quadro 3.2 e concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior a 1000 Volts para corrente alternada e 1500 Volts para corrente contínua (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003).

**Quadro 3.1:** Visão geral das definições seleccionadas de REEE ou resíduos eletrônicos.

Referência	Definição
EU WEEE Directive (EU, 2002a)	"Equipamentos elétricos ou eletrônicos que sejam resíduos... incluindo todos os componentes, subconjuntos e consumíveis, que fazem parte do produto no momento do descarte." Diretiva 75/442 / CEE, a alínea a) do artigo 1º define "resíduo" como "qualquer substância ou objeto que o detentor disponha ou deva dispor nos termos das disposições da legislação nacional em vigor".
Basel Action Network (Puckett and Smith, 2002)	"E-waste engloba uma ampla e crescente gama de dispositivos eletrônicos que vão desde grandes dispositivos domésticos como refrigeradores, aparelhos de ar condicionado, telefones celulares, estéreos pessoais e eletrônicos de consumo para computadores que foram descartados por seus usuários."
OECD (2001)	"Qualquer aparelho que utilize uma fonte de energia elétrica que tenha atingido seu fim de vida."
SINHA (2004)	"Um aparelho eletricamente alimentado que já não satisfaz o proprietário atual para seu propósito original."
StEP (2005)	Resíduo eletrônico refere-se "... a cadeia de abastecimento reversa que recolhe produtos já não desejados por um determinado consumidor e renova para outros consumidores, recicla ou processa outros resíduos".

Fonte: (WIDMER *et al.*, 2005).

**Quadro 3.2:** As 10 diferentes categorias de resíduos eletrônicos com base na diretiva europeia 2002/95/EC e 2012/19/EU.

Categoria do Resíduo Eletrônico		Equipamentos
1	Grandes eletrodomésticos	Ar condicionado, máquina de lavar louça, geladeira, máquinas de lavar, forno de micro-ondas e fogão de indução, etc.
2	Pequenos eletrodomésticos	Tocadores de CD e DVD, consoles de videogame, despertador, televisão, moedor, espremedor, misturador, chaleiras elétricas e chaminés elétricas.
3	Equipamentos informáticos e de telecomunicações	Hubs, Switches, modems, telefones celulares, telefones fixos, aparelhos de fax e aparelhos via satélite.
4	Equipamentos de consumo	Receptores de rádio, aparelhos de televisão, leitores de MP3, gravadores de vídeo, leitores de DVD, câmaras digitais, câmaras de vídeo, computadores pessoais.
5	Equipamentos de iluminação	Lâmpada incandescente, lâmpada halogéneo, néon, LED e lâmpadas fluorescentes compactas.
6	Ferramentas eléctricas e eletrônicas	Tubos de vácuo, transistores, diodos, circuitos integrados, fios, motores, geradores, baterias, interruptores, relés, transformadores e resistências.
7	Brinquedos e equipamento de desporto e lazer	Brinquedos a bateria como carros, trens, ônibus e aviões, etc.
8	Aparelhos médicos	Termómetro médico e instrumentos de engenharia biomédica
9	Instrumentos de monitoramento e controle	Relés, termostatos e micro controladores.
10	Distribuidores automáticos	Dispensador automático de sabão, distribuidor automático de água, dispensador automático de pulverização, etc.

Fonte: (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003, 2012).

### 3.2 Composição do REEE

A composição dos REEE difere muito entre as linhas de produtos, conforme demonstra Tabela 3. Examinando minuciosamente, verifica-se que cerca de 1000 compostos estão

presentes na fabricação de componentes elétricos e eletrônicos. Entre os elementos tóxicos presentes em produtos elétricos e eletrônicos estão o chumbo, lítio, arsênio, antimônio, mercúrio, cádmio, selênio, cromo hexavalente, os retardadores de chama, dentre outros. Todos estes são classificados como resíduos perigosos. Sob outra perspectiva, equipamentos elétricos e eletrônicos também contêm materiais valiosos, como, por exemplo, as placas de circuito impresso que contêm metais preciosos, como ouro, prata, platina e paládio. Desta forma, todos esses aspectos exigem uma abordagem organizada e científica na coleta, desmantelamento, reciclagem, valorização e eliminação de REEE (TOXICS LINK, 2012).

**Tabela 3.1:** Porcentagem (%) de diferentes materiais por categorias.

	<i>Lamps</i>	LHA	SHA	IT	CE	EE
Metal Ferroso	0	43	29	22	27	58
Alumínio	14	14	9,3	14,2	4,68	11
Cobre	0,22	12	17	7	1,2	15
Chumbo	0	1,6	0,57	6,3	0,02	0
Cádmio	0	0,0014	0,0068	0,0094	0	0
Mercúrio	0,02	0,000038	0,000018	0,0022	0	0
Ouro	0	0,00000067	0,00000061	0,0016	0,001	0
Prata	0	0,0000077	0,000007	0,0189	0,002	0
Paládio	0	0,0000003	0,00000024	0,0003	0	0
Índio	0,0005	0	0	0,0016	0	0
Plásticos Bromados	3,7	0,29	0,75	0	0	0
Plásticos	0	19	37	23	36,33	10
Vidro	77	0,017	0,16	25	12,99	0
Outros	5	10	6,9	3,1	17,497	6

*Lamps* – Lâmpadas: diversos tipos / LHA – Grandes Eletrodomésticos: geladeira, máquina de lavar, etc. / SHA – Pequenos Eletrodomésticos: torradeira, liquidificador, etc. / IT – Tecnologia da Informação e Telecomunicações: computadores, telefone celular, etc. / CE – Equipamentos de Consumo: televisão, rádio, etc. / EE – Ferramentas Elétricas e Eletrônicas: furadeira, serra, etc.

Fonte: (MÜLLER; WIDMER, 2010).

O Quadro 3.3 apresenta a classificação detalhada dos compostos perigosos de lixo eletrônico categorizando em quatro tipos diferentes sendo: compostos halogenados, metais pesados, substâncias radioativas e outras substâncias. A exposição ao lixo eletroeletrônico traz consequências para a saúde humana, sendo prejudicial principalmente à função da tireoide, saúde reprodutiva, função pulmonar, crescimento e mudanças no funcionamento celular. Os retardadores de chama presentes na parte de plástico de lixo eletrônico têm efeitos adversos sobre o sistema nervoso e interferem na fertilidade. Componentes que contêm chumbo, encontrados principalmente no tubo de raios catódicos (CRT) das televisões antigas, baterias de chumbo-ácido, revestimento de

cabos e solda da placa de circuito impresso são responsáveis por sintomas como vômitos, diarreia, convulsões, coma ou mesmo morte. A exposição ao cádmio pode causar toxicidade aguda e crônica e provoca sintomas semelhantes aos da gripe (GRANT *et al.*, 2013).

**Quadro 3.3:** Componentes perigosos dos REEEs.

<b>Substância</b>	<b>Ocorrência em REEE</b>
<b>Compostos Halogenados:</b>	
PCB (bifenilos policlorados)	Condensadores, Transformadores
TBBA (tetrabromo-bisfenol-A)	Retardantes de incêndio para materiais plásticos (componentes termoplásticos, isolamento de cabos)
PBB (bifenilos polibromados)	TBBA é atualmente o retardador de chama mais amplamente utilizado em placas de circuito impresso e revestimentos.
PBDE (éteres difenólicos polibromados)	
Clorofluorocarboneto (CFC)	Unidade de refrigeração, Espuma de isolamento
PVC (cloreto de polivinilo)	Isolamento do cabo
<b>Metais Pesados e Outros Metais:</b>	
Arsênico	Pequenas quantidades sob a forma de arsenieto de gálio em diodos emissores de luz
Bário	Revestimento no CRT
Berílio	Caixas de alimentação que contém retificadores controlados por silício e lentes de raios-x
Cádmio	Baterias NiCd recarregáveis, camada fluorescente (telas CRT), tintas e toners para impressoras, máquinas fotocopadoras (tambores de impressora)
Cromo VI	Fitas de dados, disquetes
Chumbo	Telas CRT, baterias, placas de circuito impresso
Lítio	Baterias de lítio
Mercúrio	Lâmpadas fluorescentes que fornecem retro iluminação em LCDs, em algumas baterias alcalinas e em comutadores com mercúrio
Níquel	Baterias NiCd recarregáveis ou baterias NiMH, canhão de elétrons em CRT
Elementos de terra rara (ítrio, europio)	Camada fluorescente (tela de CRT)
Selênio	Máquinas fotocopadoras mais antigas (tambores fotográficos)
Sulfureto de zinco	Interior de telas CRT, misturado com metais de terras raras
<b>Outros:</b>	
Poeira de toner	Cartuchos de toner para impressoras / copadoras a laser
<b>Substâncias Radioativas:</b>	
Americío	Equipamentos médicos, detectores de incêndio, elemento sensível ativo em detectores de fumaça

Fonte: (GARLAPATI, 2016).

Os REEEs contêm tipos diversos de plásticos que podem ser utilizados na produção de plásticos com alto valor agregado e também possui metais que podem ser recuperados

como, por exemplo, aço, aço inoxidável, latão, alumínio, zinco, metais preciosos como ouro e prata, metais do grupo da platina como paládio, ródio, irídio, ósmio, rutênio, platina e metais de terras raras como samário, európio, gadolínio, ítrio, disprósio que atualmente são difíceis de reciclar (MENAD *et al.*, 2011).

Os REEEs possuem diversos tipos de materiais em sua composição e estes materiais são normalmente dispostos em camadas e subcomponentes, sendo afixados por solda ou cola. Determinados equipamentos chegam a receber banho de substância química específica visando à proteção contra corrosão, retardo de chamas ou qualquer outra finalidade. Os materiais podem estar em concentrações microscópicas ou em grande escala, onde a extração de cada um vai exigir um procedimento diferenciado. Assim sendo, o processamento e a reciclagem possuem complexidade, custo e impactos muito maiores do que outros tipos de resíduos, como por exemplo latas, garrafas e outros (ABDI, 2012).

A reciclagem dos REEE é útil, mesmo com a redução progressiva da quantidade de metais preciosos na sua composição. Desta forma, as técnicas de reciclagem convencionais com foco na recuperação de metais preciosos estão encontrando dificuldades relacionadas à recompensa econômica. Por outro lado, os metais ferrosos, metais preciosos ferromagnéticos e não metálicos obtidos através de separação mecânica, são totalmente valorizados tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista técnico (MENAD *et al.*, 2013).

Devido ao aumento da demanda, a existência de quotas de extração, a escassez de oferta e ao número limitado de fornecedores, estima-se o aumento dos preços destes metais em torno de 15% ao ano (MENAD *et al.*, 2016).

### **3.3 Ciclo de Vida dos REEEs**

Considera-se REEE quando um produto se torna inútil, via de regra, seja por impossibilidade de reparo, condições de reutilização ou atualização, chegando assim ao fim de sua vida. Com o avanço da tecnologia e o surgimento de novos produtos, acelerou-se o processo de descarte de EEE, tornando um ponto de preocupação do ponto de vista ambiental.

Na década de 1990, devido a uma série de impactos ambientais que envolveram interesses internacionais, a Organização Internacional de Padronização *International Organization for Standardisation* (ISO) criou um comitê técnico para elaboração de um

conjunto de normas sobre gestão ambiental, o TC-207 de março de 1993. O comitê, composto por diversos organismos, entre eles a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elaborou as cinco primeiras da série ISO 14000 (XAVIER e CARVALHO, 2014).

A partir de 1997, foram aprovadas quatro normas relativas à Gestão Ambiental - Análise do Ciclo de Vida (ACV), sendo: ISO 14040 – ACV Princípios e Estrutura; ISO 14041 – ACV Objetivo e Definição do Escopo e Análise de Inventário; ISO 14042 – ACV Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida; e ISO 14043 – ACV Interpretação do Ciclo de Vida (PRYSHLAKIVSKY e SEARCY, 2013).

A ACV tem como objetivo avaliar os impactos ambientais associados ao produto, processo ou atividade. As empresas já possuem a consciência de que questões ambientais associadas aos seus produtos são fatores de sucesso para aceitação do produto pelo mercado. Desta forma, fatores se tornaram mais relevantes para as empresas, como o desenho do produto, tipo e quantidade de matéria prima empregada na fabricação, orientação para consumo e descarte, além da preocupação do fabricante com o que será feito com o produto quando se tornar inútil (XAVIER e CARVALHO, 2014).

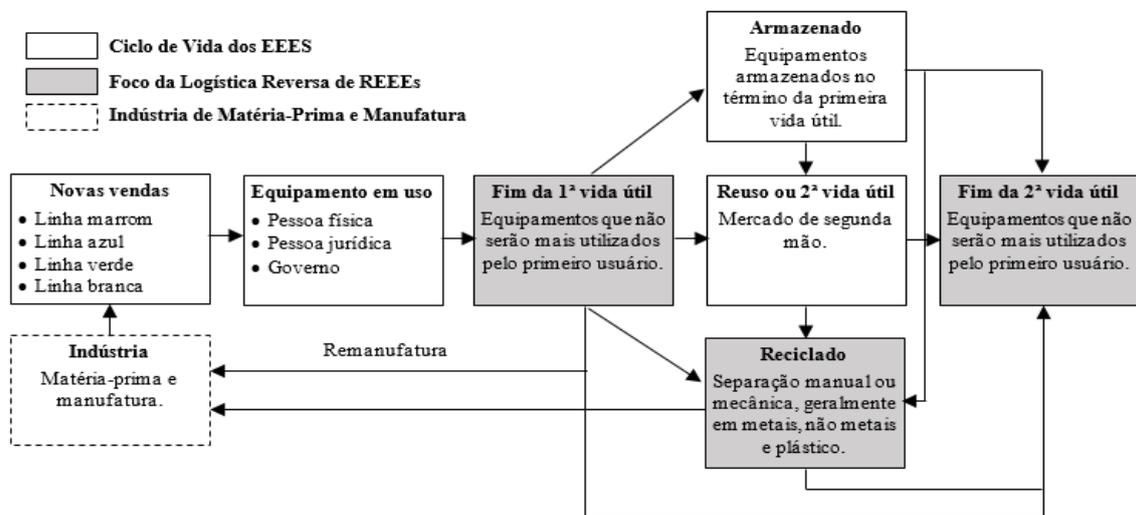
Basicamente, o ciclo de vida de um EEE compreende as fases de desenvolvimento (planejamento do produto e projeto do produto e processos), produção (planejamento da produção, fabricação e montagem), uso e serviço (utilização, manutenção e serviços), e descarte (desmontagem, reciclagem, manufatura e disposição final) (MARTILHO; PENTEADO; TONSO, 2012). A logística reversa entra fechando este ciclo, pois atua com o objetivo de direcionar o REEE à reciclagem, de onde serão extraídas as matérias-primas que foram possíveis de serem recicladas e os rejeitos terão a destinação ambientalmente correta. Cabe esclarecer que a logística reversa só tem início quando o EEE é descartado, estando ele em condições de uso ou não, sendo reutilizado ou não (ABDI, 2012).

É importante partir do princípio de que EEE possuem diversos componentes e materiais que carecem de uma desmontagem mais detalhada, caso se opte pela obtenção de materiais preciosos e uma separação mais eficiente de substâncias perigosas. Desta forma, a gestão de REEE dependem diretamente dos tipos de materiais produzidos. Existem resíduos de fácil reinserção no mercado, como os metais que podem ser

recicladamente e apresentam ganho em relação a impactos ambientais de extração da matéria prima. No entanto, encontra-se determinadas limitações na reciclagem de matérias no tocante à qualidade (BESEN *et. al.*, 2016).

Materiais contaminados com outras substâncias ou misturados a outros materiais que depreciam seu valor econômico representam o que é chamado de “*downcycling*”, ou seja, é a perda da qualidade dos materiais nos processos de reciclagem, segundo Besen *et al.* (2016). Desta forma, sabendo-se que os REEEs são compostos por diversos tipos de materiais, sendo alguns deles com concentração microscópica, a extração destes materiais exige um procedimento diferenciado para cada etapa de extração, apresentando um nível de complexidade no processo de reciclagem, além de custo e impacto muito maiores do que o processo de reciclagem de latas de alumínio e garrafas de vidro, por exemplo (ABDI, 2012).

Antes de um EEE passar por um processo de reciclagem, pode-se considerar a possibilidade de uma segunda vida útil dele. A indústria de produtos eletroeletrônicos possui altas taxas de lançamentos de novos produtos com novas tecnologias, encurtando assim a vida útil do seu produto. Muitas vezes o consumidor adquire um novo EEE mesmo que o antigo equipamento ainda esteja funcionando. Este comportamento do consumidor alimenta o mercado de produtos de segunda mão. São produtos ainda em funcionamento que são vendidos informalmente ou até mesmo doados para que possa ser reaproveitado por outra pessoa. É possível que um equipamento tenha terceira, quarta e até quinta vida útil. A Figura 3.1 apresenta o ciclo de vida dos EEEs (ABDI, 2012).



**Figura 3.1:** Ciclo de vida dos EEEs.  
Fonte: (ABDI, 2012).

O período em que um EEE começa a ser utilizado até o ponto em que se torna obsoleto ou inútil do ponto de vista técnico ou funcional é chamado de período de vida, variando de acordo com a marca, nível de utilização ou desgaste a que é submetido (BABBITT *et al.*, 2009). Este período de vida afeta sensivelmente a geração de REEE e, por isto, assumir um período de vida constante para um EEE não é adequado, portanto se faz necessário entender a dinâmica de uso destes equipamentos (BABBITT *et al.*, 2009). No Quadro 3.4, pode-se verificar o tempo de vida útil estimado para algumas categorias de equipamentos.

**Quadro 3.4:** Categorias dos EEEs e período de vida útil.

<b>Categoria dos EEE's</b>	<b>EEE</b>	<b>Vida Útil</b>
Grandes Eletrodomésticos (Categoria 1)	Geladeira, ar condicionado, máquina de lavar, secadora de roupas, lava-louças, fogão, forno elétrico/a gás, <i>freezer</i>	Vida útil: entre 8 e 12 anos
Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2)	Ferro de passar roupas, <i>mixer</i> , batedeira, micro-ondas, secador de cabelo, liquidificador, ventilador, aspirador de pó, torradeira	Vida útil: entre 5 e 10 anos
Equipamentos de Informática e Telecomunicações (Categoria 3)	Computador <i>desktop</i> /torre, monitor de tubo, monitor de LCD/LED, <i>laptop/notebook</i> , telefone celular, telefone fixo, impressora, <i>scanner</i> /digitalizador, aparelho de fax, teclado, <i>mouse</i> , <i>modem</i> , roteador, <i>hub</i>	Vida útil: entre 3 e 8 anos
Equipamentos de Consumo (Categoria 4)	Televisão de tubo, televisão de LCD/LED, rádio, aparelho de som, <i>home theater</i> , aparelho de DVD, aparelho de <i>blu-ray</i> , vídeo cassete, tocador de MP3 e câmera fotográfica	Vida útil: entre 5 e 10 anos

Fonte: Adaptado de EUROPEAN PARLIAMENT, 2003, 2012.

### 3.4 Considerações finais

A expansão da utilização e as inovações tecnológicas estão diretamente associadas ao aumento do descarte dos EEEs. Cada tipo de equipamento possui um ciclo de vida e quando se torna inútil passa a se tornar um resíduo. Este resíduo possui uma composição específica de materiais, onde muitos deles possuem alta toxicidade e se tornam um perigo caso não sejam tratados e destinados corretamente.

Neste Capítulo, apresentou-se as principais definições para REEE e as diferentes categorias de REEE com os respectivos itens que compõem cada categoria. Em seguida, abordou-se a composição dos REEE, explicitando os percentuais de materiais encontrados em cada categoria. De posse destas informações, para gerir REEE, é necessário suporte técnico capacitado, desde a atuação na coleta, desmantelamento, reciclagem, valorização, até a eliminação. Ao analisar o ciclo de vida dos REEE, foi possível identificar diversos fatores que influenciam neste ciclo, desde a conscientização pelo reuso até o consumismo desenfreado por tecnologias.

## **4 SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE REEE**

Um dos objetivos da PNRS é aplicar o conceito de responsabilidade compartilhada ao ciclo de vida do produto, visando ao mínimo o volume de resíduos sólidos e rejeitos, conseqüentemente reduzindo os impactos negativos causados a saúde e ao meio ambiente. No entanto, por mais que se busque altos índices de recuperação e de reciclagem de materiais, sempre haverá uma quantidade de rejeito que deve ter a destinação correta.

Desta forma, apresenta-se neste Capítulo a relação da PNRS com o sistema de logística reversa, abordando em seguida a coleta, o tratamento e a destinação de REEE provenientes de processos de produção, importação, comercialização e/ou distribuição. Por fim, as considerações finais são apresentadas.

### **4.1 Sistema de Logística Reversa para REEE**

A PNRS foi aprovada no ano de 2010 após 21 anos de tramitação. Segundo Besen *et al.* (2016), a priorização do tema resíduos sólidos urbanos foi instituído a partir de um projeto de lei do senado do ano de 1989.

Um dos temas de destaque, o modelo de pós-consumo previsto pela PNRS a ser implementada, define as atribuições de fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores e serviço público de manejo de resíduos. Outra questão fundamental da PNRS é o estabelecimento de metas com o objetivo de extinguir os vazadouros a céu aberto por meio de instrumentos junto às diversas esferas de governo e iniciativa privada (BESEN *et al.*, 2016).

A definição de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos na PNRS visa minimizar o volume de resíduos sólidos e de rejeitos, além da redução dos impactos causados a saúde humana e à qualidade ambiental provenientes do ciclo de vida dos produtos, estabelecendo um conjunto de atribuições de forma individual e encadeada junto aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos (BRASIL, 2010).

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, de acordo com a PNRS, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa que permitam o retorno de

produtos após o uso pelos consumidores, sendo de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A PNRS define logística reversa como sendo um conjunto de ações, procedimentos e meios objetivando a viabilização da coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para que seja realizado o reaproveitamento em algum ciclo produtivo ou que seja dada uma destinação ambientalmente correta (BRASIL, 2010; IPEA, 2012b). Desta forma, a logística reversa se torna um instrumento de desenvolvimento econômico e social.

O aumento do descarte de produtos ao longo dos anos, fez aumentar o volume de resíduos que podem ser reciclados e a responsabilidade das empresas para investir em logística reversa, representando assim um desafio para o poder público que é o responsável pela implementação e pela operação da coleta diferenciada, fazendo-se necessária para viabilizar o processo de reciclagem (GUABIROBA, 2013).

Um sistema de logística reversa, segundo Xavier e Carvalho (2014), deve dispor de canais para que a população possa realizar a devolução dos resíduos, obviamente seguindo a legislação vigente e as boas práticas ambientais. Deve-se considerar o comportamento da população local para estabelecer os pontos de coleta ou entrega voluntária. Os canais de devolução de resíduos podem ser ativos, como por exemplo: população entrega os resíduos em uma unidade municipal, a população entrega os resíduos em um ponto de coleta determinado ou entregam em um estabelecimento comercial. Também existem os canais passivos para devolução, como por exemplo: coleta porta a porta, serviço de retirada em domicílio (gratuito ou pago) ou retirado por terceiros sob responsabilidade dos produtores (XAVIER e CARVALHO, 2014).

Segundo Migliano e Demajorovic (2013), a essência da lei e a expectativa do Governo brasileiro é que os acordos setoriais contemplem todos os atores no regime de responsabilidade compartilhada. Eles afirmam que apesar do avanço que a lei representa, ainda existem alguns desafios a serem superados para que se torne realidade.

De acordo com Mota *et al.* (2015), embora sejam muitos os dificultadores de implementação de um sistema de logística reversa em consonância com a PNRS, também são muitas as oportunidades a partir de tal implantação. Um sistema bem sucedido traz vantagens econômicas, ambientais e sociais. Mota *et al.* (2015) citam que uma empresa ao apresentar sua imagem vinculada a ações que exaltem o meio

ambiente, estarão apresentando um diferencial por trazer uma imagem positiva junto ao público consumidor.

#### **4.2 Coleta de REEE**

O aumento da produção e do uso de EEE traz como consequência a elevação dos níveis de descarte desses produtos, seja por conta da impossibilidade do uso ou da obsolescência. Os volumes de descarte chegam a ser preocupantes e carecem de elaboração de processos de gerenciamento e de destinação de modo que não causem danos ao meio ambiente e a saúde da população.

No Brasil, surgem algumas iniciativas sobre o REEE enquanto se aguarda a legislação e implementação que atribua a devida responsabilidade junto a estes resíduos. De acordo com a ADBI (2012), foram criados projetos pela sociedade civil organizada como ONGs, coletivos informais, programas governamentais, trabalhos em Universidades, projetos em parceria entre a indústria e o terceiro setor. Tais projetos são de grande importância uma vez que trazem visibilidade e fazem pressão para atuação da PNRS.

Algumas ONGs no Brasil também participam do SLR de REEE, recebendo doações de consumidores e de empresas públicas e privadas, onde classificam, remodelam e vendem a consumidores finais ou até mesmo doam a instituições de caridade ou escolas carentes (GUARNIERI *et al.*, 2016).

A coleta de REEE se resume basicamente no recebimento, armazenamento temporário e direcionamento do material coletado, podendo ocorrer em pontos fixos ou através de campanhas temporárias de coleta, onde se deve seguir uma série de regras e procedimentos de precaução (ABDI, 2012). O Quadro 4.1 apresenta os atores e suas dificuldades na coleta de REEE no Brasil.

**Quadro 4.1:** Atuação e dificuldades dos atores na coleta de REEE.

Coleta	Atuação e Dificuldades
Varejo	Está em contato direto com o consumidor, assumindo, assim, posição privilegiada. Atuam oferecendo de maneira espontânea e pontual, pontos de recebimento de EEE e afins. A opinião pública em relação à preocupação com o meio ambiente tem como consequência a iniciativa de recebimento até por empresas não relacionadas ao mercado de eletroeletrônicos. Enfrentam dificuldades como a possibilidade de potenciais problemas por serem resíduos perigosos e o alto custo das instalações físicas para recebimento e armazenagem. Apesar da associação da marca à ideia de sustentabilidade, não é suficientemente vantajoso em relação ao custo, uma vez que não gera receita direta.
Assistência técnica	Canal com grande potencial para coletar REEE. Realizam a manutenção e conserto de EEE em geral, possuem alta capilaridade e penetração e atuam de forma independente ou associada a fabricantes. Acabam se tornando pontos informais de recebimento de EEE, onde clientes abandonam equipamentos seja pelo alto custo de reparação ou pela inviabilidade de reparo. Enfrentam dificuldades, como a lei que obriga a armazenar por um determinado tempo o produto que foi encaminhado para conserto, custo do espaço físico para armazenagem do REEE, ausência de peças para reparo que poderiam reduzir o descarte dos EEE e a ausência de regulamentação que permita tratar os equipamentos como produtos e não como resíduos.
Poder público	Atuam através de campanha de coleta de REEE (governos estaduais e municipais), geralmente com foco em pilhas e baterias. Com a PNRS, espera-se o aumento no número de municípios que recolham REEE. Enfrentam como dificuldade a falta de clareza e de conhecimento sobre a destinação deste material coletado.
Cooperativa de catadores	Ao coletarem outros tipos de materiais recicláveis, acabam coletando REEE. Normalmente não sabem trabalhar com o REEE corretamente, necessitando assim de capacitação e provimento de equipamentos de proteção aos trabalhadores, principalmente por se tratar de resíduos perigosos. As cooperativas poderiam ajudar na coleta de REEE, utilizando da estrutura para recebimento destes resíduos. Algumas cooperativas coletam, fazem a triagem e até a desmontagem do REEE. Estima-se que existam cerca de 600 mil catadores no país. Enfrentam problemas com a existência de certas cooperativas que exploram a mão de obra barata e não adotam postura de cooperativa, enfraquecendo e perdendo a credibilidade do setor, falta de incentivo do setor público, falta de capacitação e falta de apoio e parceria do setor privado.
Pequenas empresas de reciclagem	Atuam como pontos de recebimento de REEE, onde realizam a triagem, pré-processamento e reaproveitamento de alguns materiais. Enfrentam problemas quanto ao volume de material inservível e sem valor comercial que acaba ficando sob sua responsabilidade.

Fonte: Adaptado (ABDI, 2012).

Segundo Kobal *et al.* (2013), o Brasil necessita melhorar a coleta de REEE para não ter que enfrentar graves problemas ambientais e de saúde da população no futuro. Essa preocupação leva, pela primeira vez, o sistema de logística reversa a ser tratado como lei no país e a figurar como um instrumento para o desenvolvimento econômico e social, uma vez que compõe um conjunto de procedimentos e meios para viabilização da coleta e retorno dos resíduos para reaproveitamento pela cadeia produtiva ou outra destinação ambientalmente correta (KOBAL *et al.*, 2013).

De acordo com ABINEE (2011), o mercado ilegal de EEE é um dos principais desafios para o cumprimento da PNRS no que tange a responsabilidade compartilhada e logística reversa. Não cabe a indústria regular no País arcar com a logística reversa destes produtos. Desta forma, é necessário explicitar o impacto social dos produtos ilegais e conscientizar o consumidor. Defende-se ainda, regime tributário diferenciado para os produtos que tenham facilidade de serem coletados para a reciclagem com o objetivo de aplicação da logística reversa.

Segundo Souza e Cordeiro (2010), um sistema de coleta seletiva eficiente, com confiabilidade, através da elaboração de projetos com boa fundamentação técnica, permite a integração dos esforços entre o governo e a sociedade. No parágrafo único do artigo 35 da Lei 12.305 de 2010, consta que o poder público municipal pode instituir incentivos econômicos aos consumidores que participarem do sistema de coleta seletiva, na forma de lei municipal (BRASIL, 2010). Desta forma, a lei permite que o município utilize de incentivos econômicos para fomentar junto à população a conscientização do descarte ambientalmente correto.

#### **4.3 Tratamento e destinação de REEE**

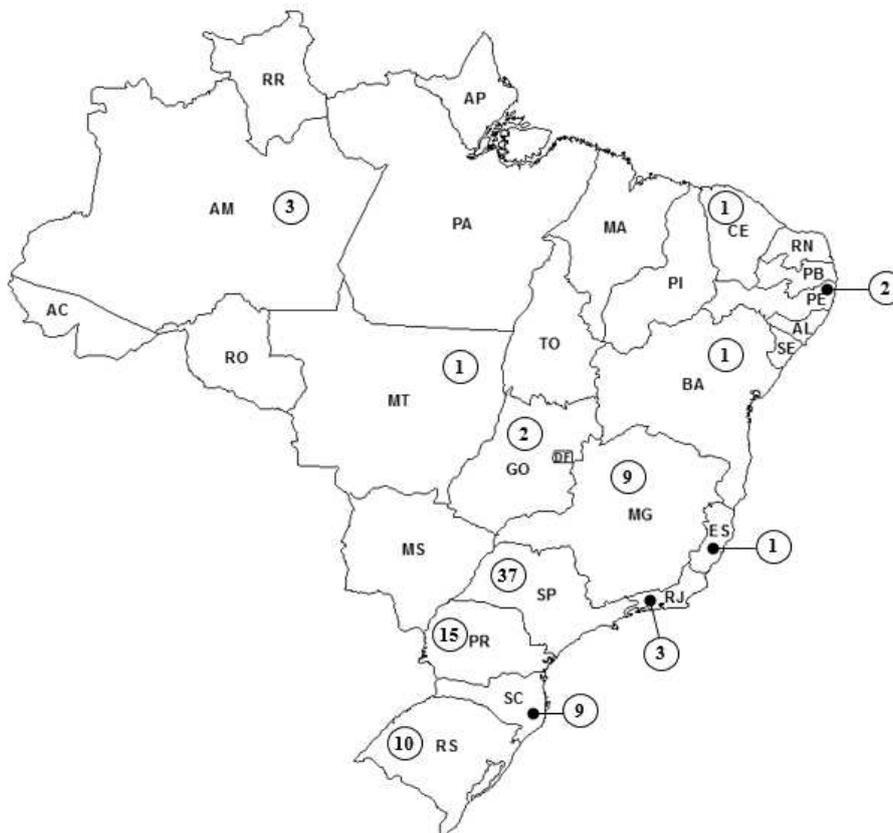
A PNRS através da logística reversa institui mecanismos para o tratamento e disposição adequada dos REEEs, oriundos dos processos de produção, de importação, de comercialização e/ou de distribuição (MIGLIANO e DEMAJOROVIC, 2013).

Segundo Besen *et al.* (2016), a PNRS estabelece uma hierarquia de resíduos, onde, de cima para baixo, apresentam-se em ordem decrescente de preferência as alternativas para gestão de tratamento de resíduos. Primeiramente deve ser evitado a geração de resíduos, depois promover o reuso, em seguida a reciclagem dos materiais e, por último, a recuperação da energia contida nos resíduos. Desta forma, a disposição final em aterro é a última alternativa e só deverá ocorrer quando na impossibilidade de utilização de outras alternativas (BESEN *et al.*, 2016).

Desta forma, estão interessados na PNRS os recicladores ou os responsáveis por operações de tratamento e transformações do REEE com a alteração de suas propriedades, visando a obtenção de insumos ou de novos produtos. No entanto, os resíduos de EEE possuem grande percentual de material misto que em alguns casos inviabiliza tecnicamente a reciclagem (XAVIER e CARVALHO, 2014). Segundo

Schuelp *et al.* (2009), a reciclagem de REEE no Brasil tem como foco frações de materiais com alto valor agregado.

Cada uma das fases de reciclagem do REEE envolve riscos ambientais inerentes a cada caso que requer medidas de prevenção específica. Através da reciclagem de REEE, obtém-se matéria-prima não-virgem que pode ser reinserida no processo produtivo, reduzindo assim a demanda por extração de nova matéria-prima. Os insumos provenientes da reciclagem de REEE nem sempre são utilizados para mesma finalidade (ABDI, 2012). Na Figura 4.1, é possível verificar o número de recicladoras existentes no Brasil.



**Figura 4.1:** Recicladoras existentes no Brasil.  
Fonte: (ABDI, 2012).

Schuelp *et al.* (2009) classifica a cadeia de reciclagem de REEE basicamente em três etapas, sendo: coleta, triagem/desmontagem e pré-processamento (triagem, desmantelamento e tratamento mecânico) e processamento final, onde todas as etapas devem interagir para atingir os objetivos da reciclagem. Schuelp *et al.* (2009) destaca os principais objetivos da reciclagem de REEE: tratar os materiais perigosos de forma ambientalmente adequada, recuperar ao máximo materiais valiosos, proporcionar

negócios ecoeficientes e sustentáveis e considerar o impacto social bem como o contexto do local onde está inserida.

Guabiroba (2013) destaca que é necessário considerar as particularidades locais para tomada de decisões em relação a gestão de resíduos, como a composição, geração, hábitos, cultura da população e inclusão social de catadores. Nos países em desenvolvimento, o desafio se torna ainda maior, uma vez que os recursos escassos devem atender prioritariamente a saúde, educação e segurança da população.

De acordo com Gutberlet (2015), a reciclagem cooperativa é uma forma de mineração urbana organizada que proporciona ganhos para as comunidades, governos, mineiros/recicladores e meio ambiente. Para Gutberlet (2015), os casos mais bem sucedidos são aqueles em que os governos locais se empenharam em incluir os mineiros/recicladores urbanos informais em seus programas de coleta seletiva de resíduos, estabelecendo remuneração por estes serviços. O apoio contínuo e o sucesso dos programas de reciclagem de REEE dependem de políticas públicas que apoiem a economia social e solidária, promovendo abordagens participativas no processo de gestão.

Um estudo realizado pelo IPEA (2012a) sugere que os catadores recebam treinamento para selecionar as peças de REEE que tenham valor agregado, realizando a separação e classificação por tipo de material, podendo encaminhar para diferentes empresas de reciclagem, o que poderia render aos catadores até cem vezes mais do que eles vêm conseguindo com a forma atual de tratamento.

O trabalho realizado pelos catadores deve ser reconhecido, valorizado e também remunerado, pois além do valor obtido através dos processos de triagem e de comercialização dos resíduos, a coleta realizada por eles poupa recursos públicos com a coleta tradicional e gera benefícios ambientais e sociais (IPEA, 2012a).

Uma vez que o setor cooperativo de reciclagem tem se envolvido cada vez mais na co-gestão de REEE, torna-se necessário ampliar os conhecimentos acerca das propriedades intrínsecas dos materiais e os métodos mais eficientes de separação destes elementos a fim de evitar perdas de materiais importantes. Tecnologia e infraestrutura adequadas favorecem o trabalho de reciclagem, aumentando a eficácia e a qualidade do trabalho (GUTBERLET, 2015).

O governo brasileiro preocupa-se com a implementação de redes de logística reversa de REEE, tendo em vista a dificuldade de controlar o retorno dos EEEs aos fabricantes, pois os consumidores têm o hábito de doar ou vender estes equipamentos no mercado secundário. Parte desta dificuldade justifica-se pela ausência de pontos de coleta, falta de conscientização e educação ambiental da população. No que diz respeito a dificuldade de reciclagem do REEE, surgem algumas iniciativas isoladas realizadas por organizações não governamentais e empresas privadas (GUARNIERI *et al.*, 2016).

De acordo com Besen *et al.* (2016), consumidores que não podem pagar por produtos novos demandam por equipamentos usados no mercado de produtos usados. O reuso de EEE tem elevada importância, além da preocupação ambiental. Considera-se o reuso privado como o reaproveitamento do EEE a partir do reparo ou realocação para outras funções, como por exemplo um celular que passa por mais de um membro da família. O reuso com valor comercial visa o EEE que tem valor razoável de revenda que acaba sendo inserido em um mercado informal de equipamentos usados. Já o reuso de natureza social existe através das diversas entidades que dão assistência social e recebem as doações de EEE para encaminhamento a projetos sociais, famílias e comunidades carentes. Todas as formas de reuso ampliam o tempo de vida útil do EEE (ABDI, 2012).

Por mais que seja eficiente na recuperação e reciclagem de materiais, o processamento de REEE sempre gera uma quantidade de rejeito, ou seja, de material inservível. Como geralmente este rejeito possui elementos perigosos, é necessário buscar a destinação ambientalmente correta, minimizando o impacto socioambiental. Por vezes, a opção de destinação destes rejeitos é o encaminhamento a aterros, devendo observar as normas específicas para tal (FRANCO e LANGE, 2011b).

#### **4.4 Considerações finais**

A PNRS aprovada em 2010 estabelece a obrigação de estruturação e implementação de sistemas de logística reversa por parte dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Porém, o que se observa, pós aprovação da lei, é a atuação de iniciativas isoladas que não resolvem o problema, mas geram pressão para atuação da PNRS. No Brasil, ainda são poucas as recicladoras que tratam do REEE.

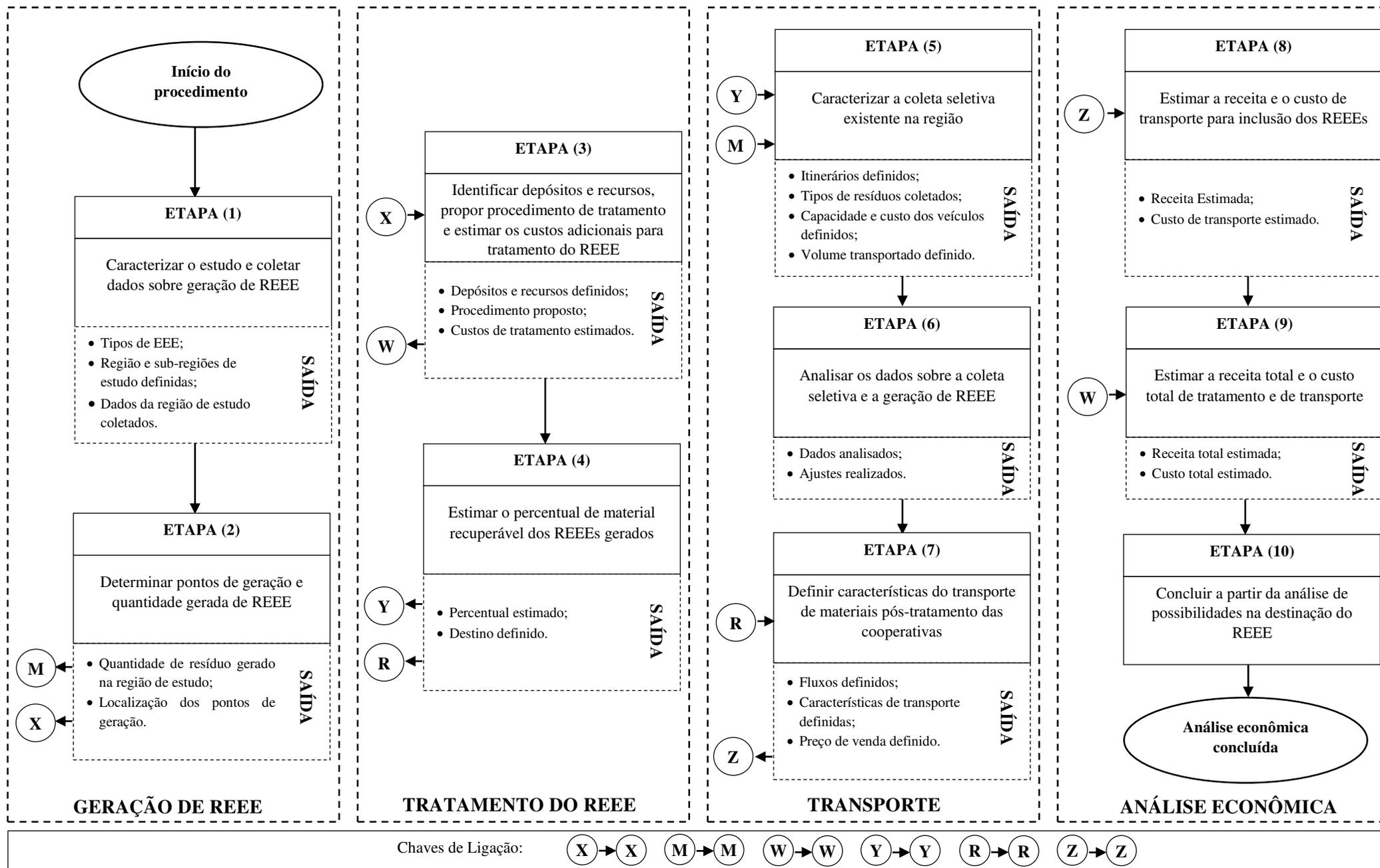
Assim sendo, abordou-se no Capítulo a PNRS e o objetivo da implementação da logística reversa, considerando a responsabilidade compartilhada sob o ciclo de vida do produto. Abordou-se também a coleta, o tratamento e a destinação do REEE, onde se verificou os tipos de coleta com as respectivas atuações e dificuldades. Em seguida, no tratamento e destinação final, apresentou-se a fundamental importância da reciclagem e das cooperativas neste processo de logística reversa. Apesar da reciclagem via cooperativa representar ganhos para todos os envolvidos, os governos ainda não dão o apoio suficiente para que os programas de reciclagem sejam bem sucedidos.

## **5 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE REEE**

No capítulo anterior abordou-se o sistema de logística reversa de REEE presente no modelo de pós-consumo estabelecido pela PNRS, cujo objetivo principal é viabilizar a coleta e o retorno dos resíduos sólidos ao setor empresarial para que seja feita a reutilização destes resíduos em algum ciclo de produção ou então que seja feita uma destinação correta sob o ponto de vista ambiental.

A PNRS estabelece ações e parâmetros para que haja a diminuição de descartes realizados em aterros sanitários. No entanto, não fornece nenhum procedimento para auxiliar os agentes públicos na implementação da gestão de REEE. Desta forma, este Capítulo tem como objetivo propor um procedimento para análise econômica da gestão de resíduos sólidos eletrônicos em regiões que já possuam algum tipo de coleta seletiva.

Este Capítulo apresenta quatro grupos contendo dez Etapas no total que permitem a obtenção de dados para a análise econômica da gestão de resíduos sólidos eletrônicos, conforme Figura 5.1. O primeiro grupo compreende os procedimentos necessários para se estimar a geração de REEE em uma determinada região. O segundo grupo apresenta os procedimentos referentes ao tratamento do REEE gerado. Em seguida, no terceiro grupo, são descritos os procedimentos para o transporte dos resíduos. O quarto e último grupo refere-se à análise econômica para inclusão dos REEEs no sistema de coleta seletiva existente na região do estudo.



**Figura 5.1:** Procedimento para análise econômica da gestão de REEE.

Fonte: Elaboração própria.

## 5.1 Geração de REEE

### 5.1.1 Etapa (1) - Caracterizar o estudo e coletar dados sobre geração de REEE

A Etapa (1) consiste em (1) estabelecer quais tipos de equipamentos eletroeletrônicos serão foco da pesquisa, (2) determinar a região a ser estudada, (3) determinar as sub-regiões que compõem a região de estudo, (4) definir a amostra populacional da região de estudo e (5) coleta de dados (perfil da população, aspectos referentes a consciência e comportamento, quantidade de EEE por domicílio, tempo de uso do EEE, tempo que ainda pretende utilizar o EEE, tempo que o EEE para descarte permanece armazenado sem uso, rastreamento dos produtos e informações gerais) por meio de questionário ou pesquisa documental a fim de determinar a quantidade gerada e a localização dos pontos de geração de REEE na próxima Etapa.

Os (1) tipos de equipamentos eletroeletrônicos a serem considerados no estudo podem ser definidos considerando os equipamentos mais vendidos, os equipamentos que são mais frequentemente encontrados nas residências ou até mesmo utilizar os equipamentos contidos nas dez categorias da Diretiva 2002/96/CE (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003), podendo ficar a critério do pesquisador a seleção dos tipos de equipamentos.

No Brasil, em pesquisa do Censo Demográfico do ano de 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) buscou identificar a existência de bens duráveis nos domicílios particulares, sendo: rádio, televisão, máquina de lavar roupa, geladeira, telefone fixo, telefone celular e microcomputador (IBGE, 2016a).

No questionário para consumidores privados, disponibilizado pelo EMPA em seu manual de resíduos eletroeletrônicos, listou-se os seguintes equipamentos: geladeira, ar condicionado, máquina de lavar, secadora de roupas, lava-louças, fogão, forno elétrico/a gás, freezer, ferro de passar roupas, mixer, batedeira, micro-ondas, secador de cabelo, liquidificador, ventilador, aspirador de pó, torradeira, computador desktop/torre, monitor de tubo, monitor de LCD/LED, *laptop/notebook*, telefone celular, telefone fixo, impressora, *scanner*/digitalizador, aparelho de fax, teclado, mouse, modem, roteador, *hub*, televisão de tubo, televisão de LCD/LED, rádio, aparelho de som, *home theater*, aparelho de DVD, aparelho de *blu-ray*, vídeo cassete, tocador de MP3 e câmera fotográfica (SCHLUEP *et al.*, 2012a).

A (2) determinação da região de estudo também fica a critério do pesquisador, desde que a região possua sistema de coleta seletiva. Após a seleção da região do estudo, será necessário (3) mapeá-la em sub-regiões (podem ser municípios ou bairros). Deve-se determinar ainda a quantidade de domicílios em uma determinada sub-região. Esta pode ser obtida a partir dos dados divulgados pela Prefeitura Municipal.

Em seguida, será necessário obter informações sobre a população residente nesta região. Provavelmente, não será possível coletar dados com todos os residentes, em virtude do grande número de moradores. Logo, será necessário (4) se utilizar de método estatístico, para se chegar a conclusões sobre a população com base em análise de uma amostra.

Sugere-se que o tamanho da amostra da população seja definido por meio da Equação (5.1) apresentada por COCHRAN (1977). Já os dados para determinar a quantidade gerada e a localização dos pontos de geração (5) poderão ser obtidos a partir de dados oficiais divulgados pela administração pública da região. No Brasil, esses dados são divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

$$n = \frac{N.z^2.\hat{p}.(1-\hat{p})}{(N-1).\varepsilon^2 + z^2.\hat{p}.(1-\hat{p})} \quad (5.1)$$

Onde:

$n$  = tamanho da amostra da população;

$N$  = tamanho da população;

$z^2$  = abscissa da distribuição normal padrão para um nível de confiança;

$\hat{p}$  = estimador de  $p$ , em que  $p$  representa a chance do elemento amostral pertencer ou não a amostra;

$\varepsilon$  = erro amostral.

Se os dados forem coletados em campo, deve-se definir (5) um instrumento para a coleta desses dados, dependendo dos objetivos que se pretende com a pesquisa. Neste caso, o instrumento será utilizado para se obter dados referentes a geração de REEE na região objeto de estudo. Os instrumentos mais comuns são: observação, quando se utiliza dos sentidos para a obtenção de dados dentro de uma determinada realidade; entrevista, quando se obtém informações através de um entrevistado; questionário, em que o informante responde por escrito a uma série de perguntas; e formulário, que compreende uma série de questões que são anotadas por um entrevistador estando frente a frente com o entrevistado (SILVA; MENEZES, 2005).

Sugere-se utilizar o modelo de questionário disponível no Anexo C (questionário para consumidores privados – residências) do “*e-Waste Assessment Methodology Training & Reference Manual*” do “*Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) – Switzerland e SOFIES AS - Switzerland*” (SCHLUEP *et al.*, 2012a). Caso seja necessário, o modelo do questionário poderá ser adaptado para se adequar a necessidade do estudo.

Depois da coleta, é necessário tabular os dados. Isto irá facilitar a interpretação e a análise dos dados na próxima Etapa. Para tabular, sugere-se utilizar de métodos computacionais que estejam disponíveis ao pesquisador. A utilização de planilha dinâmica permite a visualização única de todos os aspectos abordados pela pesquisa, facilitando assim a análise e a consolidação dos dados obtidos com a pesquisa.

#### *5.1.2 Etapa (2) - Determinar pontos de geração e o potencial gerador de REEE*

A Etapa (2) consiste na determinação (1) dos setores que serão objeto do estudo sobre a geração de REEE e na determinação (2) da estimativa do potencial gerador de REEE em cada setor da região de estudo em toneladas por mês.

Para determinar (2) a estimativa do potencial gerador de REEE, os seguintes dados obtidos na Etapa (1) serão necessários: peso médio de um determinado equipamento; quantidade de um determinado equipamento; quantidade de domicílios em uma determinada sub-região; tempo médio que os equipamentos são mantidos em uso pelos moradores, tempo médio que os moradores pretendem manter os equipamentos em uso, tempo médio em que os equipamentos são armazenados sem uso; e tempo médio de vida útil de um determinado equipamento de acordo com a literatura.

As dimensões de peso e tempo de vida útil dos EEEs alvos da pesquisa podem ser obtidas através de pesquisa bibliográfica. Além de auxiliar no cálculo da geração de REEE, esses dados serão necessários ainda no estudo do transporte que compreende as Etapas 6 e 7.

Para estimar o potencial gerador de REEE no município, pode-se utilizar de vários métodos, com destaque para os modelos "método de consumo e uso" e o "método de oferta de mercado" (LOHSE apud SCHLUEP *et al.*, 2012). Para ambos os métodos, utiliza-se da variável tempo relacionada ao uso do EEE e se calcula a estimativa do potencial gerador de REEE no município. Neste estudo, sugere-se utilizar o "método de

consumo e uso", onde para cada produto, um peso assumido é multiplicado pelo número total de residências. Ao dividir este valor pelo tempo de vida útil do EEE estimado na Etapa (1), se obtém a estimativa do potencial gerador de REEE anual, conforme Equação (5.2) (BUREAU B&G apud SCHLUEP *et al.*, 2012).

$$G_i = \frac{P_i \cdot E_i \cdot D}{t_i} \quad (5.2)$$

Onde:

$G_i$  = geração de um tipo de REEE em uma determinada sub-região (em toneladas);

$P_i$  = peso médio de um determinado equipamento (em toneladas);

$E_i$  = quantidade média de um determinado equipamento (em unidades);

$D$  = quantidade de domicílios em uma determinada sub-regiões (em unidades); e

$t_i$  = tempo médio de uso de um tipo de equipamento (em meses).

Sugere-se considerar, para a variável tempo médio de uso, a soma do tempo se pretende manter o equipamento em uso (em meses) com tempo que se mantém o equipamento armazenado sem uso (em meses), conforme Equação (5.3).

$$t_i = TPU_i + TA_i \quad (5.3)$$

Onde:

$t_i$  = tempo médio de uso de um tipo de equipamento (em meses);

$TPU_i$  = tempo que ainda pretende manter o equipamento em uso (em meses);

$TA_i$  = tempo que mantém o equipamento armazenado sem uso (em meses);

Em seguida, prosseguirá com o somatório da geração de cada tipo de REEE encontrado nas sub-regiões, e será obtido o valor total que representa o potencial de REEE na região do estudo, de acordo com a Equação (5.4).

$$G_t = \sum G_i \quad (5.4)$$

Onde:

$G_t$  = total de REEE gerado na região de estudo (em toneladas); e

$\sum G_i$  = somatório da geração dos diversos tipos de REEE das sub-regiões (em toneladas).

## 5.2 Tratamento do REEE gerado

### 5.2.1 Etapa (3) – Identificar recursos e custos adicionais para tratamento dos REEEs

A partir da estimativa da quantidade gerada de REEE na região do estudo, nesta Etapa (3), será necessário identificar (1) os depósitos e os recursos disponíveis, (2) propor um processo de tratamento para recuperação de materiais e estimar (3) custos adicionais para tratamento do REEE.

Xavier e Carvalho (2014) apresenta os três estágios básicos para tratamento de REEE: pré-tratamento/desmontagem, beneficiamento e refino físico/químico. O estágio de pré-tratamento/desmontagem consiste na etapa de triagem, onde será feita a separação dos resíduos com a retirada de componentes de fácil remoção, bem como a seleção dos tipos de equipamentos. Já o estágio de beneficiamento envolve processos físicos e metalúrgicos de separação e/ou concentração de materiais. Por fim, o estágio de refino envolve processos físicos, metalúrgicos e eletrometalúrgicos (XAVIER; CARVALHO, 2014).

Para (1) identificar os depósitos para onde vão os resíduos provenientes da coleta seletiva e os recursos disponíveis como mão de obra, equipamentos e instalação física do depósito. O (2) processo de tratamento de REEE deverá considerar apenas o estágio de pré-tratamento/desmontagem.

A identificação dos depósitos para onde são levados os resíduos coletados através da coleta seletiva do município pode ser feito junto a prefeitura. Como este procedimento trata da inclusão da coleta do REEE em um sistema que já realiza a coleta seletiva de outros tipos de resíduos, é necessário conhecer as operações do depósito antes da inclusão do tratamento do REEE. Neste sentido, é necessário conhecer o depósito e os detalhes envolvendo sua operação. Para esta realização, sugere-se coletar dados a partir do questionário disponível no Anexo I. Este questionário contempla uma informação importante para a análise econômica: a localização do depósito na região de estudo.

Com relação à instalação, deve-se verificar se o depósito possui condições de recebimento, acondicionamento e tratamento dos REEE. Para auxiliar esta verificação, pode-se utilizar o *checklist* disponível no Anexo II. O depósito de materiais coletados deverá possuir entrada de carga ampla, com rampas e espaço que permita o deslocamento, de carrinhos de carga e, se necessário, de uma empilhadeira. Os produtos identificados como passíveis de reutilização devem ser armazenados em locais

adequados, sem umidade, poeira e movimentação excessiva. Os produtos que não estão aptos ao reuso devem ser posicionados próximo à área de desmontagem. O armazenamento dos materiais pós-desmontagem para o envio às indústrias de materiais recicláveis deve ser feito de modo a facilitar a organização e o transporte, sempre observando as especificações de armazenamento de cada tipo de material. A área de saída deve possuir as mesmas características da área de entrada (XAVIER; CARVALHO, 2014).

Com relação à mão de obra, será necessário identificar o perfil e a quantidade para atuação no processo de tratamento do REEE. Todos os colaboradores envolvidos no processo devem estar capacitados para trabalhar com este tipo de resíduo, de modo a conseguirem fazer o gerenciamento e a destinação adequada, bem como devem passar por treinamento para fazerem o correto manejo e ter conhecimento dos riscos ocupacionais do trabalho que irão realizar.

Para a realização das atividades, garantindo a segurança dos colaboradores, todos deverão utilizar equipamento de proteção individual (EPI).

Em um depósito, geralmente será efetuada somente a etapa de pré-tratamento/desmontagem. Os equipamentos comuns de serem utilizados nesta etapa do tratamento são: uma bancada coberta por manta antiestética para testes e verificação dos produtos recebidos, onde se faz necessária a disposição de ferramentas com fácil acessibilidade para os técnicos e pontos de energia elétrica (XAVIER e CARVALHO, 2014).

Ainda nesta Etapa (3), é necessário estimar os (3) custos adicionais para tratamento do REEE nos depósitos já existentes. Os principais custos estão relacionados à utilização dos recursos. Para o levantamento desses custos, será necessário: verificar o piso salarial da categoria dos colaboradores e fazer pesquisa de preços no mercado para a aquisição das ferramentas e dos equipamentos. O custo da mão de obra será mensal e o custo da aquisição das ferramentas e dos equipamentos se dará somente no início das atividades. A Tabela 5.1 apresenta uma estrutura de custos iniciais e custos fixos referente ao tratamento dos REEEs em uma unidade de depósito. Caberá custos de aquisição de ferramentas, EPIs e equipamentos se o depósito não dispuser dos mesmos. Se tratando de um depósito já em operação, não haverá custos adicionais com aluguel, água e energia elétrica. Já o custo de mão de obra só ocorrerá se houver a necessidade de contratação de mão de obra adicional.

Custo inicial total é obtido através da Equação (5.5).

$$C_{it} = \sum C_i \quad (5.5)$$

Onde:

$C_i$ = custo total inicial (em reais); e

$\sum C_i$ = somatório dos custos iniciais (em reais).

Já o custo fixo total mensal é obtido através da Equação (5.6).

$$C_{ft} = \sum C_f \quad (5.6)$$

Onde:

$C_{ft}$ = custo fixo total (em reais); e

$\sum C_f$ = custo fixo (em reais).

**Tabela 5.1:** Custos iniciais e custos fixos do tratamento dos REEEs.

Tipo de custo	Unidade	Item de custo
Inicial	R\$/unidade	Ferramentas
Inicial	R\$/unidade	EPI
Inicial	R\$/unidade	Equipamentos
Fixo	R\$/unidade	Aluguel do Local
Fixo	R\$/unidade	Salário
Fixo	R\$/unidade	Água
Fixo	R\$/unidade	Energia Elétrica

Fonte: Elaboração própria.

### 5.2.2 Etapa (4) - Estimar o percentual de material recuperável dos REEEs gerados

A rentabilidade da reciclagem de REEE está associada à recuperação dos materiais incorporados aos produtos. No geral, os produtos não são homogêneos e apenas alguns possuem materiais valiosos. Com a evolução tecnológica, o *mix* de materiais que compõe um produto pode variar. Um dos mais importantes desafios de sustentabilidade consiste na reutilização de materiais que compõem o REEE, objetivando a produção de novos produtos com matérias-primas secundárias (CUCCHIELLA *et al.*, 2015).

Neste sentido, a Etapa (4) tem o objetivo de: (1) estimar a quantidade de cada tipo de material, dos principais EEEs, que será possível recuperar, evitando assim a perda com a disposição em aterro sanitário, conforme Equação (5.7) e Equação (5.8). Alguns dos materiais que podem ser recuperados são plásticos, vidros e metais. Destaca-se ainda outro objetivo da Etapa (4): (2) determinar a localização de plantas de reciclagem em

operação que podem receber e processar os materiais recuperados a partir dos EEEs. Por meio de pesquisa de campo, é possível determinar essa localização. Cabe ressaltar que a referida planta de reciclagem não precisa necessariamente estar localizada na região de estudo.

$$Q_{xi} = G_i \cdot X_i \quad (5.7)$$

Onde:

$Q_{xi}$  = quantidade total de um determinado material (em toneladas);

$G_i$  = geração de REEE em uma determinada região, município, bairros ou sub-regiões (em toneladas);

$X_i$  = percentual de material encontrado em um determinado equipamento ou categoria de equipamentos (%).

$$Q_{xt} = \sum Q_{xi} \quad (5.8)$$

Onde:

$Q_{xt}$  = quantidade total de um determinado material (em quilogramas); e

$\sum Q_{xi}$  = somatórios da quantidade total de um determinado material de um determinado equipamento (em quilogramas).

A Tabela 5.2 apresenta o percentual de cada tipo de material que pode ser obtido em cada categoria de EEE: grandes eletrodomésticos (categoria 1), pequenos eletrodomésticos (categoria 2), Equipamentos de Informática e Telecomunicações (categoria 3) e Equipamentos de Consumo (categoria 4).

**Tabela 5.2:** Percentual (%) dos diferentes tipos de materiais encontrados nas categorias de EEE.

<b>Materiais</b>	<b>Grandes Eletrodomésticos (categoria 1)</b>	<b>Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2)</b>	<b>Equipamentos de Informática e Telecomunicações (categoria 3)</b>	<b>Equipamentos de Consumo (categoria 4)</b>
Metal Ferroso	43	29	21,5	27,26
Alumínio	14	9,3	14,2	4,68
Cobre	12	17	7	1,2
Chumbo	1,6	0,57	6,3	0,02
Cádmio	0,0014	0,0068	0,0094	0
Mercurio	0,000038	0,000018	0,0022	0
Ouro	0,00000067	0,00000061	0,0016	0,001
Prata	0,0000077	0,000007	0,0189	0,002
Paládio	0,0000003	0,00000024	0,0003	0
Índio	0	0	0,0016	0
Plásticos Bromados	0,29	0,75	0	0
Plásticos	19	37	23	36,33
Vidro	0,017	0,16	25	12,99
Outros	10	6,9	3,1	17,497

Fonte: (MÜLLER; WIDMER, 2010).

### **5.3 Transporte**

#### *5.3.1 Etapa (5) – Caracterizar a coleta seletiva existente na região de estudo*

A criação de um novo sistema que trabalhe exclusivamente a coleta de REEE porta a porta poderá ensejar em crítica referente ao aumento de custo e despesas para a administração pública. Desta forma, o foco será o incremento da coleta de REEE no modelo atual de coleta seletiva, aproveitando a estrutura já existente, seja ela coleta porta a porta e/ou coleta em pontos específicos e/ou entrega pelos residentes na planta de tratamento, permitindo assim a logística reversa desses resíduos para tratamento.

Neste sentido, a Etapa (5) visa caracterizar a coleta seletiva existente na região de abrangência do estudo. Será necessário identificar: (1) o itinerário da coleta seletiva de resíduos existente na região, contendo os bairros, os horários da coleta e se abrange pessoas físicas e jurídicas; (2) os tipos de resíduos coletados seletivamente na região de estudo; (3) quantos e quais os tipos de veículos utilizados para realizar a coleta seletiva e a capacidade de transporte; (4) os volumes transportados por unidade de tempo e (5) os custos fixos e variáveis dos veículos de coleta, caso seja necessário incluir veículo adicional para a coleta dos REEEs. Sugere-se utilizar para este último caso e para todo o procedimento, a estrutura de custo descrita a partir da Tabela 5.3, caso não seja possível

utilizar o veículo do sistema de coleta seletiva existente, ou seja, caso seja necessário utilizar um veículo exclusivo para a coleta de REEE.

**Tabela 5.3:** Custos fixos e variáveis de dois veículos tipo furgão comercial leve.

<b>Tipo de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Item de custo</b>
Fixo	R\$/veículo	Depreciação
Fixo	R\$/veículo	Remuneração do Capital
Fixo	R\$/veículo	Licenciamento
Fixo	R\$/veículo	Seguros
Fixo	R\$/veículo	Salário do Motorista
Fixo	R\$/veículo	Despesas Comunicação
Variável	R\$/veículo	Manutenção
Variável	R\$/km	Pneus
Variável	R\$/km	Combustível
Variável	R\$/km	ARLA 32
Variável	R\$/km	Óleo de Carter
Variável	R\$/km	Lavagens e Graxas

Fonte: (GUABIROBA; MEIRELES; SILVA, 2017).

### 5.3.2 Etapa (6) – Analisar os dados sobre a coleta seletiva e a geração de REEE

A Etapa (6) consiste em analisar os dados sobre a coleta seletiva - Etapa (5) - e a geração de REEE - Etapa (2). Essa análise deve verificar os seguintes pontos: (1) há itinerário de coleta que abranja todas as sub-regiões em estudo e (2) o veículo de coleta possui capacidade adicional para coletar também os REEEs.

Desta forma, poderão ser propostos possíveis ajustes e alterações na estrutura atual para que a coleta de REEE seja incrementada ao sistema de coleta seletiva existente, sem aumento expressivo nos custos e despesas desta atividade.

### 5.3.3 Etapa (7) – Definir características do transporte de materiais pós-tratamento das cooperativas

A Etapa (7) consiste em definir características do transporte para unidades de reciclagem. Assim sendo, é necessário: (1) identificar os fluxos de material reciclável a partir da origem até o destino; (2) verificar o volume mínimo exigido para a venda de materiais pós-tratamento pelas cooperativas; (3) identificar a frequência das vendas e (4) definir o tipo de veículo, bem como a capacidade e os custos fixos e variáveis de transporte.

Como a região já possui sistema de coleta seletiva, provavelmente já possui alguns locais para os quais determinados materiais são vendidos. Cabe verificar se esses locais

já definidos para o destino dos resíduos provenientes da coleta seletiva também receberão os materiais provenientes do tratamento do REEE.

Nesta pesquisa, deverá ser identificado ainda o preço praticado, além de verificar quem será responsável pelo transporte: o comprador (unidade de reciclagem) ou o vendedor (instalação intermediária que pode ser uma cooperativa popular de catadores).

Em relação aos equipamentos que passaram por remanufatura, ficará a critério da administração o destino desses equipamentos. Sugere-se destiná-los a entidades assistenciais localizadas na região do estudo, caso existam estas entidades.

## **5.4 Análise Econômica**

### *5.4.1 Etapa (8) – Estimar a receita e o custo de transporte para inclusão do REEE*

A Etapa (8) consiste em (1) estimar a receita obtida com a venda dos diversos materiais após o processo de tratamento, bem como (2) estimar os custos de transporte para a inclusão de REEE no sistema de coleta seletiva.

A receita proveniente da venda de cada um dos materiais pós-tratamento poderá ser estimada por meio da Equação (5.9).

$$R_{m1} = G \cdot M_1 \cdot P_{m1} \quad (5.9)$$

Onde:

$R_{m1}$  = receita proveniente de um dos materiais encontrados em um produto/equipamento (em reais);

$G$  = geração de REEE em uma determinada região, município, bairro ou sub-região (em toneladas);

$M_1$  = quantidade de um tipo de material encontrado em um equipamento (em percentual);

$P_{m1}$  = preço que é pago pelo material no mercado (em reais por tonelada).

Com relação aos custos de transporte, este pode ser obtido a partir da Equação (5.10). O custo total de transporte do gerador a unidade de tratamento foi obtido a partir da Etapa (5) e o custo total de transporte da unidade de tratamento a unidade de reciclagem foi obtido a partir da Etapa (7).

$$C_{t2} = C_{tA} + C_{tB} \quad (5.10)$$

Onde:

$C_{t2}$  = custo total de transporte;

$C_{tA}$  = custo total de transporte do gerador a unidade de tratamento;

$C_{tB}$  = custo total de transporte da unidade de tratamento a unidade de reciclagem.

Os custos de transporte estão relacionados à necessidade de fazer alteração e/ou substituição de algum veículo para se adaptar a coleta de REEE e a demanda de determinada sub-região. Assim, cabe ressaltar que se deve definir apenas os custos adicionais que passaram a existir após iniciar a coleta seletiva incluindo o REEE. Também deverá ser considerado o custo caso haja a necessidade de transportar os materiais pós-tratamento até unidades de reciclagem.

#### *5.4.2 Etapa (9) – Estimar a diferença entre a receita total e o custo total de tratamento e de transporte*

A Etapa (9) consiste em estimar (1) a receita total proveniente da venda dos materiais aproveitados no processo de tratamento e (2) o custo total que abrange o tratamento e o transporte dos REEEs. A receita total deverá ser estimada considerando as receitas individuais de cada tipo de material extraído após o tratamento dos REEEs, conforme Equação (5.11).

$$R_t = \sum R_{mi} \quad (5.11)$$

Onde:

$R_t$  = receita total (em reais);

$\sum R_{mi}$  = somatório da receita proveniente de cada um dos materiais encontrados em um produto/equipamento (em reais);

$i = 1...x$

O custo total da inclusão de REEE na coleta seletiva da região do estudo compreende basicamente o custo total com o tratamento - Etapa (3) - e o custo total com o transporte - Etapa (8), conforme Equação (5.12).

$$C_t = C_{t1} + C_{t2} \quad (5.12)$$

Onde:

$C_t$  = custo total;

$C_{t1}$  = custo total de tratamento;

$C_{t2}$  = custo total de transporte.

#### 5.4.3 Etapa (10) – Análise de possibilidades na destinação do REEE

A Etapa (10) consiste em (1) analisar os dados obtidos com a aplicação do procedimento e (2) concluir sobre a análise econômica da implementação da gestão de REEE na região do estudo.

O cálculo da diferença é realizado considerando a Equação (5.13).

$$Re_f = R_t - C_t \quad (5.13)$$

Onde:

$Re_t$  = resultado final (em reais);

$R_t$  = receita total obtida por meio da Equação (5.11) (em reais);

$C_t$  = custo total obtido por meio da Equação (5.12) (em reais).

Pode-se então analisar diferentes possibilidades, como por exemplo o custeio patrocinado da coleta e transporte. Cabe analisar a possibilidade das cooperativas custearem a coleta do REEE no município, considerando uma eventual impossibilidade de inclusão do REEE no programa de coleta seletiva atual. Ainda, pode-se considerar a possibilidade das cooperativas custearem o transporte dos materiais vendidos pós tratamento do REEE, na tentativa de buscar novos compradores, eliminando assim alguns intermediários na cadeia de comercialização, permitindo obter melhores preços de venda.

De posse do resultado final, será possível concluir sobre a análise econômica do estudo. O resultado final positivo (receita maior do que o custo) revela que a gestão de REEE na região se paga, isto é, não implicará no aumento das contas públicas. Caso o resultado seja negativo, será necessário verificar se a administração pública está disposta a arcar com custos com intuito de viabilizar a destinação dos REEE para tratamento adequado.

## **5.5 Considerações finais**

A PNRS representou uma nova perspectiva para o Brasil, pois além de visar à regulação, também incluiu questões relativas ao desenvolvimento econômico, social e do meio ambiente (BRASIL, 2010). A lei estabelece que os produtores e os governos realizem planos, elaborem diagnóstico da situação, analisem os cenários, promovam a redução, reutilização e estabeleçam metas de reciclagem para que haja a diminuição de descartes realizados em aterros sanitários.

Desta forma, este Capítulo propôs um procedimento para análise econômica da gestão de resíduos sólidos eletrônicos, exclusivamente em regiões que já possuam algum tipo de coleta seletiva. Este procedimento foi estruturado em quatro grupos com dez Etapas no total, onde serão obtidos dados essenciais ao estudo.

No decorrer do procedimento, ficou evidente a necessidade de se conhecer a região do estudo, os conceitos relacionados à gestão de REEE, de ter conhecimento sobre recursos computacionais, dominar as técnicas de pesquisa e ter acesso a dados obtidos a partir da administração pública.

O procedimento proposto tem o intuito de contribuir com a diminuição de descartes de REEE em aterros sanitários, através de uma forma simples e aplicável em qualquer região que já possua sistema de coleta seletiva de materiais. Considera-se que o procedimento é de baixo custo de implementação, uma vez que visa compartilhar da sistemática de coleta seletiva já existente.

No próximo Capítulo, o procedimento proposto será aplicado no município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro, onde serão cumpridas as Etapas em cada um dos quatro grupos a fim de permitir a análise econômica da implementação da coleta seletiva de REEE no município.

## **6 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE ECONÔMICA DA GESTÃO DE REEE**

No Capítulo anterior, foi proposto um procedimento, exclusivo para aplicação em regiões que já possuam algum tipo de coleta seletiva, estruturado em quatro grupos: geração de REEE, tratamento do REEE gerado, transporte e análise econômica.

O primeiro grupo composto por três etapas compreende os procedimentos necessários para se estimar a geração de REEE em uma determinada região. O segundo grupo apresenta os procedimentos referentes ao tratamento do REEE gerado, composto por duas etapas. Em seguida, no terceiro grupo, são descritos os procedimentos para o transporte dos resíduos, sendo quatro etapas. O quarto e último grupo, composto por duas etapas, refere-se à análise econômica para inclusão dos REEE no sistema de coleta seletiva existente na região do estudo, sendo possível tirar conclusões sobre a implementação da gestão deste tipo de resíduo. Neste Capítulo, o referido procedimento será aplicado no município de Volta Redonda localizado no Estado do Rio de Janeiro.

### **6.1 Geração de REEE**

#### *6.1.1 Etapa (1) - Caracterizar o estudo e coletar dados sobre geração de REEE*

Nesta Etapa, (1) estabeleceu-se quais tipos de equipamentos eletroeletrônicos são o foco da pesquisa, (2) determinou-se a região estudada, (3) determinou-se as sub-regiões que compõem a região de estudo, denominadas de setores, (4) definiu-se a amostra populacional da região de estudo e (5) coletou-se os dados como perfil da população, aspectos referentes à consciência e comportamento, quantidade de EEE por domicílio, tempo de uso do EEE, tempo que ainda pretende utilizar o EEE, tempo que o EEE para descarte permanece armazenado sem uso, rastreamento dos produtos e informações gerais.

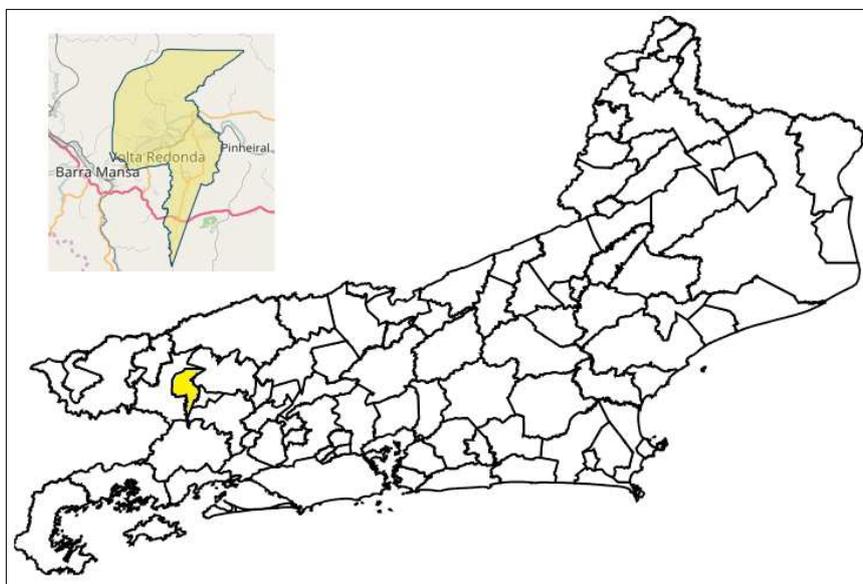
Este trabalho tem (1) como foco os mesmos equipamentos eletroeletrônicos abordados no questionário disponibilizado pelo EMPA (*Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology*), conforme Quadro 6.1.

**Quadro 6.1:** Visão geral das definições selecionadas de REEE ou resíduos eletrônicos.

<b>Categoria dos EEE</b>	<b>EEE</b>
Grandes Eletrodomésticos (Categoria 1)	Geladeira, ar condicionado, máquina de lavar, secadora de roupas, lava-louças, fogão, forno elétrico/a gás, <i>freezer</i>
Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2)	Ferro de passar roupas, <i>mixer</i> , batedeira, micro-ondas, secador de cabelo, liquidificador, ventilador, aspirador de pó, torradeira
Equipamentos de Informática e Telecomunicações (Categoria 3)	Computador <i>desktop</i> /torre, monitor de tubo, monitor de LCD/LED, <i>laptop/notebook</i> , telefone celular, telefone fixo, impressora, <i>scanner</i> /digitalizador, aparelho de fax, teclado, <i>mouse</i> , <i>modem</i> , roteador, <i>hub</i>
Equipamentos de Consumo (Categoria 4)	Televisão de tubo, televisão de LCD/LED, rádio, aparelho de som, <i>home theater</i> , aparelho de DVD, aparelho de <i>blu-ray</i> , vídeo cassete, tocador de MP3 e câmera fotográfica

Fonte: (SCHLUEP *et al.*, 2012a).

Foi definido que (2) a região de abrangência do estudo compreende o município de Volta Redonda, localizado no interior do Estado do Rio de Janeiro, conforme Figura 6.1. O município possui sistema de coleta seletiva desde o ano de 1999. O Censo Demográfico do ano de 2010 indicou 257.686 pessoas residentes em área urbana e 117 pessoas vivendo em área rural (IBGE, 2016b). No ano de 2016, foi estimado uma população de 263.659 habitantes em uma área territorial de 182,48 quilômetros quadrados (IBGE, 2016b).



**Figura 6.1:** Mapa do Estado do Rio de Janeiro e do Município de Volta Redonda.

Fonte: (IBGE, 2016a).

Observa-se, por meio da Tabela 6.1, que a população de Volta Redonda praticamente dobrou e o número de domicílios quase quadruplicou entre os anos de 1970 e 2010 (IBGE, 2016b).

**Tabela 6.1:** População residente e domicílios 1980 - 2010.

	1970	1980	1991	2000	2010
Domicílios	22.819	41.519	57.936	70.867	84.284
População	125.295	183.620	220.305	242.063	257.803

Fonte: (IBGE, 2016b).

O município (3) está dividido em 7 setores: Centro Norte, Oeste, Norte, Leste, Sul, Centro Sul e Sudoeste. De acordo com o Censo realizado no ano de 2000 e com a estimativa populacional para o ano de 2016 pelo IBGE, o setor Centro Norte concentra 24,55% dos domicílios, o setor Oeste 11,64%, o setor Norte 9,49%, o setor Leste 20,51%, o setor Sul 3,47%, o setor Centro Sul 14,55%, o setor Sudoeste 11,57% e outras áreas 4,23%, conforme Tabela 6.2 (IBGE, 2016b; PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2016a).

**Tabela 6.2:** Setores, área, população e número de domicílios do município de Volta Redonda.

*Setor	*Área (ha) IBGE - Ano 2000	População		Nº de Domicílios	
		*Ano 2000	**Ano 2016	*Ano 2000	**Ano 2016
Setor Centro Norte	1.236,06	59.425	64.727	17.397	24.609
Setor Oeste	516,23	28.183	30.697	8.251	11.671
Setor Norte	461,38	22.962	25.011	6.722	9.509
Setor Leste	1.346,61	49.648	54.077	14.535	20.560
Setor Sul	147,01	8.400	9.149	2.459	3.478
Setor Centro Sul	674,61	35.219	38.361	10.311	14.585
Setor Sudoeste	361,58	27.995	30.493	8.196	11.593
Não Especificado (***Outras Áreas)	13.553,88	10.231	11.144	2.995	4.237
<b>Total</b>	18.297,36	242.063	263.659	70.867	100.241

\*Fonte: (PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2016a).

\*\*Segundo IBGE, 8,9% é a estimativa de aumento populacional do município para Ano 2016 em relação ao Ano 2000 (IBGE, 2016b).

\*\*\*Não especificados: Áreas rurais e de preservação, núcleos de posse e complexo Roma (PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2016a).

Para efeito do mapeamento, neste estudo, considerou-se os sete setores que compõem o município, conforme mapa no Anexo III. Alguns bairros são relativamente novos e, por isto, constavam no Censo do ano de 2000 como áreas não especificadas. Para efeito de mapeamento, alocou-se estes bairros das áreas não especificadas em setores que mais se aproximam da localização geográfica deles. O conjunto de bairros de cada um dos setores pode ser consultado no Anexo IV.

Em relação ao destino final dos resíduos sólidos no município, cerca de 97,88% dos domicílios tem o lixo coletado diretamente pelo serviço de limpeza, 1,87% descarta o lixo em caçamba de serviço de limpeza, 0,16% tem o lixo queimado na propriedade, 0,002% tem o lixo enterrado na propriedade e 0,07% tem outro destino para o lixo, conforme demonstra Tabela 6.3.

**Tabela 6.3:** Destino final do lixo no Ano de 2010.

<b>Destino Final do Lixo – Ano 2010</b>	<b>Domicílios</b>
Coletado diretamente por serviço de limpeza	82.523
Colocado em caçamba de serviço de limpeza	1.578
Queimado (na propriedade)	141
Enterrado (na propriedade)	2
Outro destino	63
<b>Total</b>	<b>84.307</b>

Fonte: (IBGE, 2016b).

No município, a gestão do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP). O setor da SMSP responsável pelos serviços de limpeza urbana é o Departamento de Serviços Públicos, que atua na gestão e na fiscalização.

O município possui um Programa de Coleta Seletiva operando regularmente com roteiros e frequência definidos, onde a coleta de materiais recicláveis é feita "porta a porta", ou seja, diretamente nas residências e estabelecimentos comerciais. O sistema de coleta seletiva tem abrangência em quase 100% dos bairros do município e recolhe diariamente mais de 6 toneladas por dia de resíduos potencialmente recicláveis.

Como não foi possível coletar dados com todos os residentes, em virtude do grande número de moradores, foi necessário utilizar um método estatístico, através da Equação (5.1), onde (4) determinou-se o tamanho da amostra populacional em 157 domicílios.

Nesta Etapa do estudo, para a coleta de dados (5), utilizou-se do modelo de questionário disponível para consumidores privados - residências - do “*e-Waste Assessment Methodology Training & Reference Manual*” do “*Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) – Switzerland e SOFIES AS - Switzerland*”, onde se realizou adaptações para atender as necessidades do estudo, conforme Anexo V (SCHLUEP *et al.*, 2012a).

O entrevistador se posicionou em alguns locais de grande circulação de pessoas no município para aplicação do questionário, onde os respondentes eram abordados aleatoriamente enquanto estavam de passagem. Devido a extensão do questionário e do número de entrevistados, foram necessários cerca de vinte dias para conclusão

A tabulação neste estudo foi realizada por meio de planilhas dinâmicas criadas no *software* Microsoft Excel 2013, com alimentação dos dados feita de forma manual, cujo modelo está demonstrado no Anexo VI. Utilizou-se desta ferramenta, pois permite a visualização única de todos os aspectos abordados pela pesquisa, onde facilitou a análise e a consolidação dos dados obtidos com a pesquisa. No processo de tabulação e consolidação dos dados da pesquisa, utilizou-se de média aritmética simples, conforme a Equação (6.1).

$$x_i = \frac{\sum x_i}{n} \quad (6.1)$$

Onde:

$x_i$  = elemento ao qual se deseja obter a média;

$\sum x_i$  = somatório de todos os valores deste elemento;

$n$  = quantidade de elementos que aparecem na pesquisa (em unidades).

O peso médio de cada EEE foi obtido por meio de pesquisa bibliográfica, conforme Anexo VII. Os resultados da tabulação dos dados encontram-se nos Anexos VIII, IX e X.

#### *6.1.2 Etapa (2) - Determinar pontos de geração e quantidade gerada de REEE*

Nesta Etapa (2), determinou-se (1) os setores que serão objeto de estudo sobre a geração de REEE e (2) a quantidade que cada setor gera de REEE em toneladas por mês.

Determinou-se que seriam objeto de estudo todos os sete setores do município de Volta Redonda, sendo: Centro Norte, Oeste, Norte, Leste, Sul, Centro Sul e Sudoeste.

Para determinar (2) a quantidade gerada de REEE nestes setores, utilizou-se dos seguintes dados: peso médio de um determinado equipamento (obtido por meio de pesquisa bibliográfica, conforme Anexo VII); quantidade média dos equipamentos utilizados (obtido na Etapa anterior); quantidade de domicílios em um determinado setor (obtido na Etapa anterior); tempo médio que os moradores pretendem manter os

equipamentos em uso; e o tempo médio em que os equipamentos são armazenados sem uso (obtido na Etapa anterior).

Para a realização do cálculo de geração de REEE, utilizou-se do "método de consumo e uso", adotando para a variável de tempo médio, a soma do tempo médio que o morador pretende manter o equipamento em uso com o tempo médio que ele mantém o equipamento armazenado sem uso. Desta forma, obteve-se a estimativa do potencial gerador de REEE mensal no município de Volta Redonda, conforme Equação (2) (BUREAU B&G apud SCHLUEP *et al.*, 2012).

Desta forma, obteve-se o potencial de geração de REEE em cada categoria de EEE e em cada setor do estudo, por meio do somatório da geração de cada tipo de REEE, de acordo com a Equação (6.2) e

Tabela.

$$G_t = \sum G_i \quad (6.2)$$

Onde:

$G_t$  = total de REEE gerado na região de estudo (em quilogramas); e

$\sum G_i$  = somatórios da geração dos diversos tipos de REEE das regiões, municípios, bairros ou setores (em quilogramas).

**Tabela 6.4:** Geração de REEE, em toneladas por mês, de cada categoria e em cada um dos setores do município de Volta Redonda.

<b>Categoria</b>	<b>Setor Sul</b>	<b>Setor Sudoeste</b>	<b>Setor Norte</b>	<b>Setor Oeste</b>	<b>Setor Centro Sul</b>	<b>Setor Centro Norte</b>	<b>Setor Leste</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	10,21	55,05	45,17	51,67	72,90	107,95	86,87	<b>429,83</b>
<b>2</b>	2,02	7,56	5,72	7,18	9,76	15,41	14,07	<b>61,70</b>
<b>3</b>	3,34	7,88	5,37	10,16	9,60	30,11	16,74	<b>83,20</b>
<b>4</b>	15,69	17,45	11,01	20,19	19,80	30,95	24,14	<b>139,23</b>
<b>Total</b>	<b>31,26</b>	<b>87,94</b>	<b>67,27</b>	<b>89,20</b>	<b>112,06</b>	<b>184,42</b>	<b>141,82</b>	<b>713,96</b>

Categoria 1: Grandes eletroeletrônicos; Categoria 2: Pequenos eletroeletrônicos; Categoria 3: Equipamentos de informática e telecomunicações; Categoria 4: Equipamentos de consumo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Categoria 1 possui maior volume estimado de geração de REEE, sendo 429,83 toneladas por mês, representando cerca de 60,20% do total. Para Categoria 2, é estimada a geração total de REEE de 61,70 toneladas por mês, equivalente a 8,64% do total. Já a Categoria 3, com estimativa de geração de 83,20 toneladas por mês, responde por

11,65% do total. A Categoria 4 possui estimativa total de 139,23 toneladas por mês, ou seja, 19,50% do total estimado para geração de REEE no município.

## 6.2 Tratamento do REEE gerado

### 6.2.1 Etapa (3) – Identificar recursos e custos adicionais para tratamento dos REEEs

A Etapa (3) consiste na (1) identificação dos depósitos para onde vão os resíduos da coleta seletiva e identificação dos recursos como mão de obra, equipamentos, localização e condições dos depósitos, (2) proposição de um processo para tratamento do REEE a partir do momento em que chegam ao depósito considerando apenas o estágio de pré-tratamento/desmontagem para recuperação de materiais e (3) estimar os principais custos adicionais para o tratamento do REEE gerado na região do estudo.

No município de Volta Redonda, os caminhões que atuam na coleta seletiva levam os resíduos coletados para três depósitos localizados dentro do próprio município, sendo dois depósitos no setor centro sul, bairro Sessenta e um depósito no setor centro norte, no bairro Voldac. Estes depósitos são operados por cooperativas de catadores de material reciclado. Cada cooperativa cuida apenas de um depósito. As cooperativas Reciclar VR e Cidade do Aço dividem o mesmo endereço que é dividido igualmente em dois depósitos de modo que cada cooperativa tenha o seu espaço. Todos os depósitos estão situados em imóveis da prefeitura. No Quadro 6.2, constam as cooperativas e as respectivas localizações.

**Quadro 6.2:** Destino dos resíduos coletados pela coleta seletiva do município.

Cooperativa	Endereço do Depósito
Reciclar VR	Rua Trinta e Cinco, 650 - Centro - Volta Redonda/RJ
Cidade do Aço	Rua Trinta e Cinco, 650 - Centro - Volta Redonda/RJ
Folha Verde	Avenida Nossa Senhora do Amparo, 1945 - Voldac - Volta Redonda/RJ

Fonte: Elaboração própria.

A coleta seletiva do município destina o resíduo para três depósitos. Em visita a cada um dos depósitos, foi aplicado questionário disponível no Anexo I e *checklist* disponível no Anexo II para auxiliar na coleta de dados para a pesquisa.

Verificou-se que o município de Volta Redonda trabalha a coleta seletiva em dois turnos: manhã e tarde. Cada turno funciona com três caminhões que coletam cerca de 6 toneladas de resíduos potencialmente recicláveis. Os principais materiais recolhidos pelo Programa de Coleta Seletiva são: metais, vidros, plásticos, papéis e óleo residual

de fritura. O resíduo coletado por cada caminhão ao final do turno é levado para um depósito, ficando assim destinado em média um caminhão para cada depósito diariamente, ou seja, diariamente cada depósito recebe cerca de 2 toneladas de resíduos.

Na verificação das condições das instalações dos depósitos, utilizou-se do *checklist* disponível no Anexo II. Nos três depósitos, os caminhões conseguem chegar facilmente, possuem entrada de carga ampla e espaço suficiente para a circulação de carrinhos de carga e também empilhadeira, caso seja necessário o seu uso, conforme pode ser visto na Figura 6.2. Em relação ao piso dos três depósitos, verificou-se que existem alguns pontos que necessitam de nivelamento e/ou construção de pequenas rampas para transposição e circulação de carrinhos de carga e, caso haja a necessidade de circulação de empilhadeira.



**Figura 6.2:** Registros das condições das instalações dos depósitos.  
Fonte: Elaboração própria.

Nos três depósitos, foram encontrados REEEs, onde a maioria foi levada por moradores e catadores e uma minoria pela coleta seletiva, conforme Figura 6.3, porém nenhuma das cooperativas possui conhecimento para tratar estes resíduos adequadamente para potencialização de valor de venda. Caso estas cooperativas recebam um fluxo maior de REEE e desenvolvam um processo para trabalhar com este tipo de resíduo, verificou-se

que todas: possuem espaço necessário para instalação de bancadas de teste e verificação dos produtos recebidos, possuem espaço adequado (sem poeira, umidade e movimentação excessiva) para acondicionamento de produtos que foram verificados e são passíveis de reutilização e possuem espaço para acondicionamento e desmontagem dos produtos que não estão aptos ao reuso. Em todos os depósitos, os locais possíveis para acondicionamento e desmontagem de equipamentos podem ser dispostos próximos um do outro. Nos locais passíveis para a atividade de desmontagem, possuem fácil acesso às ferramentas, possuem local para armazenamento dos materiais pós-desmontagem, bem como são cobertos. Em todos os depósitos não foram identificadas ferramentas adequadas para utilização na desmontagem e teste de EEE. Talvez, em um caso ou outro, seja necessário realizar a reforma e/ou construção dentro dos depósitos para atender a alguma necessidade específica.



**Figura 6.3:** Registros de REEE encontrados durante as visitas aos depósitos.  
Fonte: Elaboração própria.

Em relação aos equipamentos, verificou-se que os depósitos possuem prensa hidráulica, balança e carrinhos manuais para carregar materiais, porém não possuem carrinhos de carga, empilhadeira e nem ferramentas. Estes equipamentos possuem capacidade ociosa de trabalho. Verificou-se também que todos os depósitos não possuem bancada para teste e verificação dos produtos recebidos, não possuem ferro de solda e nem

aquecedores de solda. Já em relação às ferramentas, verificou-se que não possuem ferramentaria específica para o trabalho com os REEE, possuem apenas algumas ferramentas para questões básicas, como chave de fenda, alicate, martelo e furadeira.

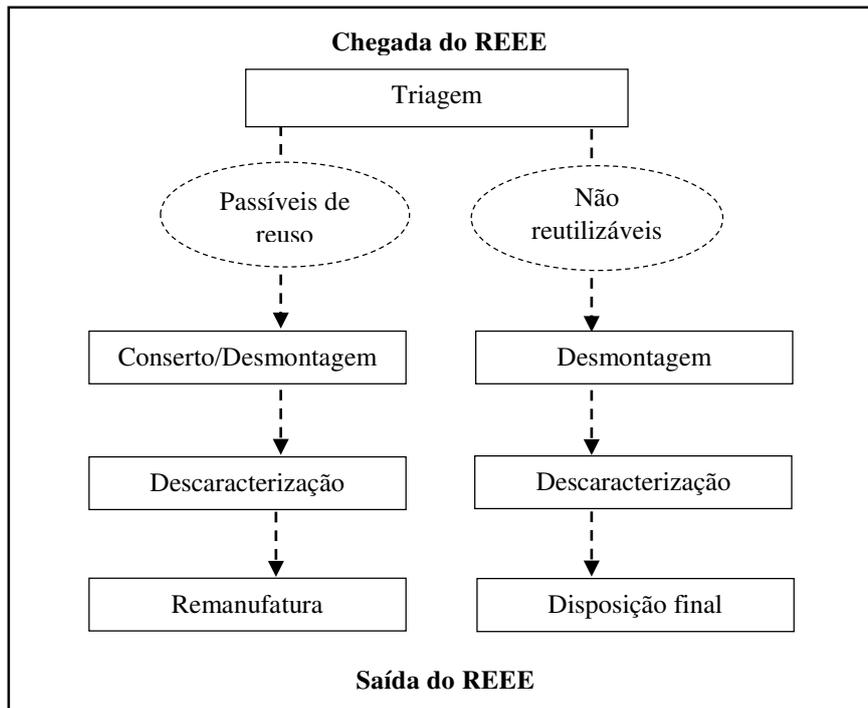
Em relação ao armazenamento, verificou-se que os depósitos possuem *bags/bigbags*, *palets* e alguns tambores, porém não possuem caixas e nem caçambas.

Em relação à mão de obra, nos depósitos não existem trabalhadores contratados, pois estão organizados em cooperativas de catadores e segundo o artigo 442, parágrafo único da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), não existe vínculo empregatício entre os associados e a cooperativa e nem entre os associados e o tomador dos serviços (BRASIL, 1994). Cada depósito é operado por uma cooperativa que possui um presidente, uma pessoa que assume o papel de assistente administrativo e os demais trabalhadores que atuam junto aos materiais coletados. Para a atuação no processo de tratamento de REEE, é importante a contratação de um técnico em eletrônica para realizar os testes nos equipamentos que chegam até o depósito, realizar o conserto ou reaproveitamento de peças quando possível e para realizar o correto direcionamento e orientações para desmontagem dos equipamentos. O piso salarial de um funcionário técnico em eletrônica em uma empresa com até 99 funcionários e faturamento bruto anual de até R\$10,5 milhões vai de R\$1.487,91 a R\$2.602,38 (SINE, 2017). Mesmo com o incremento de REEE no sistema de coleta, é possível continuar com o presidente, com a pessoa que assume o papel de assistente administrativo e com os próprios cooperados, não havendo a necessidade de contratação de mão de obra adicional. A título de conhecimento, caso houvesse a necessidade de contratação de um funcionário selecionador de material reciclado, o piso salarial em uma empresa com até 99 funcionários e faturamento bruto anual de até R\$10,5 milhões vai de R\$873,28 a R\$1.278,57 (SINE, 2017). O detalhamento do custo está disponível no Anexo XI.

Em relação à segurança dos trabalhadores, verificou-se a existência de extintores em alguns locais, porém não se constatou a utilização de gorro, óculos, botas, máscaras, luvas e aventais. Somente alguns poucos cooperados utilizavam luvas e botas.

Em seguida, a partir da estimativa dos REEEs gerados no município de Volta Redonda, calculado por meio da Etapa (2), realizou-se (2) a proposição de um processo para tratamento destes resíduos no momento da chegada ao depósito.

A Figura 6.4 apresenta o processo necessário a partir da estimativa do REEE gerado.



**Figura 6.4:** Tratamento do REEE coletado na região do estudo.  
 Fonte: Elaboração própria a partir de Xavier e Carvalho (2014).

Os produtos provenientes dos REEEs coletados podem ou não ser passíveis de reutilização ou aproveitamento de peças. Logo, o primeiro passo deve ser a triagem, onde será verificado se o produto recebido é passível de reuso ou é não reutilizável. Portanto, se faz necessária a presença de um profissional com determinado conhecimento em elétrica e eletrônica.

A desmontagem caracteriza o segundo passo, onde os equipamentos têm suas partes separadas e, dependendo da possibilidade de preservação da estrutura e das partes, exigirá um maior cuidado de quem for realizar o trabalho. A retirada dos componentes na ordem inversa em que foram montados apresenta melhor aproveitamento dos materiais, valorizando-os para os passos seguintes (XAVIER e CARVALHO, 2014).

O terceiro passo cabe a descaracterização dos produtos que pode ser de duas formas: descaracterização de marcas e/ou descaracterização de dados. A primeira refere-se à supressão da marca fabricante do produto e a segunda refere-se à destruição dos dados presentes nos produtos, por exemplo, em microcomputadores (XAVIER e CARVALHO, 2014).

Por último, se dá o passo para remanufatura ou destinação final. A remanufatura é quando os produtos são submetidos à substituição de peças e/ou partes, ou então são submetidos a reparos em seus componentes. Pode-se também considerar neste passo a

retirada de peças que estejam em perfeito estado para efeito de reposição ou consertos de equipamentos quando em assistência técnica. A disposição final é quando as partes resultantes da desmontagem do equipamento e não aproveitadas na remanufatura são alocadas para o encaminhamento aos recicladores (XAVIER e CARVALHO, 2014).

Para garantir a segurança dos trabalhadores, todos deverão utilizar equipamentos de proteção individual: gorro, óculos, bota, máscara, luvas e avental. Também serão necessários equipamentos e ferramentas como carrinhos de carga, furadeira/parafusadeira, esmeril, ferros de solda, soprador térmico para solda, multímetro, chaves diversas, martelos e alicates (SCHUELP *et al.*, 2009; SINHA *et al.*, 2010; SEBRAE, 2012). A consulta dos custos para aquisição destes equipamentos e ferramentas foi feito na página “Loja do Mecânico” na Internet e encontra-se detalhada no Anexo XII.

O custo da mão de obra será mensal e o custo da aquisição das ferramentas e dos equipamentos se dará somente no início das atividades, exceto equipamentos de proteção individual. Em relação ao EPI, considerou-se como custo inicial. No entanto, sabe-se que alguns tipos de EPIs necessitam ser substituídos com uma determinada frequência como, por exemplo, óculos, luva, máscara e avental. Tendo em vista o custo destes EPIs, optou-se por não considerá-los como custo mensal, uma vez que não são valores tão expressivos que inviabilize o trabalho com REEE. O custo com água, energia elétrica e aluguel é subsidiado atualmente pela prefeitura em todos os depósitos. A Tabela 6.5 apresenta o resumo de uma estrutura de custos iniciais e custos fixos referente aos tratamentos do REEE em uma unidade de depósito.

**Tabela 6.5:** Custos iniciais e custos fixos de cada depósito para incremento do REEE no sistema de coleta seletiva.

<b>Tipo de custo</b>	<b>Total</b>	<b>Item de custo</b>
Inicial	R\$4.053,44	Equipamentos e Ferramentas
Inicial	R\$1.891,20	EPI
Fixo Mensal	Subsidiado pela Prefeitura	Aluguel do Local
Fixo Mensal	Subsidiado pela Prefeitura	Energia Elétrica
Fixo Mensal	Subsidiado pela Prefeitura	Água
Fixo Mensal	R\$2.575,87	Salário do Técnico em Eletrônica

Fonte: Elaboração própria.

Conforme demonstrado na Tabela 6.5, o custo total inicial para inclusão do REEE no sistema de coleta seletiva atual é de R\$5.944,64 para cada depósito e o custo total

mensal é de R\$2.575,87 para cada depósito, referente à mão de obra do técnico de eletrônica.

#### 6.2.2 Etapa (4) - Estimar o percentual de material recuperável dos REEEs gerados

Na Etapa (4), foi possível (1) estimar a quantidade de cada tipo de material, dos principais EEE, que será passível de recuperação, evitando assim a perda com a disposição em aterro sanitário, conforme Equação (5.7) e Equação (5.8). A Tabela 6.6 apresenta a quantidade, em toneladas por mês, de cada tipo de material que pode ser obtido em cada categoria de EEE. As cooperativas inseridas na cadeia da coleta seletiva do município trabalham com a triagem dos seguintes materiais: papel, papelão, plástico, vidro, metais, entre outros.

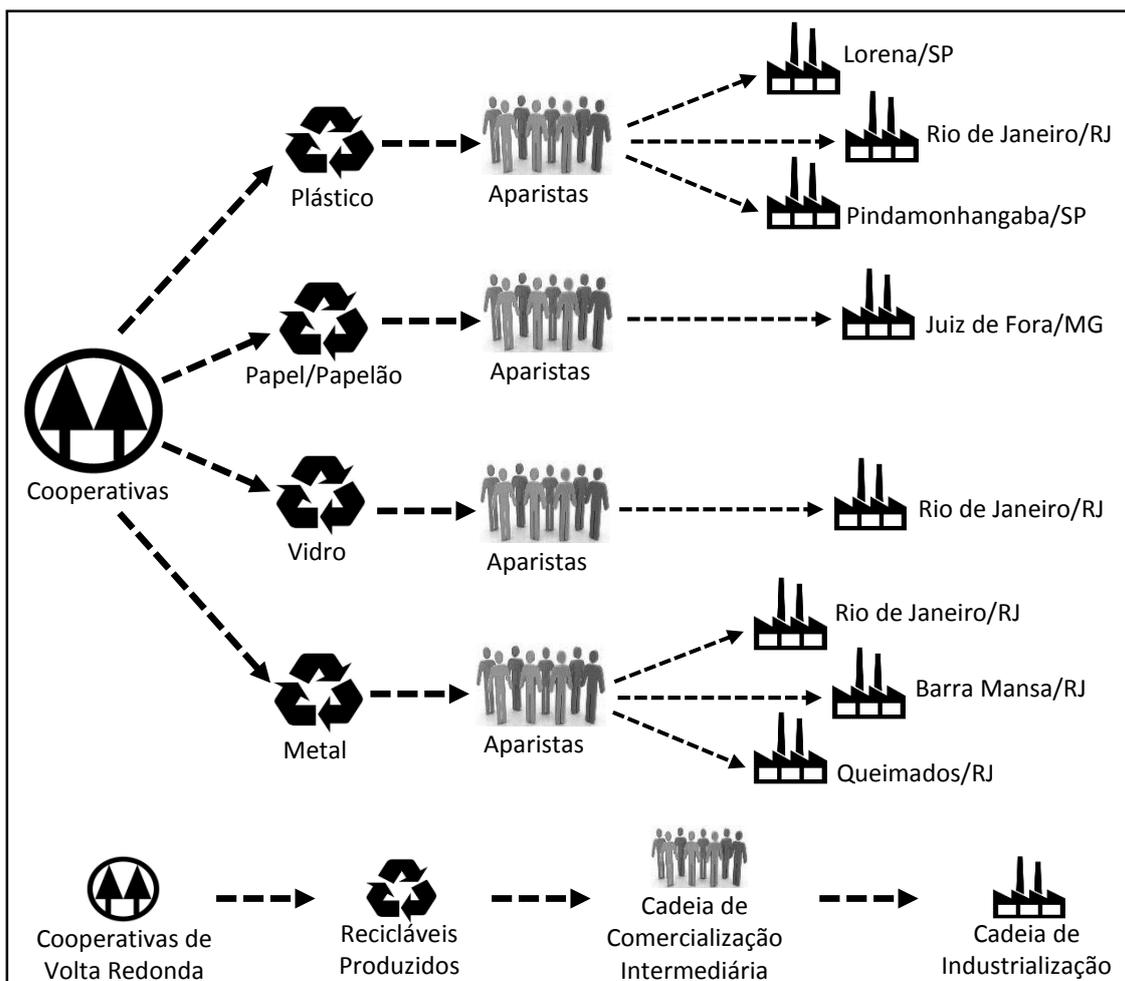
**Tabela 6.6:** Quantidade, em toneladas por mês, dos diferentes tipos de materiais passíveis de obtenção segundo estimativa de geração de REEE no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Grandes Eletrodomésticos (Categoria 1)</b>	<b>Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2)</b>	<b>Equipamentos de Informática e Telecomunicações (Categoria 3)</b>	<b>Equipamentos de Consumo (Categoria 4)</b>
Metal Ferroso	184,82	17,89	17,89	37,95
Alumínio	60,18	5,74	11,81	6,52
Cobre	51,58	10,49	5,82	1,67
Chumbo	6,88	0,35	5,24	0,03
Cádmio	0,01	0,00	0,01	0,00
Mercúrio	0,00	0,00	0,00	0,00
Ouro	0,00	0,00	0,00	0,00
Prata	0,00	0,00	0,02	0,00
Paládio	0,00	0,00	0,00	0,00
Índio	0,00	0,00	0,00	0,00
Plásticos Bromados	1,25	0,46	0,00	0,00
Plásticos	81,67	22,83	19,14	50,58
Vidro	0,07	0,10	20,80	18,09
Outros	42,98	4,26	2,58	24,36

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda nesta Etapa, foi possível (2) determinar o destino dos materiais oriundos do tratamento do REEE realizado nas cooperativas. Atualmente, os materiais triados pós-coleta seletiva são armazenados em lotes para comercialização com os denominados “aparistas”, que são intermediários, comprando das cooperativas e revendendo às indústrias. Em Volta Redonda, atuam basicamente quatro “aparistas”. O “aparista 1” comercializa plásticos e revende para a indústria nos municípios do Rio de Janeiro, Lorena e Pindamonhangaba; o “aparista 2” comercializa papel/papelão e revende para

Juiz de Fora; o “aparista 3” comercializa vidro e revende para a indústria no município do Rio de Janeiro; o “aparista 4” de Volta Redonda comercializa metais e revende para os municípios de Barra Mansa, Rio de Janeiro e Queimados. A Figura 6.5 ilustra o fluxo de escoamento dos materiais recicláveis no município de Volta Redonda. Além destes “aparistas” mais frequentes, existem outros que atuam junto às cooperativas de forma esporádica, comercializando os materiais e direcionando-os para outros intermediários ou para a própria indústria.



**Figura 6.5:** Fluxo de materiais recicláveis oriundos da coleta seletiva do município de Volta Redonda. Fonte: Elaboração própria adaptada de SMP-VR (2015).

## 6.3 Transporte

### 6.3.1 Etapa (5) – Caracterizar a coleta seletiva existente na região de estudo

Na Etapa (5), caracterizou-se a coleta seletiva existente no município de Volta Redonda. A coleta seletiva atua em dias e horários específicos não conflitantes com o sistema de coleta de resíduos domésticos úmidos e orgânicos, atuando de segunda a sábado em dois turnos, sendo o primeiro turno de 07:00h às 14:20h e o segundo turno de 15:30h às

22:50h. Em algumas avenidas e ruas de maior concentração de empresas de comércio e serviços, a coleta seletiva funciona no segundo turno todos os dias, exceto domingo. Assim sendo, identificou-se (1) o itinerário da coleta seletiva de resíduos disponível no Anexo XIII.

No município, (2) a coleta seletiva abrange os seguintes tipos de resíduos: papel, papelão, plástico, vidro, metais, entre outros. Em 2013, foram coletados e direcionados aproximadamente 1.560 toneladas de resíduos domiciliares secos para as cooperativas que conseguiram triar e comercializar 523,23 toneladas de materiais recicláveis, ou seja, cerca de 1/3 do total coletado pelo Sistema de Coleta Seletiva. A Tabela 6.7 demonstra o quantitativo de materiais recicláveis triados pelas cooperativas no ano de 2013.

**Tabela 6.7:** Quantitativo de materiais recicláveis triados pelas cooperativas no ano de 2013 no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Cooperativa 1 (t/ano)</b>	<b>Cooperativa 2 (t/ano)</b>	<b>Cooperativa 3 (t/ano)</b>	<b>Total</b>
Papel/Papelão	195,79	103,91	8,75	<b>308,45</b>
Plástico	71,87	35,99	5,80	<b>113,66</b>
Vidro	14,69	13,64	8,05	<b>36,38</b>
Metais	42,97	5,45	4,40	<b>52,82</b>
Outros	6,35	5,57	-	<b>11,92</b>
<b>Total</b>	<b>331,67</b>	<b>164,56</b>	<b>27,00</b>	<b>523,23</b>

Fonte: (SMP-VR, 2015).

Segundo o Governo do Estado do Rio de Janeiro (2013), através do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro, o município de Volta Redonda possui um potencial de geração de 32 mil toneladas de materiais recicláveis como papel, plástico, vidro e metal. Como pode ser constatado por meio da Tabela 6.7, o município recuperou apenas 1,6% deste potencial, ou seja, 523 toneladas. A média estadual é de 3%.

O sistema público municipal de coleta e de transporte de resíduos de Volta Redonda atua através de quatro sistemas de coleta de resíduos, operando através de empresas terceirizadas (SMP-VR, 2015). O sistema de coleta seletiva está inserido no sistema de transporte número dois, que faz a coleta de resíduos domiciliares secos (RDO), na sua maioria recicláveis, assim como resíduos comerciais e de prestadores de serviços (RCS) também secos e na maioria recicláveis.

Identificou-se (3) quantos e quais os tipos de veículos utilizados para realizar a coleta seletiva e a capacidade de transporte. A coleta seletiva do município trabalha com três caminhões de carroceria fixa, do tipo gaiola, onde cada caminhão opera com um

motorista e dois garins de coleta que recolhem apenas os resíduos recicláveis, avaliando os materiais para que não haja a coleta de resíduos orgânicos nos dias de operação da coleta seletiva. Identificou-se que o menor veículo utilizado possui capacidade de carga de 5 toneladas e volume mínimo de 20m<sup>3</sup>. A Figura 6.6 demonstra os tipos de veículos utilizados. Existem outros veículos em atividade na coleta seletiva com maiores capacidades de carga.



**Figura 6.6:** Veículos utilizados na coleta seletiva no município de Volta Redonda.  
Fonte: Elaboração própria; (SMP-VR, 2015).

Em relação (4) aos volumes transportados por unidade de tempo, nem as cooperativas e nem a prefeitura souberam precisar os valores. Segundo SMP-VR (2015), são coletados cerca de 6 toneladas por dia. Verificou-se que cada depósito recebe o resíduo coletado de um caminhão. Como são três caminhões por turno, cada depósito recebe dois caminhões por dia. O volume e o peso de resíduo transportado por carregamento variam muito. No entanto, observou-se que os caminhões operam com capacidade ociosa a todo o momento.

O sistema de limpeza urbana de Volta Redonda possui orçamento vinculado a Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP). Considerando os anos de 2011 a 2013, o sistema representou aproximadamente 2% das despesas totais municipais. O custo de coleta de resíduos sólidos urbano é de R\$97,68 por tonelada e o custo de destinação final destes resíduos é de R\$41,23 por tonelada. O custo mensal da coleta seletiva é de R\$20.309,44 por equipe de coleta (SMP-VR, 2015).

Não foi possível identificar (5) os custos fixos e variáveis dos veículos da coleta seletiva, uma vez que os serviços são executados por empresas terceirizadas. Estas empresas são contratadas para realizarem diversos tipos de serviços no âmbito da limpeza pública, entre eles a coleta seletiva. Foi possível identificar que duas empresas possuem relação com o serviço de coleta seletiva, entre outros serviços. Estas empresas

foram contratadas para realização da varrição, coleta de resíduos sólidos urbano, coleta seletiva, coleta de resíduo de construção civil e volumosos. Nos contratos, constam caminhões para atuação junto à coleta seletiva.

### *6.3.2 Etapa (6) – Analisar os dados sobre a coleta seletiva e a geração de REEE*

Na Etapa (6), analisou-se os dados obtidos sobre a coleta seletiva na Etapa (5) e a geração de REEE na Etapa (2). Com esta análise, verificou-se (1) a abrangência do itinerário de coleta e (2) a capacidade do veículo de coleta para incluir o REEE no transporte.

Verificou-se que (1) o itinerário de coleta abrange todos os setores do município, atuando em praticamente 100% dos bairros pelo menos uma vez por semana. Em relação a este aspecto, cabe uma análise mais aprofundada nos bairros para verificar endereços que sejam geradores de resíduo e que por ventura não passe o caminhão da coleta seletiva. Logo, neste quesito não há necessidade de alteração.

Em relação ao (2) veículo de coleta possuir capacidade adicional para coletar também o REEE, fez-se a seguinte análise: segundo SMP-VR (2015), o potencial de geração de resíduos recicláveis do município foi de 32 mil toneladas por ano, porém foram coletados 1560 toneladas onde foi possível recuperar 523,23 toneladas, ou seja, coletou-se 4,87% do resíduo gerado e recuperou-se 1,6% durante o ano de 2013. A partir destes dados, foram considerados os mesmos percentuais de 4,87% para coleta e 1,6% para recuperação, calculados sob a estimativa de geração de REEE encontrado na Tabela 6.4. Como são três caminhões operando em dois turnos e a média coletada por dia é de 6 toneladas, atribui-se uma média de uma tonelada por caminhão por turno. Fez-se uma conversão dos dados da Tabela 6.4, passando de toneladas por mês para toneladas por semana, considerando a média de 4 semanas por mês. Verificou-se no itinerário atual da coleta seletiva que existem alguns setores que a coleta está presente por mais de uma vez durante a semana. Desta forma, dividiu-se a estimativa de geração de REEE do setor pelo número de vezes que a coleta seletiva comparece no setor, conforme Anexo XIII. Considerou-se a capacidade de carga do menor veículo utilizado pela coleta seletiva, que corresponde a capacidade de até 5 toneladas. Verificou-se que outros veículos maiores também são utilizados pela coleta seletiva, mas para efeito da análise utilizou-se como referência o menor veículo em capacidade. Partindo do princípio que cada veículo deve transportar em média 1 tonelada de resíduo da coleta seletiva ao final

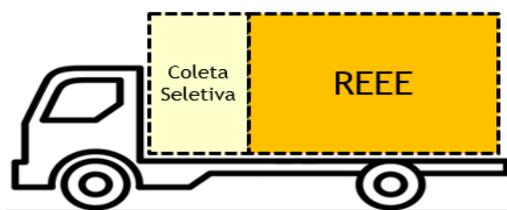
do turno, o veículo de menor capacidade teria disponível ainda 4 toneladas para transportar o REEE. O segundo turno de sexta-feira é o que possui a maior estimativa de geração de REEE, com 1,31 toneladas. Ainda assim, o veículo ainda poderia transportar mais 2,69 toneladas de resíduos. Desta forma, a Tabela 6.8 permite chegar à conclusão de que o sistema de transporte da coleta seletiva possui capacidade para transportar o REEE, inclusive considerando índices maiores do que 4,87% de coleta.

**Tabela 6.8:** Estimativa de coleta e recuperação de REEE semanal no município de Volta Redonda.

Dia	1º Turno 07:00 às 14:20 h			2º Turno 15:30 às 22:50 h		
	Setor	Coleta (t)	Recuperação (t)	Setor	Coleta (t)	Recuperação (t)
SEGUNDA	Norte	0,82	0,27	Sul	0,13	0,04
	Leste	0,29	0,09	Centro Sul	0,27	0,09
	<b>Subtotal</b>	<b>1,11</b>	<b>0,36</b>	<b>Subtotal</b>	<b>0,40</b>	<b>0,13</b>
TERÇA	Sudoeste	0,36	0,12	Centro Sul	0,27	0,09
	Sul	0,13	0,04	Sudoeste	0,36	0,12
	<b>Subtotal</b>	<b>0,77</b>	<b>0,25</b>	<b>Subtotal</b>	<b>0,63</b>	<b>0,21</b>
QUARTA	Oeste	1,09	0,36	Centro Norte	0,75	0,25
	<b>Subtotal</b>	<b>1,09</b>	<b>0,36</b>	<b>Subtotal</b>	<b>0,75</b>	<b>0,25</b>
QUINTA	Sudoeste	0,36	0,12	Centro Sul	0,27	0,09
	Leste	0,29	0,09			
	<b>Subtotal</b>	<b>0,64</b>	<b>0,21</b>	<b>Subtotal</b>	<b>0,27</b>	<b>0,09</b>
SEXTA				Centro Norte	0,75	0,25
	Centro Norte	0,75	0,25	Centro Sul	0,27	0,09
				Leste	0,29	0,09
	<b>Subtotal</b>	<b>0,75</b>	<b>0,25</b>	<b>Subtotal</b>	<b>1,31</b>	<b>0,43</b>
SÁBADO	Leste	0,29	0,09	Leste	0,29	0,09
	Centro Sul	0,27	0,09	Sul	0,13	0,04
	<b>Subtotal</b>	<b>0,56</b>	<b>0,18</b>	<b>Subtotal</b>	<b>0,41</b>	<b>0,14</b>
	<b>Total</b>	<b>4,92</b>	<b>1,62</b>	<b>Total</b>	<b>3,77</b>	<b>1,24</b>

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6.7 representa a capacidade de carga do veículo de transporte sendo compartilhada entre a coleta seletiva e a coleta de REEE.



**Figura 6.7:** Veículo com carga compartilhada: coleta seletiva e coleta de REEE.

Fonte: Elaboração própria.

### *6.3.3 Etapa (7) – Definir características do transporte de materiais pós-tratamento das cooperativas*

Na Etapa (7), definiu-se as características do transporte para os intermediários e/ou unidades de reciclagem que compram os materiais pós-tratamento nas cooperativas. Ao tentar (1) identificar os fluxos de material reciclável a partir da origem até o destino, verificou-se que a origem se dá sempre em uma das três cooperativas e o destino é sempre um intermediário que realiza a compra e, posteriormente, faz a venda para outros intermediários ou unidades de reciclagem. Existe a figura dos “aparistas” citados no passo (2) da Etapa (4) e também existem compradores esporádicos, ou seja, que não possuem um fluxo definido de compra e retirada de materiais.

Buscou-se (2) verificar o volume mínimo exigido para a venda de materiais pós-tratamento pelas cooperativas, além de (3) identificar a frequência das vendas e (4) definir o tipo de veículo, bem como a capacidade e os custos fixos e variáveis de transporte. Entretanto, constatou-se que as vendas ocorrem de acordo com o interesse e a necessidade de cada intermediário. Os intermediários procuram as cooperativas e/ou em alguns momentos ocorre da cooperativa entrar em contato com um intermediário para oferecer o material que se encontra disponível para a venda. No entanto, o intermediário só o comprará se o volume disponível for equivalente ao seu interesse ou necessidade. Existem também intermediários não frequentes que aparecem nas cooperativas em busca de determinados materiais. Assim sendo, não existe um volume mínimo e nem uma frequência regular de vendas destes materiais. Quando ocorrem estas vendas, os próprios intermediários se encarregam de fazer o transporte em veículo próprio. Desta forma, não se verificou o tipo de veículo nem a capacidade e nem os custos. Em relação aos REEE que passarem por remanufatura, ficará a critério da administração das cooperativas, o destino destas peças e equipamentos.

## **6.4 Análise Econômica**

### *6.4.1 Etapa (8) – Estimar a receita e o custo de transporte para inclusão dos REEEs*

Na Etapa (8), estimou-se (1) a receita obtida através da venda dos diversos materiais obtidos após o processo proposto de tratamento do REEE coletado, conforme Figura 6.4, considerando o percentual de recuperação de 1,6% sob a estimativa de geração de REEE exibido na Tabela 6.4. Para a estimativa da receita, utilizou-se da Equação (5.9) e dos dados da Tabela 5.3. O percentual de cada tipo de material que pode ser obtido no

processo de tratamento, o preço do material e a estimativa de receita considerando a estimativa de geração deste resíduo no município são exibidos nas Tabelas 6.9 a 6.12. Em consulta ao mercado para cotação de preço dos materiais recuperados, verificou-se que alguns fatores podem influenciar nas negociações de compra e venda, como o tipo do material, o estado geral em que se encontra, a quantidade, a variação da cotação do dólar e situação mercadológica do material. O preço dos materiais foi atribuído conforme levantamento realizado no mercado.

**Tabela 6.9:** Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de grandes eletroeletrônicos (categoria 1) no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Preço Material (R\$/t)</b>	<b>Geração (t/mês)</b>	<b>Receita Geração Total</b>	<b>Receita Recuperação por mês (1,60%)</b>
Metal Ferroso	43	R\$ 270,00	184,82	R\$ 49.902,72	R\$ 798,44
Alumínio	14	R\$ 3.300,00	60,18	R\$ 198.579,31	R\$ 3.177,27
Cobre	12	R\$ 13.000,00	51,58	R\$ 670.527,55	R\$ 10.728,44
Chumbo	1,6	R\$ 3.000,00	6,88	R\$ 20.631,62	R\$ 330,11
Cádmio	0,0014	R\$ -	0,01	R\$ -	R\$ -
Mercurio	0,000038	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Ouro	0,00000067	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Prata	0,0000077	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Paládio	0,0000003	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Índio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos Bromados	0,29	R\$ 200,00	1,25	R\$ 249,30	R\$ 3,99
Plásticos	19	R\$ 400,00	81,67	R\$ 32.666,73	R\$ 522,67
Vidro	0,017	R\$ 40,00	0,07	R\$ 2,92	R\$ 0,05
Outros	10	R\$ -	42,98	R\$ -	R\$ -
<b>Total</b>	<b>99,91</b>	<b>-</b>	<b>429,43</b>	<b>R\$ 972.560,15</b>	<b>R\$ 15.560,96</b>

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 6.10:** Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente à categoria de pequenos eletroeletrônicos (categoria 2) no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Preço Material (R\$/t)</b>	<b>Geração (t/mês)</b>	<b>Receita Geração Total</b>	<b>Receita Recuperação por mês (1,60%)</b>
Metal Ferroso	29	R\$ 270,00	17,89	R\$ 4.831,45	R\$ 77,30
Alumínio	9,3	R\$ 3.300,00	5,74	R\$ 18.937,05	R\$ 302,99
Cobre	17	R\$ 13.000,00	10,49	R\$ 136.366,48	R\$ 2.181,86
Chumbo	0,57	R\$ 3.000,00	0,35	R\$ 1.055,14	R\$ 16,88
Cádmio	0,0068	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Mercúrio	0,000018	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Ouro	0,00000061	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Prata	0,000007	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Paládio	0,00000024	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Índio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos Bromados	0,75	R\$ 200,00	0,46	R\$ 92,56	R\$ 1,48
Plásticos	37	R\$ 400,00	22,83	R\$ 9.132,23	R\$ 146,12
Vidro	0,16	R\$ 40,00	0,10	R\$ 3,95	R\$ 0,06
Outros	6,9	R\$ -	4,26	R\$ -	R\$ -
<b>Total</b>	<b>100,69</b>	<b>-</b>	<b>62,13</b>	<b>R\$ 170.418,85</b>	<b>R\$ 2.726,70</b>

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 6.11:** Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de equipamentos de informática e telecomunicações (categoria 3) no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Preço Material (R\$/t)</b>	<b>Geração (t/mês)</b>	<b>Receita Geração Total</b>	<b>Receita Recuperação por mês</b>
Metal Ferroso	21,5	R\$ 270,00	17,89	R\$ 4.829,53	R\$ 77,27
Alumínio	14,2	R\$ 3.300,00	11,81	R\$ 38.985,63	R\$ 623,77
Cobre	7	R\$ 13.000,00	5,82	R\$ 75.708,32	R\$ 1.211,33
Chumbo	6,3	R\$ 3.000,00	5,24	R\$ 15.724,04	R\$ 251,58
Cádmio	0,0094	R\$ -	0,01	R\$ -	R\$ -
Mercúrio	0,0022	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Ouro	0,0016	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Prata	0,0189	R\$ -	0,02	R\$ -	R\$ -
Paládio	0,0003	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Índio	0,0016	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos Bromados	0	R\$ 200,00	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos	23	R\$ 400,00	19,14	R\$ 7.654,03	R\$ 122,46
Vidro	25	R\$ 40,00	20,80	R\$ 831,96	R\$ 13,31
Outros	3,1	R\$ -	2,58	R\$ -	R\$ -
<b>Total</b>	<b>100,13</b>	<b>-</b>	<b>83,31</b>	<b>R\$ 143.733,50</b>	<b>R\$ 2.299,74</b>

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 6.12:** Estimativa de receita mensal com a recuperação de REEE referente a categoria de equipamentos de consumo (categoria 4) no município de Volta Redonda.

<b>Materiais</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Preço Material (R\$/t)</b>	<b>Geração (t/mês)</b>	<b>Receita Geração Total</b>	<b>Receita Recuperação por mês (1,60%)</b>
Metal Ferroso	27,26	R\$ 270,00	37,95	R\$ 10.247,54	R\$ 163,96
Alumínio	4,68	R\$ 3.300,00	6,52	R\$ 21.502,55	R\$ 344,04
Cobre	1,2	R\$ 13.000,00	1,67	R\$ 21.719,74	R\$ 347,52
Chumbo	0,02	R\$ 3.000,00	0,03	R\$ 83,54	R\$ 1,34
Cádmio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Mercúrio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Ouro	0,001	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Prata	0,002	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Paládio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Índio	0	R\$ -	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos Bromados	0	R\$ 200,00	0,00	R\$ -	R\$ -
Plásticos	36,33	R\$ 400,00	50,58	R\$ 20.232,78	R\$ 323,72
Vidro	12,99	R\$ 40,00	18,09	R\$ 723,43	R\$ 11,57
Outros	17,497	R\$ -	24,36	R\$ -	R\$ -
<b>Total</b>	<b>99,98</b>	<b>R\$ 20.210,00</b>	<b>139,20</b>	<b>R\$ 74.509,58</b>	<b>R\$ 1.192,15</b>

Fonte: Elaboração própria

Observou-se que a categoria dos grandes eletroeletrônicos possui a maior estimativa de receita, com R\$15.560,96 por mês. Já categoria de equipamentos de consumo possui a menor estimativa de receita, com R\$1.192,15 por mês. Em relação aos materiais, o cobre e o alumínio são os mais representativos em receita respectivamente.

A estimativa de geração mensal de REEE está na ordem de 713,96 toneladas. Considerando que o município consiga coletar 100% desta estimativa de geração e que as cooperativas consigam uma taxa de 100% de recuperação do REEE coletado, pode-se obter a receita mensal de cerca de R\$1.361.222,09 proveniente dos materiais recuperados. Levando-se em conta que a taxa de recuperação do município é de 1,6% sobre a estimativa de geração total de REEE, pode-se obter a receita mensal de R\$21.779,55.

Em relação ao custo de transporte do gerador até a unidade de tratamento (depósito), verificou-se na Etapa (6) que os veículos possuem capacidade para transportar o REEE juntamente com os resíduos da coleta seletiva, portanto não haverá incremento de custo com este transporte. Com relação ao transporte da unidade de tratamento (depósito) para a unidade de reciclagem (comprador), verificou-se que o custo deste transporte fica por conta dos compradores, pois a retirada dos materiais nos locais onde se encontram é realizada por eles.

#### *6.4.2 Etapa (9) – Estimar a diferença entre a receita total e o custo total de tratamento e de transporte*

Na Etapa (9), estimou-se a diferença entre (1) a receita total proveniente da venda dos materiais aproveitados no processo de tratamento e (2) o custo total que abrange o tratamento e o transporte dos REEEs.

Para estimar a receita total, utilizou-se da Equação (5.11) considerando as receitas individuais de cada tipo de material extraído após o tratamento dos REEEs, conforme Tabelas 6.9 a 6.12.

Já o custo total da inclusão de REEE na coleta seletiva da região do estudo é obtido por meio do custo total com o tratamento - Etapa (3) - e o custo total com o transporte - Etapa (8), conforme Equação (5.12).

A receita total estimada por mês, considerando-se o índice de reaproveitamento de 1,6%, é de R\$21.779,55. Como possuem três depósitos no município, considerou-se a receita total estimada por depósito de R\$7.259,85.

Na Etapa (3), considerou-se o custo total estimado por mês para tratamento por depósito igual a R\$2.575,87. Verificou-se na Etapa (8) que não há incremento de custo, pois utilizará do mesmo veículo de transporte da coleta seletiva e os compradores dos materiais absorvem o custo do transporte para a unidade de reciclagem.

O cálculo da diferença foi realizado considerando a Equação (5.13). Desta forma, a diferença entre a receita total estimada por depósito e o custo total estimado por depósito é de R\$4.683,98 por mês.

#### *6.4.3 Etapa (10) – Análise de possibilidades na destinação do REEE*

Na Etapa (10), analisou-se (1) os dados obtidos com a aplicação do procedimento e foi possível (2) concluir a análise econômica da implementação da gestão de REEE no município de Volta Redonda, considerando quatro possibilidades. A primeira possibilidade é a prefeitura custear a coleta porta a porta do REEE e o “aparista” custear o transporte do material pós-tratamento, saindo do depósito até o destino do “aparista”. A segunda possibilidade é a prefeitura custear a coleta porta a porta do REEE e as cooperativas custearem o transporte do material pós-tratamento, saindo do depósito até as indústrias de reciclagem e de beneficiamento. A terceira possibilidade é o custeio da

coleta de REEE pelas cooperativas e o custeio pelos “aparistas” do transporte do material vendido pós-tratamento. A quarta possibilidade é o custeio pelas cooperativas tanto da coleta quanto do transporte do material pós-tratamento até as indústrias de reciclagem e de beneficiamento.

Para as estimativas em relação ao custo dos veículos, utilizou-se de dados segundo a RLV Soluções Empresariais (2017), demonstrado nos Anexos XIV a XVI. Variando de acordo com o tipo de veículo, estes dados contemplam os seguintes custos fixos: depreciação, remuneração de capital, licenciamento, seguro obrigatório, Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), salário do motorista com encargos, seguro do casco e despesas de comunicação. Já os custos variáveis por quilometro rodado, variando de acordo com o tipo de veículo, são: manutenção, pneus, câmaras, recapagem, combustível, ARLA 32 (composto químico que é injetado no sistema de escapamento dos caminhões para redução da poluição), óleo de cárter, lavagens e graxas.

Dentre os furgões leves de carga, o veículo (7) é o que possui menor custo total, sendo o custo fixo mensal de R\$4.132,50 e o custo variável por quilometro rodado de R\$0,50. Este veículo possui capacidade máxima de carga de 800 kg. Em relação aos caminhões semileves de carga, o veículo (2) é o que possui menor custo total, sendo o custo fixo mensal de R\$5.282,87 e o custo variável por quilometro rodado de R\$0,59. Este veículo possui capacidade máxima de carga de 1.785 kg. Entre as opções de caminhões semipesados de carga, o veículo (2) é o que possui menor custo total, sendo o custo fixo mensal de R\$7.242,70 e o custo variável por quilometro rodado de R\$1,09. Este veículo possui capacidade máxima de carga de 16.000 kg.

#### *6.4.3.1 – Possibilidade (1)*

Analisando a Possibilidade (1), verificou-se que os veículos que realizam a coleta seletiva dos resíduos do município possuem capacidade ociosa que permitiria coletar o REEE e ainda assim ficariam com capacidade ociosa. Nesta possibilidade, a prefeitura subsidia o custo da coleta do resíduo porta a porta nas residências e o transporte do material vendido pós-tratamento do REEE é custeado pelos “aparistas”, ou seja, é o mesmo modo como está funcionando atualmente no município.

Na Etapa (8), estimou-se a receita mensal com o REEE de R\$7.259,85 por cooperativa e na Etapa (3) estimou-se o custo fixo mensal de R\$2.575,87 por cooperativa para

tratamento do REEE coletado. Como nesta possibilidade não há custo de coleta porta a porta nas residências e nem custo de transporte do material do REEE vendido pós-tratamento para as cooperativas, estima-se por meio da aplicação da Equação (5.13) que o resultado final é positivo em R\$4.683,98.

A receita média mensal de cada cooperativa com o tratamento do resíduo proveniente da coleta seletiva existente está na ordem de R\$20.000,00. O resultado obtido com a Possibilidade (1) representa um aumento em torno de 23,42% sobre a receita do tratamento do resíduo da coleta seletiva atual.

#### *6.4.3.2 – Possibilidade (2)*

A Possibilidade (2) trabalha considerando que a prefeitura continuará arcando com os custos da coleta de REEE porta a porta nas residências e vislumbra-se a possibilidade de deixar de realizar a venda dos materiais oriundos do tratamento do REEE para os “aparistas”. A venda destes materiais seria realizada diretamente às indústrias de reciclagem e de beneficiamento, com o objetivo de conseguirem melhores preços de venda. Assim sendo, os depósitos (cooperativas) teriam que custear o transporte dos materiais até estas empresas.

Considerando o índice mensal de 1,6% de aproveitamento da estimativa total de geração de REEE no município, obtém-se a quantidade de 11,42 toneladas, o que representa uma média mensal de 3,81 toneladas por cooperativa.

Por conta do valor obtido da quantidade estimada de material proveniente do tratamento de REEE e pelos custos, optou-se por analisar os veículos do tipo furgões leves de carga, caminhões semileves de carga e caminhões semipesados de carga.

Para transportar o total de material recuperado do REEE pelas três cooperativas seriam necessárias 15 viagens e para transportar o material total recuperado por cada cooperativa seriam necessárias 5 viagens por cooperativa. Em ambos os casos, pode ocorrer do veículo viajar com capacidade ociosa, porém esta capacidade poderá ser ocupada de acordo com o volume da carga no espaço físico do veículo. A Tabela 6.13 demonstra o custo do transporte de materiais para os principais destinos onde se localizam indústrias de reciclagem e de beneficiamento. Considerou-se o custo total de um veículo para cada depósito, o custo total de um veículo atendendo os três depósitos e o custo total por depósito quando um veículo atende os três depósitos.

**Tabela 6.13:** Custo total do veículo tipo furgão leve de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município.

Estado	Cidade Destino	Distância de Ida e Volta (km)	Custo Total - Um Veículo para Cada Depósito	Custo Total - Um Veículo para os Três Depósitos	Custo Total Por Depósito - Um Veículo para os Três Depósitos
MG	Juiz de Fora	346	R\$ 5.002,69	R\$ 6.743,07	R\$ 2.247,69
RJ	Rio de Janeiro	270	R\$ 4.811,55	R\$ 6.169,65	R\$ 2.056,55
RJ	Queimados	172	R\$ 4.565,08	R\$ 5.430,24	R\$ 1.810,08
RJ	Barra Mansa	22	R\$ 4.187,83	R\$ 4.298,49	R\$ 1.432,83
RJ	Paraíba do Sul	216	R\$ 4.675,74	R\$ 5.762,22	R\$ 1.920,74
SP	São Paulo	654	R\$ 5.777,31	R\$ 9.066,93	R\$ 3.022,31
SP	Lorena	264	R\$ 4.796,46	R\$ 6.124,38	R\$ 2.041,46
SP	Pindamonhangaba	354	R\$ 5.022,81	R\$ 6.803,43	R\$ 2.267,81
Média		287,25	R\$ 4.854,93	R\$ 6.299,80	R\$ 2.099,93

Fonte: Elaboração própria a partir de RLV Soluções Empresariais (2017) e da ficha técnica do veículo fornecido pela montadora.

Para transportar o total de material recuperado do REEE pelas três cooperativas seriam necessárias 5 viagens e para transportar o material total recuperado por cada cooperativa seriam necessárias 2 viagens por cooperativa. Em ambos os casos, pode ocorrer do veículo viajar com capacidade ociosa, porém o volume da carga, de certa forma, não importa muito pelo fato do veículo possuir carroceria aberta e poder flexibilizar o tamanho da gaiola de transporte. A Tabela 6.14 demonstra o custo do transporte de materiais para os principais destinos onde se localizam indústrias de reciclagem e de beneficiamento. Considerou-se o custo total de um veículo para cada depósito, o custo total de um veículo atendendo os três depósitos e o custo total por depósito quando um veículo atende os três depósitos.

**Tabela 6.14:** Custo total do veículo tipo caminhão semileve de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município.

Estado	Cidade Destino	Distância de Ida e Volta (km)	Custo Total - Um Veículo para Cada Depósito	Custo Total - Um Veículo para os Três Depósitos	Custo Total por Depósito - Um Veículo para os Três Depósitos
MG	Juiz de Fora	346	R\$ 5.899,54	R\$ 6.721,78	R\$ 2.240,59
RJ	Rio de Janeiro	270	R\$ 5.764,09	R\$ 6.405,72	R\$ 2.135,24
RJ	Queimados	172	R\$ 5.589,42	R\$ 5.998,17	R\$ 1.999,39
RJ	Barra Mansa	22	R\$ 5.322,08	R\$ 5.374,36	R\$ 1.791,45
RJ	Paraíba do Sul	216	R\$ 5.667,85	R\$ 6.181,15	R\$ 2.060,38
SP	São Paulo	654	R\$ 6.448,49	R\$ 8.002,66	R\$ 2.667,55
SP	Lorena	264	R\$ 5.753,40	R\$ 6.380,77	R\$ 2.126,92
SP	Pindamonhangaba	354	R\$ 5.913,80	R\$ 6.755,05	R\$ 2.251,68
Média		287,25	R\$ 5.794,83	R\$ 6.477,46	R\$ 2.159,15

Fonte: Elaboração própria a partir de RLV Soluções Empresariais (2017) e da ficha técnica do veículo fornecido pela montadora.

Para transportar o total de material recuperado do REEE pelas três cooperativas juntas ou individualmente, devido à capacidade do veículo, bastaria apenas uma viagem. Em ambos os casos, o veículo irá viajar com capacidade ociosa. O fato de o veículo possuir carroceria aberta e poder flexibilizar o tamanho da gaiola de transporte, teoricamente não seria problema em relação ao volume da carga. A Tabela 6.15 demonstra o custo do transporte de materiais para os principais destinos onde se localizam indústrias de reciclagem e de beneficiamento. Considerou-se o custo total de um veículo para cada depósito, o custo total de um veículo atendendo os três depósitos e o custo total por depósito quando um veículo atende os três depósitos.

**Tabela 6.15:** Custo total do veículo tipo caminhão semipesado de carga para transporte de material reaproveitável do REEE no município.

Estado	Cidade Destino	Distância de Ida e Volta (km)	Custo Total - Um Veículo para Cada Depósito	Custo Total - Um Veículo para os Três Depósitos	Custo Total por Depósito - Um Veículo para os Três Depósitos
MG	Juiz de Fora	346	R\$ 7.619,84	R\$ 7.619,84	R\$ 2.539,95
RJ	Rio de Janeiro	270	R\$ 7.537,00	R\$ 7.537,00	R\$ 2.512,33
RJ	Queimados	172	R\$ 7.430,18	R\$ 7.430,18	R\$ 2.476,73
RJ	Barra Mansa	22	R\$ 7.266,68	R\$ 7.266,68	R\$ 2.422,23
RJ	Paraíba do Sul	216	R\$ 7.478,14	R\$ 7.478,14	R\$ 2.492,71
SP	São Paulo	654	R\$ 7.955,56	R\$ 7.955,56	R\$ 2.651,85
SP	Lorena	264	R\$ 7.530,46	R\$ 7.530,46	R\$ 2.510,15
SP	Pindamonhangaba	354	R\$ 7.628,56	R\$ 7.628,56	R\$ 2.542,85
	Média	287,25	R\$ 7.555,80	R\$ 7.555,80	R\$ 2.518,60

Fonte: Elaboração própria a partir de RLV Soluções Empresariais (2017) e da ficha técnica do veículo fornecido pela montadora.

De posse destes dados, verifica-se que o veículo do tipo furgão leve de carga, é o que apresenta os menores custos, conforme Tabela 6.13. Verifica-se também que a possibilidade de utilizar um único veículo para atender as três cooperativas reduz os custos, em média 56,75% se comparado ao custo de possuir um veículo por cooperativa. Ressalta-se que a venda destes materiais diretamente à indústria de reciclagem e beneficiamento com o transporte custeado pelas cooperativas só será vantajoso se os preços pagos pelos materiais sejam mais altos ao ponto de poder cobrir os custos elencados na Tabela 6.13. Caso contrário, será preferível continuar a vender aos “aparistas”.

Nesta possibilidade, a prefeitura custeia a coleta porta a porta nas residências e as cooperativas custeiam o transporte do material vendido pós-tratamento do REEE. Assim sendo, considerando um único veículo para atender as três cooperativas, o custo médio

de transporte é de R\$2.099,93. Na Etapa (3), estimou-se o custo fixo mensal de R\$2.575,87 por cooperativa para tratamento do REEE coletado. Utilizando a Equação (5.12), obtém-se o custo total de R\$4.675,80.

Na Etapa (8), estimou-se a receita mensal com o REEE de R\$7.259,85 por cooperativa, desta forma, estima-se através da aplicação da Equação (5.13) que o resultado final é positivo em R\$2.584,05.

A receita média mensal de cada cooperativa com o tratamento do resíduo proveniente da coleta seletiva existente está na ordem de R\$20.000,00. O resultado obtido com a Possibilidade (2) representa um aumento em torno de 12,9% sobre a receita do tratamento do resíduo da coleta seletiva atual.

Complementando a análise desta possibilidade, verificou-se que o veículo mesmo atendendo as três cooperativas no transporte dos materiais para venda, haverá ociosidade em alguns dias do mês. Sugere-se que nestes dias de ociosidade, através de agendamento prévio, o veículo seja utilizado para coletar lotes de REEE em lugares específicos. Assim sendo, isto possibilitaria oferecer um serviço diferenciado no município, aumentaria a quantidade de REEE coletado e consequentemente aumentaria a quantidade de materiais recuperados pelas cooperativas.

#### *6.4.3.3 – Possibilidade (3)*

Na Possibilidade (3), considera-se que as cooperativas custeiem a coleta do REEE e que os “aparistas” custeiem o transporte dos materiais vendidos pelas cooperativas. Em relação ao custeio da coleta pelas cooperativas, ao invés de realizar a coleta porta a porta nas residências como é feito na coleta seletiva de resíduos existente, a coleta seria realizada considerando pontos de entrega voluntária (PEVs) pré-determinados nos bairros do município. Sugere-se este modo de coleta, pois a realização da coleta porta a porta possui custo mais elevado e que possivelmente as cooperativas não conseguiriam arcar.

Inicialmente, para considerar o custo da coleta nos PEVs, foi necessário estimar a localização e quantidade de PEVs, e assim estimar a distância percorrida pelos veículos. Utilizou-se como base o itinerário da coleta seletiva atual, disponível no Anexo XIII, considerando um PEV por bairro. Considerou-se a cooperativa Folha Verde no bairro Voldac como ponto de partida e chegada dos veículos. A escolha deste ponto se deu

pelo fato da cooperativa possuir maior área útil disponível em relação às demais cooperativas. Assim sendo, realizou-se a estimativa da distância percorrida por meio da ferramenta *Google Maps*. Em relação à quantidade de REEE coletado em cada um dos turnos, considerou-se os dados da Tabela 6.8 disponível na Etapa (7). Sugere-se que para realização da coleta nos PEVs, utilize-se de veículo com carroceria do tipo gaiola, pois permite transportar equipamentos grandes, como por exemplo, geladeira. Veículos do tipo furgão, por possuírem carroceria totalmente fechada e não removível, dificultaria ou até mesmo impossibilitaria o transporte de mais de um equipamento de grande porte simultaneamente. Na Tabela 6.16, encontra-se a estimativa da distância percorrida e do volume coletado semanalmente no município.

**Tabela 6.16:** Coleta de REEE Semanal nos PEVs.

<b>Dia</b>	<b>Período</b>	<b>Distância Percorrida (km)</b>	<b>Coleta (t)</b>
<b>SEGUNDA</b>	1º Turno	34,80	1,11
	2º Turno	21,60	0,40
	<b>Subtotal</b>	<b>56,40</b>	<b>1,51</b>
<b>TERÇA</b>	1º Turno	75,00	0,77
	2º Turno	21,40	0,63
	<b>Subtotal</b>	<b>96,40</b>	<b>1,40</b>
<b>QUARTA</b>	1º Turno	27,60	1,09
	2º Turno	11,90	0,75
	<b>Subtotal</b>	<b>39,50</b>	<b>1,84</b>
<b>QUINTA</b>	1º Turno	58,20	0,64
	2º Turno	20,30	0,27
	<b>Subtotal</b>	<b>78,50</b>	<b>0,91</b>
<b>SEXTA</b>	1º Turno	24,00	0,75
	2º Turno	16,60	1,31
	<b>Subtotal</b>	<b>40,60</b>	<b>2,06</b>
<b>SÁBADO</b>	1º Turno	23,60	0,56
	2º Turno	20,60	0,41
	<b>Subtotal</b>	<b>44,20</b>	<b>0,97</b>
<b>Total</b>		<b>355,60</b>	<b>8,69</b>

*1º Turno 07:00 às 14:20 h / 2º Turno 15:30 às 22:50 h*

Fonte: Elaboração própria.

Para realizar a coleta, além do motorista, será necessário um ajudante para auxiliar no carregamento do veículo. O custo mensal total deste ajudante é de R\$ 1.962,08, conforme detalhado no Anexo XVII. A Tabela 6.17 demonstra o custo total da coleta nos PEVs considerando o veículo do tipo semileve de carga e o veículo do tipo

semipesado de carga. Considerando a média de quatro semanas por mês, a estimativa da distância mensal percorrida pelos veículos será de 1.422,40 quilômetros.

**Tabela 6.17:** Custo mensal total da coleta de REEE nos PEVs.

<b>Veículo</b>	<b>Custo Fixo Total (sem ajudante)</b>	<b>Custo Fixo do Ajudante</b>	<b>Custo Variável Total por km Rodado</b>	<b>Custo Total</b>	<b>Custo Total por Cooperativa</b>
Caminhão Semileve	R\$ 5.282,87	R\$ 1.962,08	R\$ 0,59	R\$ 8.090,00	R\$ 2.696,67
Caminhão Semipesado	R\$ 7.242,70	R\$ 1.962,08	R\$ 1,09	R\$ 10.755,20	R\$ 3.585,07

Fonte: Elaboração própria a partir de RLV Soluções Empresariais (2017), Sebrae (2017) e da ficha técnica dos veículos fornecidos pelas montadoras.

Conforme Tabela 6.17, verificou-se que o veículo do tipo caminhão semileve de carga, com capacidade de 1.785 toneladas, é o que apresenta o menor custo. Diante dos dados apresentados na Tabela 6.16 e da capacidade do veículo, verificou-se que para atender a Possibilidade (3) de coleta nos PEVs do município, será necessário apenas um veículo. Porém, nos dias de quarta feira e sexta feira, o veículo terá que atuar em dois turnos para conseguir atender a demanda. Nos demais dias, o veículo poderá atuar em um único turno, onde contará ainda com capacidade de carga ociosa.

Nesta possibilidade, as cooperativas custeiam a coleta nos PEVs e os “aparistas” custeiam o transporte do material vendido pós-tratamento do REEE. Assim sendo, o custo de coleta utilizando-se de veículo do tipo caminhão semileve de carga é de R\$2.696,67 por cooperativa. Na Etapa (3), estimou-se o custo fixo mensal de R\$2.575,87 por cooperativa para tratamento do REEE coletado. Utilizando a Equação (5.12), obtém-se o custo total de R\$5.272,54.

Na Etapa (8), estimou-se a receita mensal com o REEE de R\$7.259,85 por cooperativa. Desta forma, estima-se através da aplicação da Equação (5.13) que o resultado final é positivo em R\$1.987,31.

O resultado obtido com a Possibilidade (3) representa um aumento em torno de 9,94% sobre a receita do tratamento do resíduo da coleta seletiva atual, que está em torno de R\$ 20.000,00 mensal.

Verificou-se que em quatro dos seis dias de trabalho o veículo atuará em apenas um turno, representando assim ociosidade de trabalho. Sugere-se que nestes dias de ociosidade, através de agendamento prévio, o veículo seja utilizado para coletar lotes de REEE em lugares específicos. Assim sendo, isto possibilitaria oferecer um serviço

diferenciado no município, aumentaria a quantidade de REEE coletado e aumentaria, conseqüentemente, a quantidade de materiais recuperados pelas cooperativas.

#### *6.4.3.4 – Possibilidade (4)*

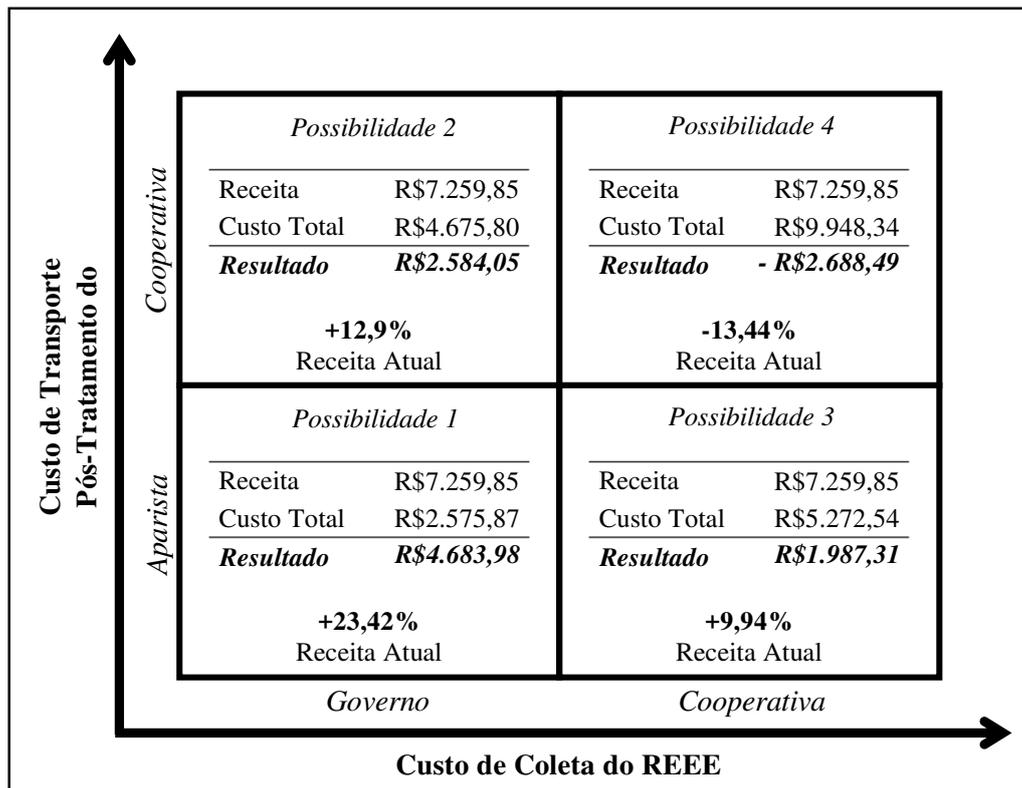
Para a Possibilidade (4), considera-se que as cooperativas custeiem a coleta do REEE e o transporte dos materiais vendidos pós-tratamento. Na Possibilidade (3), estimou-se que o custo mensal total da coleta nos PEVs pelas cooperativas é de R\$5.272,54. Já na Possibilidade (2), estimou-se que o custo médio total é de R\$2.099,93. Na Etapa (3), estimou-se o custo fixo mensal de R\$2.575,87 por cooperativa para tratamento do REEE coletado. Utilizando a Equação (5.12), obtém-se o custo total de R\$9.948,34.

Na Etapa (8), estimou-se a receita mensal com o REEE de R\$7.259,85 por cooperativa. Desta forma, estima-se através da aplicação da Equação (5.13) que o resultado final é negativo em R\$2.688,49.

O resultado obtido com a Possibilidade (4) representa um prejuízo em torno de 13,44% em relação à receita obtida com o tratamento do resíduo da coleta seletiva atual, que está em torno de R\$ 20.000,00 mensal. Para atingir o ponto de equilíbrio entre os custos e a receita, seria necessário aumentar a receita estimada da venda de materiais pós-tratamento do REEE em cerca de 37%.

#### *6.4.3.5 – Conclusão da análise*

Abordou-se nesta análise quatro possibilidades diferentes, relacionando governo, cooperativas e “aparistas”. Todos os valores estimados levaram em consideração os índices atuais de coleta e recuperação de materiais, sendo 4,87% e 1,6%, respectivamente. A Figura 6.8 representa o resumo da análise econômica por cooperativa, tendo em vista as possibilidades abordadas.



**Figura 6.8:** Resumo da Análise Econômica por Cooperativa.  
Fonte: Elaboração própria.

Chegou-se a conclusão de que a Possibilidade (1), onde o governo arca com o custo da coleta e os “aparistas” arcam com o custo do transporte do material vendido, é a melhor dentre as quatro analisadas. A segunda melhor opção é a Possibilidade (2), onde o governo custeia a coleta do REEE e as cooperativas custeiam o transporte dos materiais vendidos. Em seguida, a Possibilidade (3), onde as cooperativas arcam com a coleta do REEE e os “aparistas” arcam com o transporte do material vendido. A única possibilidade que representa prejuízo para as cooperativas é a Possibilidade (4). Caso o custo da mão de obra do técnico em eletrônica, do motorista do veículo de carga e de seu ajudante fossem custeados pelo governo, os resultados seriam bem melhores.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Aprovada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) representa um grande avanço em relação ao destino dos resíduos sólidos pós-consumo, pois além de visar à regulação, também incluiu questões relativas ao desenvolvimento econômico, social e do meio ambiente.

Neste contexto, este trabalho objetivou a elaboração de um procedimento para inclusão de REEE no sistema de coleta seletiva pré-existentes em municípios, visando o aproveitamento da estrutura existente para dar a destinação correta a este tipo de resíduo. O objetivo foi atingido, uma vez que o procedimento foi estruturado de forma que pode ser facilmente aplicado a um município ou região que possua sistema de coleta seletiva.

Além do objetivo principal, este trabalho elencou objetivos específicos que foram alcançados na medida em que o procedimento foi aplicado no município de Volta Redonda, no Estado do Rio de Janeiro. A aplicação do questionário disponível no Anexo V permitiu atingir um dos objetivos que foi estimar os pontos de geração e quantidade gerada de REEE pela população residente no município. Em seguida, o objetivo de identificar e caracterizar a estrutura atual da coleta seletiva existente no município ocorreu por meio de visita realizada às cooperativas. Através dos dados de geração de REEE e do percentual de recuperação de materiais junto às cooperativas, foi possível estimar a quantidade de material recuperável de REEE, a receita total e o custo total. Por último, realizou-se a análise econômica, baseado nos resultados obtidos nos objetivos anteriores com o indicativo de viabilidade da inclusão do REEE na coleta seletiva do município e verificou-se o percentual do aumento na receita das cooperativas, considerando que a receita média atual é de R\$ 20.000,00 por mês.

O município de Volta Redonda com seus mais de 100 mil domicílios tem estimado um potencial de geração de REEE considerável, estando na ordem de 713 toneladas por mês. O programa atual de coleta seletiva do município tem histórico de coleta de 4,87% e aproveitamento de cerca de 1,6% do total de resíduos gerados. Mesmo considerando este índice para as estimativas relacionadas ao REEE, identificou-se possibilidades de ganhos para a gestão pública, para a sociedade e para as cooperativas.

Na análise econômica, considerou-se quatro possibilidades diferentes, relacionando governo, cooperativas e “aparistas” no que tange a coleta de resíduos e o transporte dos materiais vendidos oriundos do tratamento do REEE.

Verificou-se na conclusão que de quatro possibilidades, apenas uma não possui resultado positivo. Na Possibilidade (1), com melhor resultado, onde o governo arca com o custo da coleta e os “aparistas” arcam com o custo do transporte do material vendido, percebe-se a importância do subsídio junto a estas cooperativas.

As estimativas demonstram que existem possibilidades para o incremento do REEE no programa de coleta seletiva atual, não havendo aumento de custo para o poder público para que tal ação ocorra no município em estudo.

Concluiu-se que a estrutura atual comporta facilmente a inclusão do REEE, necessitando apenas de poucos ajustes. Percebeu-se que há necessidade de realização de algumas benfeitorias nos depósitos onde as cooperativas atuam e a necessidade de se fazer um trabalho de assessoramento contínuo junto a estas cooperativas no que tange a gestão e a operação. De um modo geral, a gestão e a operação destas cooperativas se dá de forma precária e pouco profissional, o que prejudica muito o trabalho realizado por elas. O que faz o resultado destas cooperativas acontecer é o empenho dos cooperados, no entanto, falta-lhes instrução. Este trabalho de assessoria permitiria aprimorar a eficiência destas cooperativas, conseqüentemente permitiria o aumento no índice de recuperação dos materiais coletados.

Percebeu-se também a necessidade de realização de um novo trabalho junto à população do município para divulgação sobre o programa de coleta seletiva e a conscientização da necessidade de separar os materiais recicláveis e disponibilizá-los adequadamente nos dias programados para a coleta seletiva. Sobretudo, com a inclusão do REEE, se faz mais necessário ainda este trabalho de conscientização.

Outro aspecto que se fez possível de perceber foi a pouca parceria entre cooperativas, governo e empresas. As parcerias permitem inúmeros benefícios a todos os envolvidos, desde que o apoio seja recíproco e haja sinergia entre as partes.

O conceito de “responsabilidade compartilhada” inserido na PNRS, institui que deve existir sistemas de coleta e recuperação de materiais após o consumo, proporcionando a continuidade do ciclo de vida do produto, retornando como insumo para fabricação de

novos produtos. Para o governo, cooperativas, indústria e sociedade, é importante que a quantidade de materiais coletados seja cada vez maior, para que assim, a legislação seja cumprida e haja retorno econômico, além dos benefícios relacionados à sustentabilidade. Desta forma, leva-se a crer que se pondo em prática este procedimento, juntamente às sugestões de melhorias apresentadas, será possível elevar os índices de coleta e de recuperação de materiais, conseqüentemente reduzindo a quantidade de resíduos que são destinados aos aterros sanitários, além de aumentar a receita das cooperativas, em consonância com o viés social da lei de resíduos.

Considerou-se como limitação deste estudo o fato de não haver dados absolutos e oficiais sobre a geração de resíduos eletrônicos no município, obrigando o estudo a trabalhar com estimativas. O acesso aos dados e informações oficiais da prefeitura do município também foi limitado. Tentou-se, através do envio de questionário para obtenção de informações junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e apesar de diversas reiteraões, não foi possível obter retorno.

Há que se considerar também uma limitação do estudo referente aos dados fornecidos pela população na aplicação do questionário referente à geração de REEE. Ressalta-se que o procedimento tem como propósito auxiliar na análise de inclusão de REEE em um programa já existente de coleta seletiva. Caso os dados fornecidos pela população sejam discrepantes da realidade, haverá interferência direta ao longo do procedimento.

Quanto à sugestão para novos estudos, recomenda-se aprofundar nos aspectos logísticos da coleta seletiva do município, onde se acredita que é possível melhorar a eficiência do trabalho que tem sido realizado. Sugere-se que sejam realizados estudos de assistência técnica às cooperativas e também o estudo da possibilidade de implementação de uma planta industrial de reciclagem de resíduos sólidos no município ou nas proximidades.

Diante do estudo apresentado, é possível citar que o procedimento auxilia na análise de inclusão do REEE no programa de coleta seletiva existente em municípios que estão em busca da correta destinação de seus resíduos. Cabe destacar que a gestão de resíduos tem alto grau de complexidade, sobretudo por não depender apenas de um agente para que ela aconteça de forma correta e eficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI**, 2012.

ABINEE. Panorama Econômico e Desempenho Setorial. 2016a.

ABINEE. **Desempenho Setorial - DECON**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2016b.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2015.

ACOMB, J. C.; NAHIL, M. A.; WILLIAMS, P. T. Thermal processing of plastics from waste electrical and electronic equipment for hydrogen production. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 103, p. 320–327, 2013.

ARAÚJO, M. G.; MAGRINI, A.; MAHLER, C. F. BILITEWSKI, B. A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. **Waste Management**, v. 32, n. 2, p. 335–342, 2012.

BABBITT, C. W.; KAHHAT, R.; WILLIAMS, E.; BABBITT, G. Evolution of Product Lifespan and Implications for Environmental Assessment and Management: A Case Study of Personal Computers in Higher Education. **Environmental Science & Technology**, v. 43, n. 13, p. 5106–5112, 2009.

BESEN, G. R.; FREITAS, L.; JACOBI, P. R. **Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. 1ª ed. São Paulo, 2016.

BRASIL. **Lei 8.949/1994 - Artigo 442 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)**. Disponível em: <[http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/Leis/8949\\_94.html](http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/Leis/8949_94.html)>. Acesso em: 5 nov. 2017.

BRASIL. **Presidência Da República**, 2010.

CÂMARA, J. B. D. Governança Ambiental No Brasil: Ecos Do Passado. **Revista De Sociologia E Política**, v. 21, p. 125–146, 2013.

CHUNG, S. S.; LAU, K. Y.; ZHANG, C. Generation of and control measures for, e-waste in Hong Kong. **Waste Management**, v. 31, n. 3, p. 544–554, 2011.

COCHRAN, W. G. **Sampling Techniques**. 3ª ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1977.

CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I.; KOH, S. C. L.; Rosa, P. Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 51, p. 263–272, 2015.

DE SOUZA, R.; CLÍMACO, J. C. N.; SANT'ANNA, A. P.; ROCHA, T. B.; DO VALLE, R. A. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil. **Waste Management**, 2015.

DUAN, H.; WANG, J.; HUANG, Q. Encouraging the environmentally sound management of C&D waste in China: An integrative review and research agenda. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 611–620, 2015.

EUROPEAN PARLIAMENT. Diretiva do Conselho 75/442/CEE. **Oficial da Comunidade Europeia**, 1975.

EUROPEAN PARLIAMENT. Directiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. **Official Journal of the European Union**, 2003.

EUROPEAN PARLIAMENT. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council on waste electrical and electronic equipment (WEEE). **Official Journal of the European Union**, 2012.

EUROSTAT. **Eurostat - Tables, Graphs and Maps Interface (TGM)**. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020\\_rt130&plugin=1](http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_rt130&plugin=1)>. Acesso em: 20 out. 2016.

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 73–82, 2011a.

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 73–82, 2011b.

FUNAG. **Relatório Rio +20 - O modelo brasileiro**, 2012.

GARLAPATI, V. K. E-waste in India and developed countries: Management, recycling, business and biotechnological initiatives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 874–881, 2016.

GERJ, Governo do Estado do Rio de Janeiro. **Plano estadual de resíduos sólidos do Rio de Janeiro - relatório síntese**. Rio de Janeiro, 2013.

Grant, K.; Goldizen, F. C.; Sly, P. D.; Brune, M. N.; Neira, M.; VAN DEN BERG, M.; Norman, R. E. Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. **The Lancet Global Health**, v. 1, n. 6, p. e350–e361, 2013.

GUABIROBA, R. C. S. **Procedimento para Definição de Consórcio Públicos Responsáveis pela Coleta de Resíduos Recicláveis Domiciliares com Base em Medidas de Ecoeficiência**.

Rio de Janeiro, 2013.

GUABIROBA, S.; MEIRELES, R.; SILVA, C. Value chain analysis of waste cooking oil for biodiesel production: Study case of one oil collection company in Rio de Janeiro - Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3928–3937, 2017.

GUARNIERI, P.; E SILVA, L. C.; LEVINO, N. A. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 1105–1117, 2016.

GUTBERLET, J. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, v. 45, p. 22–31, 2015.

HEEKS, R.; SUBRAMANIAN, L.; JONES, C. Understanding e-waste management in developing countries: strategies, determinants, and policy implications in the indian ICT sector. **Information Technology for Development**, 2015.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2008.

IBGE. **IBGE Cidades: Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=33&search=rio-de-janeiro>>. Acesso em: 18 dez. 2016a.

IBGE. **IBGE Cidades - Rio de Janeiro - Volta Redonda - Censo Demográfico 2010: Resultados da Amostra - Domicílios**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=330630&idtema=94&search=rio-de-janeiro%7Cvolta-redonda%7Ccenso-demografico-2010:-resultados-da-amostra-domicilios-->>>. Acesso em: 30 nov. 2016b.

INSTITUTO ETHOS. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Desafios e Oportunidades para as Empresas. p. 1–72, 2012.

IPEA. Diagnóstico sobre catadores de resíduos sólidos. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Relatório de Pesquisa**, p. 70, 2012a.

IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Logística Reversa Obrigatória. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Relatório de Pesquisa**, p. 42, 2012b.

IPEA. Diagnóstico de Educação Ambiental em Resíduos Sólidos. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Relatório de Pesquisa**, 2012c.

KANTARELIS, E.; YANG, W.; BLASIAK, W.; FORSGREN, C.; ZABANIOTOU, A. Thermochemical treatment of E-waste from small household appliances using highly pre-heated nitrogen-thermogravimetric investigation and pyrolysis kinetics. **Applied Energy**, v. 88, n. 3, p. 922–929, 2011.

- KOBAL, A.; SANTOS, S. M.; SOARES, F.; LÁZARO, J. C. Cadeia de suprimento verde e logística reversa - os desafios com os resíduos eletroeletrônicos. **Produto & Produção**, v. 14, n. 1, p. 55–83, 2013.
- LOJA DO MECÂNICO. **Loja de ferramentas e equipamentos**. Disponível em: <<http://www.lojadomecanico.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- MAGALINI, F.; KUEHR, R.; BALDÉ, C. P. E-Waste in Latin America. n. November, p. 37, 2015.
- MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI, A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 7–20, 2008.
- MARTILHO, M. C.; PENTEADO, C. S. G.; TONSO, S. **Subsídios à gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: diagnóstico do município de Piracicaba-SP**. Limeira, 2012.
- MENAD, N.; KANARI, N.; MENARD, Y.; VILLENEUVE, J. Process simulator and environmental assessment of the innovative WEEE treatment process. **International Journal of Mineral Processing**, v. 148, p. 92–99, 2016.
- MENAD, N.; GUIGNOT, S.; VAN HOUWELINGEN, J. A. New characterisation method of electrical and electronic equipment wastes (WEEE). **Waste Management**, v. 33, n. 3, p. 706–713, 2013.
- MENAD, N.; HOUWELINGEN, J. A. VAN; VAN HOUWELINGEN, J. A. Identification and Recovery of Rare Metals in Electric and Electronic Scrap. **ResearchGate**, 2011.
- MIGLIANO, J. E. B.; DEMAJOROVIC, J. Desafios e perspectivas para a logística reversa de resíduos de microinformática no Brasil. **XXXVII Encontro da ANPAD**, p. 1–16, 2013.
- MMA. Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes - Edital 01/2013. **Brasil - Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano**, p. 1–8, 2013.
- MMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Contexto e Principais Aspectos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos>>. Acesso em: 6 out. 2016.
- MOTA, A. E. A. S.; PINHEIRO, R. F.; SANTOS, T. M.; MELO, A. C. SILVA. NUNES, D. R. L. Challenges and opportunities of Reverse Logistics in the context of the National Solid Waste Policy. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 10, n. 4, p. 55–68, 2015.
- MOURA, A. M. M. DE. **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas**

**públicas**, 2016.

MÜLLER, E.; WIDMER, R. Materialflüsse der elektrischen undelektronischen Geräte in der Schweiz. p. 1–25, 2010.

PREFEITURA DE VOLTA REDONDA. **Mapa do município de Volta Redonda: bairros e setores**. Volta Redonda, 2016.

PRYSHLAKIVSKY, J.; SEARCY, C. Fifteen years of ISO 14040: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 57, p. 115–123, 2013.

PUCKETT, J.; BYSTER, L.; WESTERVELT, S.; GUTIERREZ, R.; DAVIS, S.; HUSSAIN, A.; DUTTA, M. Exporting harm: the high-tech trashing of Asia. **The Basel Action Network, Seattle**, p. 1–54, 2002.

RLV SOLUÇÕES EMPRESARIAIS. **Custos fixos e variáveis - veículo comercial leve**. Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/truckinfo/furgoes.xls>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

SCHLUEP, M.; MÜLLER, E.; OTT, D.; ROCHAT, D. E-Waste Assessment Methodology - Training & Reference Manual. n. October, p. 106, 2012a.

SCHUELP, M.; HAGELUEKEN, C.; KUEHR, R.; MAGALINI, F.; MAURER, C.; MESKERS, C.; MUELLER, E.; WANG, F. Recycling - from e-waste to resources. **United Nations Environment Programme & United Nations University**, p. 120, 2009.

SEBRAE. **Como montar um serviço de reciclagem de lixo eletrônico**. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-servico-de-reciclagem-de-lixo-eletronico,e4397a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 20 maio. 2017.

SEBRAE. **Encargos trabalhistas e o impacto na gestão financeira**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3tZ7N-rTXAhUCTZAKHR7eAb0QFggrMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.sebrae.com.br%2FSebrae%2FPortal%2520Sebrae%2FAnexos%2FTabela%2Bde%2Bc%25C3%25A1lculo%2Bdo%2Bcusto%2Bdo%2Be>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4<sup>a</sup> ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SINE. **Site Nacional de Empregos - Média Salarial de Técnico em Eletrônica no Brasil**. Disponível em: <<https://www.sine.com.br/media-salarial-para-tecnico-em-eletronica>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

SINHA, S.; MAHESH, P.; DONDERS, E.; BREUSEGEM, W. V. Waste electrical and the EU

and India: sharing best practices. 2010.

SMP-VR. Secretaria Municipal de Planejamento de Volta Redonda - **Plano municipal de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos de Volta Redonda**. Volta Redonda, 2015.

STHIANNOPKAO, S.; WONG, M. H. Handling e-waste in developed and developing countries: initiatives, practices, and consequences. **Science of the Total Environment**, v. 463–464, p. 1147–1153, 2013.

TOXICS LINK. **E-waste - Designing Take Back Systems: A National Workshop Report**, 2012.

UNEA. **Environmentally sound technology and waste**, 2016.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BONI, H. **Global perspectives on e-waste Environmental Impact Assessment Review**, 2005.

XAVIER, L. H.; CARVALHO, T. C. M. DE B. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ZOETEMAN, B. C. J.; KRIKKE, H. R.; VENSELAAR, J. Handling WEEE waste flows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 47, n. 5–8, p. 415–436, 2010.

**Anexo I – Questionário Cooperativa: Gestão de Resíduos Sólidos.**

Data: ____/____/____	Local: <b>Volta Redonda-RJ</b>	Pesquisador: <b>Daniel Baratieri Valente</b> <a href="mailto:danvalente11@gmail.com">danvalente11@gmail.com</a> ☎️ (24) 98808-2578 ☎️ (24) 3076-8740
----------------------	--------------------------------	--

Meu nome é Daniel, sou aluno do Mestrado Profissional da Universidade Federal Fluminense. Estou fazendo uma pesquisa sobre a geração e o gerenciamento de lixo eletroeletrônico na cidade de Volta Redonda. Antecipadamente agradeço por participar da pesquisa.

1- Informações Gerais	
<b>Cooperativa</b>	
<b>Endereço / Cidade</b>	
<b>Nome e a Função da Pessoa de Contato</b>	
<b>Telefone</b>	
<b>E-mail</b>	
<b>Quais atividades de reciclagem que a Cooperativa realiza?</b>	<input type="checkbox"/> Coleta <input type="checkbox"/> Desmontagem <input type="checkbox"/> Reciclagem <input type="checkbox"/> Recondicionamento <input type="checkbox"/> Outro: _____
<b>A Cooperativa é certificada ISO 14001?</b>	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não    Explique: _____ _____
<b>A Cooperativa trabalha e/ou recebem resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?</b>	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

**2- Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos**

**2.1- Quais são as vias/canais pelos quais os resíduos chegam até a Cooperativa? Em termos de montantes, qual é a via/canal mais importante?**

---



---



---

**2.2- Quais as partes envolvidas e suas responsabilidades no processo da Cooperativa?**

---



---



---

**2.3- A Cooperativa recebe algum tipo de subsídio? Se a resposta for “Sim”, quais? Detalhe sua resposta.**

---



---



---

### 3- Recebimento/Tratamento de Resíduos Sólidos

<b>3.1- Resíduos Sólidos que são Tratados</b>				
<b>Quais tipos de produtos e resíduos recebidos/tratados?</b>	<b>Qual a quantidade em unidades ou quilos por mês que são recebidos/tratados?</b>	<b>Qual a capacidade máxima em unidades ou quilos por mês que podem ser recebidos/tratados?</b>	<b>Há cobrança e/ou pagamento pelo tratamento dos respectivos produtos? Ou aceita os produtos gratuitamente? Marque a(s) opção(ões)</b>	<b>Por qual valor é vendido por unidade ou quilo do produto? (Preço em média)</b>
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____
Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	Recebido: _____ Tratado: _____	<input type="checkbox"/> Paga <input type="checkbox"/> Cobra <input type="checkbox"/> Gratuito	Vendido: _____

#### 4- Resíduos Sólidos Eletroeletrônicos

##### 4.1- A Cooperativa recebe Resíduos Eletroeletrônicos?

Não

Sim. Quais? \_\_\_\_\_

O que é feito com estes resíduos após o recebimento? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

##### 4.2- Existe algum projeto em desenvolvimento relacionado Resíduos Eletroeletrônicos na Cooperativa? Há perspectivas de implementação nos próximos 12 meses?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 5- Questões Gerais

##### 5.1- Quais os principais obstáculos enfrentados pela Cooperativa?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

##### 5.2- Do seu ponto de vista, o que deve ser feito para facilitar a gestão de resíduos sólidos junto à Cooperativa?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

##### 5.3- Comentários adicionais:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Muito obrigado por participar da pesquisa!**

CHECK LIST DEPÓSITOS						
		LOCAL: _____				
Check List						
	Itens	Descrição	SIM	NÃO	PERMITE	Observação
Características do Depósito	01	Caminhões conseguem chegar até o local do depósito?				
	02	Possui entrada de carga ampla?				
	03	Possui rampa(s) para acesso de empilhadeira?				
	04	Possui espaço para circulação de empilhadeira?				
	05	Possui local para bancada de teste e verificação dos produtos recebidos?				
	06	Existe local para acondicionamento de produtos passíveis de reutilização (item X)?				
	07	O local do item X é fechado, sem poeira, sem umidade e movimentação excessiva?				
	08	Existe local para que seja feito o acondicionamento de produtos não aptos ao reuso?				
	09	Existe local para que seja feita a desmontagem de produtos não aptos ao reuso?				
	10	O local de acondicionamento (item X) e desmontagem (item X) são próximos?				
	11	O local de desmontagem possui ferramentas?				
	12	O local de desmontagem possui fácil acesso à ferramentas?				
	13	Possui local para armazenamento dos produtos pós desmontagem?				
	14	O local de armazenamento pós desmontagem é coberto?				
Recurso para Armazenamento	15	Possui caixa para armazenamento?				
	16	Possui tambores para armazenamento?				
	17	Possui <i>bags/bigbags</i> para armazenamento?				
	18	Possui <i>palets</i> para armazenamento?				
	19	Possui caçamba para armazenamento?				

## CHECK LIST DEPÓSITOS

LOCAL: 

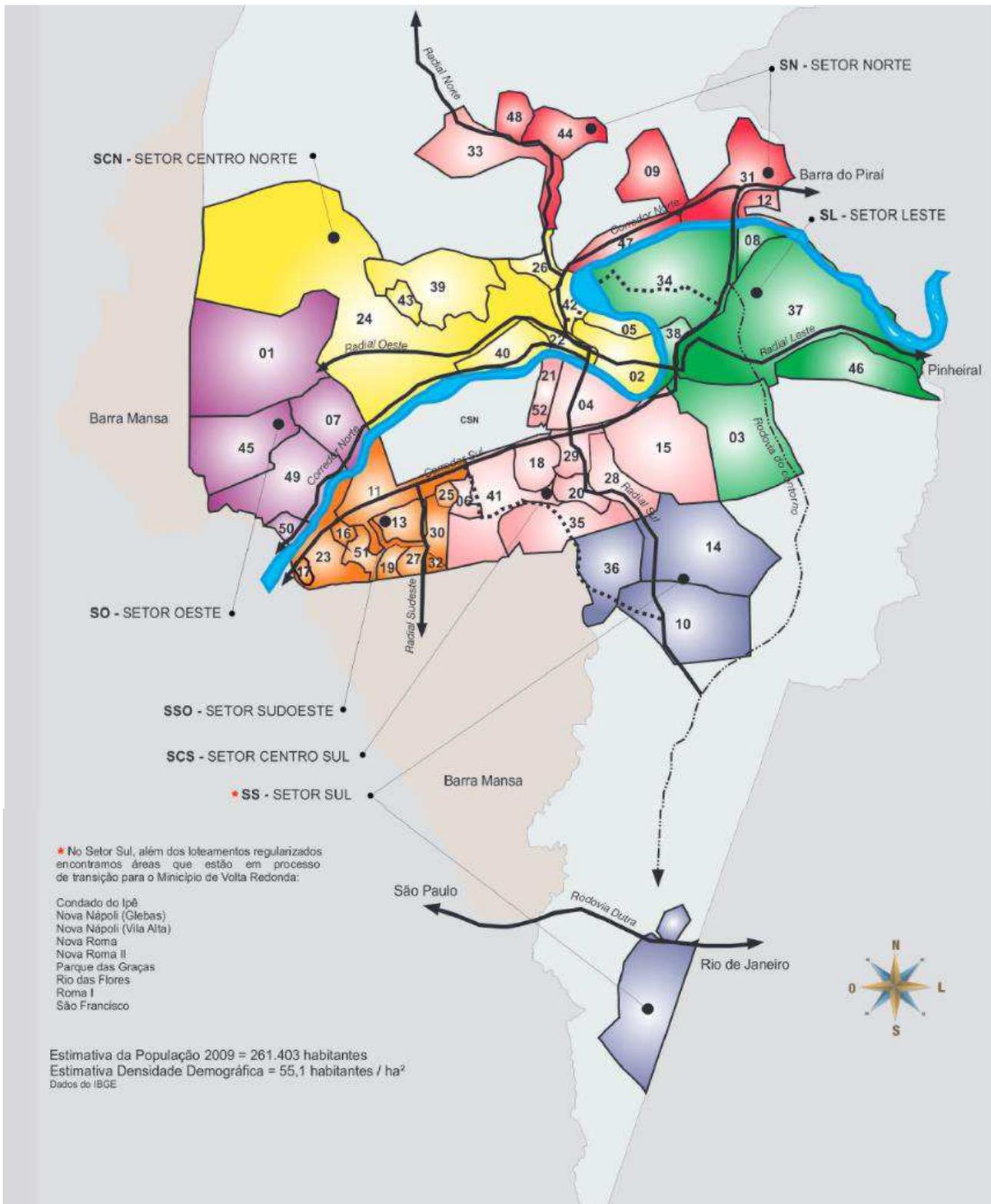
### Check List

	Itens	Descrição	SIM	NÃO	PERMITE	Observação
Segurança dos Trabalhadores	20	Possui extintores?				
	21	Possui gorro?				
	22	Possui óculos?				
	23	Possui bota?				
	24	Possui máscara?				
	25	Possui luvas?				
	26	Possui avental?				
Equipamentos e Ferramentas	27	Possui bancada para teste e verificação dos produtos recebidos?				
	28	A bancada possui manta antiestática?				
	29	A bancada possui pontos de eletricidade próximos?				
	30	A bancada possui ferramentas de fácil acesso?				
	31	Possui prensa?				
	32	Possui balança?				
	33	Possui empilhadeira?				
	34	Possui ferramentas pneumáticas?				
	35	Possui ferro de solda?				
	36	Possui aquecedores para soldas?				
	37	Possui chaves diversas (chaves de fenda, philips, boca, etc.)				
	38	Possui martelo?				
	39	Possui alicates diversos?				
	40	Possui furadeira?				
	41	Possui brocas?				

<b>Observações:</b>
Data: _____/_____/_____ Local: _____
Responsável pela verificação: _____
Acompanhado por: _____
<b>PERMITE:</b> Significa que é possível uma futura inserção deste item no objeto de análise

Fonte: Elaboração própria.

Anexo III – Mapa do município de Volta Redonda/RJ dividido em setores.



Fonte: (PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2016).

Anexo IV – Informações sobre a população do município de Volta Redonda/RJ.

*Setor	*Bairro	*Código do Bairro	*Área (ha) IBGE - Ano 2000	População		Nº de Domicílios	
				*Ano 2000	**Ano 2016	*Ano 2000	**Ano 2016
SETOR CENTRO NORTE	Aero Clube	2	116,82	1.424	1.551	417	590
	Barreira Cravo	5	28,2	2.018	2.198	591	836
	Belo Horizonte	43	20,11	2.798	3.048	819	1.159
	Niterói	22	32,69	1.798	1.958	526	744
	Retiro	24	805,21	28.516	31.060	8.348	11.809
	São João Batista	26	14,43	654	712	191	271
	Vila Brasília	39	95,27	12.326	13.426	3.609	5.104
	Vila Mury	40	86,35	8.554	9.317	2.504	3.542
	Voldac	42	36,98	1.337	1.456	391	554
	<b>TOTAL</b>			<b>1.236,06</b>	<b>59.425</b>	<b>64.727</b>	<b>17.397</b>
SETOR OESTE	Açude	1	104,12	8.172	8.901	2.392	3.384
	Belmonte	7	124,07	5.948	6.479	1.741	2.463
	Jardim Belmonte	50	20,96	1.362	1.484	399	564
	Jardim Padre Josimo Tavares	45	126,36	4.160	4.531	1.218	1.723
	Siderlândia	49	140,72	8.541	9.303	2.500	3.537
	<b>TOTAL</b>			<b>516,23</b>	<b>28.183</b>	<b>30.697</b>	<b>8.251</b>
SETOR NORTE	***Santa Cruz II	48	0	0	0	0	0
	Candelária	9	54,39	1.341	1.461	393	555
	Dom Bosco	12	32,54	2.175	2.369	637	901
	Pinto da Serra	47	84,46	609	663	178	252
	Santa Cruz	44	80,89	10.084	10.984	2.952	4.176
	Santa Rita do Zarur	33	92,03	2.939	3.201	860	1.217
	São Luiz	31	117,07	5.814	6.333	1.702	2.408
	<b>TOTAL</b>			<b>461,38</b>	<b>22.962</b>	<b>25.011</b>	<b>6.722</b>
SETOR LESTE	Água Limpa	3	95,64	9.407	10.246	2.754	3.895
	Brasilândia	8	70,63	3.278	3.570	960	1.357
	Santo Agostinho	34	332,91	25.533	27.811	7.475	10.574
	Três Poços	37	787,14	3.438	3.745	1.007	1.424
	Vila Americana	38	32,27	3.506	3.819	1.026	1.452
	Vila Rica	46	28,02	4.486	4.886	1.313	1.858
	<b>TOTAL</b>			<b>1.346,61</b>	<b>49.648</b>	<b>54.077</b>	<b>14.535</b>
SETOR SUL	Casa de Pedra	10	43,86	3.436	3.743	1.006	1.423
	Jardim Belvedere	14	65,78	2.686	2.926	786	1.112
	Siderópolis	36	37,37	2.278	2.481	667	943
	<b>TOTAL</b>			<b>147,01</b>	<b>8.400</b>	<b>9.149</b>	<b>2.459</b>

*Setor	*Bairro	*Código do Bairro	*Área (ha) IBGE - Ano 2000	População		Nº de Domicílios	
				*Ano 2000	**Ano 2016	*Ano 2000	**Ano 2016
SETOR CENTRO SUL	Aterrado	4	112,93	4.891	5.327	1.432	2.025
	Bela Vista	6	19,28	822	895	241	340
	Jardim Amália	15	152,33	6.492	7.071	1.901	2.688
	***Jardim Paraíba	52	17,36	826	900	242	342
	Laranjal	18	74,79	2.008	2.187	588	831
	Monte Castelo	20	30,06	3.755	4.090	1.099	1.555
	Nossa Senhora das Graças	21	29,01	1.499	1.633	439	621
	São Geraldo	28	36,78	3.878	4.224	1.135	1.606
	São João	29	50,99	3.213	3.500	941	1.331
	Sessenta	35	51	3.393	3.696	993	1.405
	Vila Santa Cecília	41	100,08	4.442	4.838	1.300	1.839
<b>TOTAL</b>			<b>674,61</b>	<b>35.219</b>	<b>38.361</b>	<b>10.311</b>	<b>14.585</b>
SETOR SUDOESTE	***Duzentos e Quarenta e Nove	51	25,83	0	0	0	0
	Conforto	11	88,29	7.030	7.657	2.058	2.911
	Eucaliptal	13	45,86	5.741	6.253	1.681	2.377
	Jardim Europa	16	14,04	741	807	217	307
	Jardim Suíça	17	6,45	156	170	46	65
	Minerlândia	19	16,48	1.344	1.464	393	557
	Ponte Alta	23	83	6.805	7.412	1.992	2.818
	Rústico	25	9,16	1.239	1.350	363	513
	Santa Inez	32	10,15	390	425	114	162
	São Cristóvão	27	22,55	1.879	2.047	550	778
	São Lucas	30	39,77	2.670	2.908	782	1.106
<b>TOTAL</b>			<b>361,58</b>	<b>27.995</b>	<b>30.493</b>	<b>8.196</b>	<b>11.593</b>

TOTAL	*Área (ha) IBGE – Ano 2000	População		Nº de Domicílios	
		*Ano 2000	**Ano 2016	*Ano 2000	**Ano 2016
TOTAL <sup>1</sup> (somatório dos totais por setor)	4.743,48	231.832	252.515	67.872	96.004
Não Especificado (**outras áreas)	13.553,88	10.231	11.144	2.995	4.237
<b>TOTAL<sup>2</sup> (TOTAL<sup>1</sup> + Não especificado)</b>	<b>18.297,36</b>	<b>242.063</b>	<b>263.659</b>	<b>70.867</b>	<b>100.241</b>

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Volta Redonda (2016b).

**Anexo V - Questionário – Perfil Residencial.**

Olá, meu nome é \_\_\_\_\_. Estou coletando dados para uma pesquisa sobre a geração e o gerenciamento de lixo eletroeletrônico na cidade de Volta Redonda.

Posso fazer algumas perguntas sobre lixo eletroeletrônico? Antecipadamente agradeço por participar da nossa pesquisa.

Você sabe o que é lixo eletrônico ou resíduo de equipamento eletroeletrônico? (*Se for necessário, explique à pessoa entrevistada o que é*). O ideal é que a resposta seja “sim”.

1. **Nome:** \_\_\_\_\_ **E-mail:** \_\_\_\_\_

2. **Bairro:** \_\_\_\_\_

3. **Tipo de Residência:**  Casa  Apartamento  Própria  Alugada  Cedida

4. **Indique seu sexo:**  Masculino  Feminino

5. **Indique sua idade**

Menos de 20 anos

De 31 a 40 anos

De 51 a 60 anos

De 20 a 30 anos

De 41 a 50 anos

Mais de 61 anos

6. **Indique seu grau de escolaridade**

Fundamental Incompleto

Médio Completo

Pós-Graduação

Fundamental Completo

Superior Incompleto

Médio Incompleto

Superior Completo

**Perguntas sobre consciência e comportamento**

7. **Você está ciente de que o lixo eletroeletrônico precisa de um tratamento especial para ser descartado com segurança?**  Sim  Não

8. **Os coletores de resíduos pegam o lixo na sua porta? Eles pegam resíduos eletroeletrônicos também?**  Sim/Sim  Sim/Não  Não

9. **Qual tipo de coleta de resíduo?**  Informal  Privado  Municipal

10. **A coleta atual de lixo eletrônico é conveniente para você?**  Sim  Não

11. **O que poderia ser melhorado?** \_\_\_\_\_

**Número de equipamentos eletroeletrônicos na residência**

12. **Quantos aparelhos de cada produto eletroeletrônico você tem em sua casa (em uso e/ou guardado)?**

<b>Grandes Eletrodomésticos (Categoria 1)</b>				
<b>Produto</b>	<b>Qtde</b>	<b>Tempo de Uso</b>	<b>Por quanto tempo ainda pretender utilizar?</b>	<b>Por quanto tempo deixa o produto guardado antes de dispor dele?</b>
Geladeira				
Ar Condicionado				
Máquina de Lavar				
Secadora de Roupas				
Lava-louças				
Fogão				
Forno Elétrico/a Gás				
Freezer				

Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2)				
Produto	Qtde	Tempo de Uso	Por quanto tempo ainda pretender utilizar?	Por quanto tempo deixa o produto guardado antes de dispor dele?
Ferro de Passar				
Mixer				
Batedeira				
Microondas				
Secador de Cabelo				
Liquidificador				
Ventilador				
Aspirador de Pó				
Torradeira				

Equipamentos de Informática e Telecomunicações (Categoria 3)				
Produto	Qtde	Tempo de Uso	Por quanto tempo ainda pretender utilizar?	Por quanto tempo deixa o produto guardado antes de dispor dele?
Desktop/Torre (PC)				
Monitor de Tubo				
Monitor de				
Laptop/Notebook				
Telefone Celular				
Telefone Fixo				
Impressora				
Scanner/Digitalizador				
Aparelho de Fax				
Teclado				
Mouse				
Modem				
Roteador				
Hub				

Equipamentos de Consumo (Categoria 4)				
Produto	Qtde	Tempo de Uso	Por quanto tempo ainda pretender utilizar?	Por quanto tempo deixa o produto guardado antes de dispor dele?
TV de Tubo				
TV				
Rádio				
Som Microsystem				
Home Theater				
Aparelho DVD				
Aparelho Blu-ray				
Vídeo Cassete				
Tocador de MP3				
Câmera				

### Rastreamento dos produtos

#### 13. Compra e uso dos produtos:

13.1 Você costuma comprar seus produtos onde? Escolha até três opções:

- Supermercado
  Internet  
 Segunda mão (produtos usados)
  Outra: \_\_\_\_\_  
 Loja física

13.2 Em que condição você compra seus produtos eletroeletrônicos?

- Novo
  Usado, mas funcionando
  Quebrado (sem funcionar)

13.3 Quando você tem um produto em fim de vida, em que condições ele se encontra? Escolha a opção e faça anotações:

- Funcionando
- Quebrado (sem funcionar)
- Quebrado (sem funcionar), porém com condições de reparo

**14. Eliminação dos produtos: Como você elimina seus produtos eletroeletrônicos?**

- Vende para revendedores de produtos usados
- Vende ou doa para revendedor de sucata
- Descarta junto com o lixo residencial
- Entrega para coleta de lixo eletroeletrônico
- Coloca na rua
- Armazena em casa
- Vende para outra pessoa
- Doa
- Outra: \_\_\_\_\_

**Informações Gerais**

**15. Você daria gratuitamente seu lixo eletroeletrônico ao coletor se você tivesse certeza que o lixo será cuidado corretamente e de modo que seja útil e que não polua o ambiente?**  Sim  Não

**16. Você acha que Volta Redonda deveria ter um sistema de gestão do lixo eletroeletrônico?**  Sim  Não

**17. Quantas pessoas moram em sua residência?**  1  2  3-4  5-6  7-8  + de 8

**18. Qual a renda mensal na sua residência (SM = Salário Mínimo)?**

- até 2 SM
- de 2 a 4 SM
- de 4 a 10 SM
- de 10 a 20 SM
- acima de 20 SM

*Obrigado por participar da nossa pesquisa!*

Anexo VI – Tabelas utilizadas para tabulação dos dados em Excel.

SETOR _____																															
1ª Parte Questionário																															
ID	Tipo de Residência					Sexo		Idade						Grau de Escolaridade						Item 7		Item 8			Item 9			Item 10			
	Casa	Apartamento	Própria	Alugada	Cedida	Homem	Mulher	Menos de 20 anos	De 20 a 30 anos	De 31 a 40 anos	De 41 a 50 anos	De 51 a 60 anos	Mais de 61 anos	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Médio Incompleto	Médio Completo	Superior Incompleto	Superior Completo	Pós Graduação	Sim	Não	Sim/Sim	Sim/Não	Não	Informal	Privado	Municipal	Sim	Não	
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
X																															
T																															

Fonte: Elaboração própria.

SECTOR \_\_\_\_\_

2ª Parte Questionário

	Item 13.1	Item 13.2	Item 13.3	Item 14	Item 15	Item 16	Item 17	Item 18
ID	Supermercado							
	Segunda Mão (Usados)							
	Loja Física							
	Internet							
	Outra:							
	Novo							
	Usado, mas funcionando							
	Quebrado (s/ funcionar)							
	Funcionando							
	Quebrado (s/ funcionar)							
	Quebrado (s/ funcionar), mas c/ condições de reparo							
	Vende p/revendedores de produtos usados							
	Vende ou doa para revendedor de sucata							
	Descarta junto com o lixo residencial							
	Entrega p/coleta de lixo eletroeletrônico							
	Coloca na rua							
	Armazena em casa							
	Vende para outra pessoa							
	Doa							
	Outra:							
	Sim							
Não								
Sim								
Não								
1 pessoa								
2 pessoas								
3-4 pessoas								
4-5 pessoas								
5-6 pessoas								
7-8 pessoas								
+ de 8 pessoas								
até 2 SM								
de 2 a 4 SM								
de 4 a 10 SM								
de 10 a 20 SM								
acima de 20 SM								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
T								

Fonte: Elaboração própria.

SETOR \_\_\_\_\_

3ª Parte Questionário

Categoria \_\_\_\_\_

Questionário n°	EEE 1				EEE 2				EEE 3				EEE 4				EEE 5				EEE 6				EEE 7				EEEX			
	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso	Qtde	Meses de Uso	Qts Meses Pretende Utilizar	Qts Meses Armaz. Sem Uso				
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
X																																
T																																

Fonte: Elaboração própria.

**Anexo VII** – Tabelas utilizadas para tabulação dos dados em Excel.

<b>Grandes Eletrodomésticos (categoria 1)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Tempo de Vida Útil (anos)</b>
Geladeira	35 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Ar Condicionado	55 <sup>10</sup>	12 <sup>10</sup>
Máquina de Lavar	65 <sup>1</sup>	8 <sup>1</sup>
Secadora de Roupas	35 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Lava-louças	50 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Fogão	60 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Forno Elétrico/a Gás	42 <sup>4</sup>	11,1 <sup>6</sup>
Freezer	35 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
<b>Pequenos Eletrodomésticos (categoria 2)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Tempo de Vida Útil (anos)</b>
Ferro de Passar Roupas	1 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Mixer	1 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
Batedeira	1 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
Microondas	15 <sup>1</sup>	7 <sup>1</sup>
Secador de Cabelo	1 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Liquidificador <sup>4</sup>	4,5 <sup>4</sup>	5 <sup>9</sup>
Ventilador	2,8 <sup>14</sup>	10 <sup>7</sup>
Aspirador de Pó	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Torradeira	1 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
<b>Equipamentos de Informática e Telecomunicações (categoria 3)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Tempo de Vida Útil (anos)</b>
Desktop/Torre (PC)	9,9 <sup>3</sup>	5 <sup>2</sup>
Monitor de Tubo	14,1 <sup>3</sup>	5 <sup>2</sup>
Monitor de LCD/LED	4,7 <sup>3</sup>	7 <sup>9</sup>
Laptop/Notebook <sup>2</sup>	5	5
Telefone Celular	0,113 <sup>1</sup>	3 <sup>9</sup>
Telefone Fixo	1 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
Impressora	5 <sup>2</sup>	8 <sup>2</sup>
Scanner/Digitalizador	5 <sup>8</sup>	8 <sup>7</sup>
Aparelho de Fax	3 <sup>10</sup>	5 <sup>10</sup>
Teclado <sup>3</sup>	1 <sup>3</sup>	5 <sup>7</sup>
Mouse <sup>3</sup>	0,05 <sup>3</sup>	5 <sup>7</sup>
Modem	0,21 <sup>8</sup>	5 <sup>7</sup>
Roteador	0,21 <sup>11</sup>	5 <sup>7</sup>
Hub	0,21 <sup>8</sup>	5 <sup>7</sup>
<b>Equipamentos de Consumo (categoria 4)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Tempo de Vida Útil (anos)</b>
TV de Tubo	30 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
TV LCD/Plasma/LED	10 <sup>5</sup>	7 <sup>9</sup>
Rádio	2 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Som Microsystem	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>
Home Theater <sup>4</sup>	7,4 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>
Aparelho DVD	5 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
Aparelho Blu-ray	5 <sup>8</sup>	5 <sup>7</sup>
Vídeo Cassete	5 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
Tocador de MP3	0,013 <sup>12</sup>	7 <sup>9</sup>
Câmera	0,125 <sup>13</sup>	6,4 <sup>6</sup>

<sup>1</sup>Cobbing M. Toxic Tech: Not in Our Backyard. Uncovering the Hidden Flows of e-waste. Report from Greenpeace International. <http://www.greenpeace.org/raw/content/belgium/fr/press/reports/toxic-tech.pdf>, Amsterdam, 2008.

<sup>2</sup>Recycling - from e-waste to resources - Schuelp, Mathias; Hagelueken, Christian; Kuehr, Ruediger; Magalini, Frederico; Maurer, Claudia; Meskers, Christina; Mueller, Esther; Wang, Feng

<sup>3</sup>e-Waste Assessment Methodology - Training & Reference Manual - Schlupe, Mathias Müller, Esther Ott, Daniel Rochat, David

<sup>4</sup>How to improve WEEE management? Novel approach in mobile collection with application of artificial intelligence

<sup>5</sup>Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams - Federica Cucchiella a, Idiano D'Adamo, S.C. Lenny Kohb,n, Paolo Rosa

<sup>6</sup>Consumers reactions to product obsolescence in emerging markets: the case of Brazil

<sup>7</sup>Considerando a semelhança de características e proposta de utilização, adotou-se o mesmo valor para o Tempo de Vida Útil: Som Microsystem = Home Theater; Impressora=Scanner/Digitalizador; Desktop/Torre (PC) = Teclado/Mouse/Modem/Roteador/Hub; Aparelho DVD = Aparelho Blu-ray; Aspirador de Pó = Ventilador

<sup>8</sup>Considerando a semelhança de características e proposta de utilização, adotou-se o mesmo valor para o Peso: Impressora=Scanner/Digitalizador; Aparelho DVD = Aparelho Blu-ray; Roteador = Modem = Hub;

<sup>9</sup>Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica – ABDI - 2012

<sup>10</sup>Em vermelho: E-waste: Environmental Problems and Current Management G. APUD B. Robinson, E-waste: An assessment of global production and environmental impacts, Science of the Total Environment, 408, pp. 183-191 (2009).

<sup>11</sup>Dados extraídos do site de compras? Modem Roteador TP-Link TD-W8961N [http://www.ricardoeletro.com.br/Produto/Modem-Roteador-TP-Link-TD-W8961N-ADSL2-Wireless-11n-com-4-portas-de-300Mbps-Splitter-ADSL-80211ngb-2-Antenas-Externas-e-4-Portas-LAN/4523-4529-4542-593565?site\\_id=1](http://www.ricardoeletro.com.br/Produto/Modem-Roteador-TP-Link-TD-W8961N-ADSL2-Wireless-11n-com-4-portas-de-300Mbps-Splitter-ADSL-80211ngb-2-Antenas-Externas-e-4-Portas-LAN/4523-4529-4542-593565?site_id=1), acessado em 12/10/2017.

<sup>12</sup>Dados extraídos do site de compras <https://www.walmart.com.br/mini-mp3-player-cinza/acessorios-de-tecnologia/audio-portatil-e-fones-de-ouvido/mp3-players/3233668/pr>, acessado em 12/10/2017.

<sup>13</sup>Dados extraídos do site de compras [https://www.submarino.com.br/produto/119609083/camera-digital-sony-w800-20.1mp-5x-zoom-optico-foto-panoramica-videos-hd-prata?pfm\\_carac=camera%20digital&pfm\\_index=3&pfm\\_page=search&pfm\\_pos=grid&pfm\\_type=search\\_page%20](https://www.submarino.com.br/produto/119609083/camera-digital-sony-w800-20.1mp-5x-zoom-optico-foto-panoramica-videos-hd-prata?pfm_carac=camera%20digital&pfm_index=3&pfm_page=search&pfm_pos=grid&pfm_type=search_page%20), acessado em 12/10/2017.

<sup>14</sup>Dados extraídos do site de compras [https://www.americanas.com.br/produto/124284560/ventilador-de-mesa-arno-silence-force-3-velocidades-40cm?cor=Preto&pfm\\_carac=ventilador&pfm\\_index=2&pfm\\_page=search&pfm\\_pos=grid&pfm\\_type=search\\_page%20](https://www.americanas.com.br/produto/124284560/ventilador-de-mesa-arno-silence-force-3-velocidades-40cm?cor=Preto&pfm_carac=ventilador&pfm_index=2&pfm_page=search&pfm_pos=grid&pfm_type=search_page%20), acessado em 12/10/2017.

Anexo VIII – Resultado tabulado das questões sobre o perfil, consciência e comportamento.

Item	Resposta	Setor Sul	Setor Sudeste	Setor Norte	Setor Oeste	Setor C. Sul	Setor C. Norte	Setor Leste	Resultado
<b>Item 3</b>	Casa	66,7%	78,9%	86,7%	94,7%	52,2%	79,5%	81,8%	77,2%
	Apartamento	33,3%	21,1%	13,3%	5,3%	47,8%	20,5%	18,2%	22,8%
	Própria	66,7%	68,4%	46,7%	57,9%	65,2%	59,0%	69,7%	61,9%
	Alugada	33,3%	21,1%	26,7%	21,1%	26,1%	28,2%	24,2%	25,8%
	Cedida	0,0%	10,5%	20,0%	21,1%	8,7%	12,8%	6,1%	11,3%
<b>Item 4</b>	Homem	33,3%	42,1%	26,7%	42,1%	17,4%	41,0%	45,5%	35,4%
	Mulher	66,7%	57,9%	73,3%	57,9%	82,6%	59,0%	54,5%	64,6%
<b>Item 5</b>	Menos de 20 anos	0,0%	5,3%	0,0%	15,8%	0,0%	12,8%	12,1%	6,6%
	De 20 a 30 anos	50,0%	10,5%	26,7%	47,4%	17,4%	35,9%	12,1%	28,6%
	De 31 a 40 anos	0,0%	47,4%	13,3%	15,8%	30,4%	17,9%	33,3%	22,6%
	De 41 a 50 anos	0,0%	21,1%	33,3%	10,5%	30,4%	17,9%	12,1%	17,9%
	De 51 a 60 anos	16,7%	5,3%	13,3%	5,3%	13,0%	7,7%	24,2%	12,2%
	Mais de 61 anos	33,3%	10,5%	13,3%	5,3%	8,7%	7,7%	6,1%	12,1%
<b>Item 6</b>	Fundamental Incompleto	0,0%	5,3%	26,7%	10,5%	13,0%	17,9%	6,1%	11,4%
	Fundamental Completo	0,0%	10,5%	13,3%	0,0%	8,7%	2,6%	9,1%	6,3%
	Médio Incompleto	16,7%	15,8%	6,7%	5,3%	4,3%	7,7%	9,1%	9,4%
	Médio Completo	33,3%	36,8%	40,0%	57,9%	8,7%	53,8%	48,5%	39,9%
	Superior Incompleto	16,7%	10,5%	0,0%	21,1%	4,3%	7,7%	6,1%	9,5%
	Superior Completo	33,3%	21,1%	13,3%	5,3%	39,1%	5,1%	15,2%	18,9%
	Pós Graduação	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	21,7%	5,1%	6,1%	4,7%
<b>Item 7</b>	Sim	100,0%	94,7%	100,0%	100,0%	95,7%	94,9%	93,9%	97,0%
	Não	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	4,3%	5,1%	6,1%	3,0%
<b>Item 8</b>	Sim/Sim	16,7%	10,5%	6,7%	0,0%	13,0%	12,8%	12,1%	10,3%
	Sim/Não	50,0%	52,6%	66,7%	94,7%	56,5%	61,5%	75,8%	65,4%
	Não	33,3%	36,8%	26,7%	5,3%	30,4%	25,6%	12,1%	24,3%
<b>Item 9</b>	Informal	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%	4,3%	0,0%	6,1%	2,4%
	Privado	33,3%	0,0%	13,3%	0,0%	13,0%	2,6%	3,0%	9,3%
	Municipal	66,7%	100,0%	80,0%	100,0%	82,6%	97,4%	90,9%	88,2%
<b>Item 10</b>	Sim	66,7%	57,9%	73,3%	47,4%	60,9%	64,1%	48,5%	59,8%
	Não	33,3%	42,1%	26,7%	52,6%	39,1%	35,9%	51,5%	40,2%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em análise aos dados obtidos por meio de tabulação, verificou-se que 77,2% dos respondentes residem em casas e 22,8% residem em apartamento, sendo que 61,9% possuem imóvel próprio, 25,8% pagam aluguel e 11,3% residem em imóveis cedidos. Dos respondentes, 35,4% são homens e 64,6% mulheres.

A faixa etária de 20 a 30 anos possui o maior percentual de respondentes, sendo 28,6%. Com 22,6% estão os respondentes com faixa etária entre 31 e 40 anos e 17,9% os respondentes entre 41 e 50 anos. Já os respondentes com 51 a 60 anos e maiores de 61 anos representam aproximadamente 12,2%. Com o menor percentual, cerca de 6,6%, estão os respondentes com menos de 20 anos.

Respondentes com ensino médio completo representam 39,9%, seguidos por 18,9% com ensino superior e 11,4% com ensino fundamental incompleto. Aproximadamente 9,5% dos respondentes têm curso superior incompleto e 9,4% tem ensino médio incompleto. Já 6,3% possuem fundamental incompleto e 4,7% possuem pós-graduação.

Cerca de 97% dos respondentes estão cientes de que o lixo eletroeletrônico precisa de um tratamento especial para ser descartado com segurança. Apenas 3% desconhecem a importância do descarte correto de EEE.

A maioria dos respondentes, 65,4% informa que os coletores de resíduos pegam o lixo na sua porta, porém não pegam resíduos eletroeletrônicos. Já os 24,3% dos respondentes, informam que os coletores de resíduos não pegam o lixo em sua porta e nem pegam resíduos eletroeletrônicos. Apenas 10,3% informam que os coletores de resíduo pegam o lixo em sua porta e também pegam resíduos de eletroeletrônicos.

Em relação ao tipo de coleta de resíduo, 88,2% dos respondentes informaram que é municipal, 9,3% é privado e 2,4% é informal.

Aproximadamente 59,8% dos respondentes informaram afirmativamente que a coleta atual de lixo eletrônico é conveniente para eles e 40,2% responderam negativamente.

Anexo IX – Resultado tabulado das questões sobre rastreamento de produtos e informações gerais.

Item	Resposta	Setor Sul	Setor Sudeste	Setor Norte	Setor Oeste	Setor C. Sul	Setor C. Norte	Setor Leste	Resultado
<b>Item 13.1</b>	Supermercado	0,0%	15,8%	13,3%	15,8%	13,0%	23,1%	9,1%	12,9%
	2ª Mão (Usados)	0,0%	31,6%	20,0%	42,1%	17,4%	28,2%	18,2%	22,5%
	Loja Física	83,3%	68,4%	86,7%	100,0%	82,6%	84,6%	87,9%	84,8%
	Internet	50,0%	57,9%	26,7%	63,2%	47,8%	33,3%	54,5%	47,6%
	Outra:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Item 13.2</b>	Novo	100,0%	94,7%	100,0%	100,0%	95,7%	92,3%	93,9%	96,7%
	Usado, mas funcionando	0,0%	31,6%	6,7%	31,6%	17,4%	25,6%	18,2%	18,7%
	Quebrado (s/funcionar)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	0,0%	3,0%	1,1%
<b>Item 13.3</b>	Funcionando	50,0%	26,3%	26,7%	31,6%	30,4%	28,2%	30,3%	31,9%
	Quebrado (s/ funcionar)	0,0%	10,5%	20,0%	21,1%	8,7%	38,5%	24,2%	17,6%
	Quebrado (s/ funcionar), mas c/ condições reparo	66,7%	63,2%	46,7%	47,4%	56,5%	35,9%	51,5%	52,5%
<b>Item 14</b>	Vende p/revendedor de produtos usados	0,0%	0,0%	0,0%	21,1%	13,0%	12,8%	3,0%	7,1%
	Vende ou doa para revendedor sucata	16,7%	21,1%	40,0%	47,4%	21,7%	25,6%	39,4%	30,3%
	Descarta junto com o lixo residencial	16,7%	21,1%	20,0%	42,1%	21,7%	23,1%	27,3%	24,6%
	Entrega p/coleta de lixo eletroeletrônico	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	8,7%	10,3%	6,1%	6,0%
	Coloca na rua	33,3%	15,8%	33,3%	15,8%	13,0%	33,3%	9,1%	22,0%
	Armazena em casa	33,3%	36,8%	6,7%	31,6%	21,7%	23,1%	15,2%	24,1%
	Vende p/pessoa	16,7%	10,5%	13,3%	47,4%	13,0%	10,3%	9,1%	17,2%
	Doa	33,3%	68,4%	53,3%	68,4%	69,6%	43,6%	78,8%	59,4%
	Outra:	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	4,3%	0,0%	3,0%	1,8%
<b>Item 15</b>	Sim	83,3%	100,0%	100,0%	94,7%	100,0%	100,0%	100,0%	96,9%
	Não	16,7%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%
<b>Item 16</b>	Sim	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	94,9%	100,0%	99,3%
	Não	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	0,0%	0,7%
<b>Item 17</b>	1 pessoa	16,7%	15,8%	20,0%	10,5%	4,3%	10,3%	9,1%	12,4%
	2 pessoas	16,7%	21,1%	13,3%	21,1%	30,4%	20,5%	36,4%	22,8%
	3-4 pessoas	66,7%	47,4%	46,7%	63,2%	47,8%	46,2%	48,5%	52,3%
	4-5 pessoas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	5-6 pessoas	0,0%	5,3%	13,3%	5,3%	13,0%	17,9%	3,0%	8,3%
	7-8 pessoas	0,0%	10,5%	6,7%	0,0%	0,0%	5,1%	3,0%	3,6%
	+ de 8 pessoas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	0,0%	0,0%	0,6%

Fonte: Dados da pesquisa.

<b>Item</b>	<b>Resposta</b>	<b>Setor Sul</b>	<b>Setor Sudeste</b>	<b>Setor Norte</b>	<b>Setor Oeste</b>	<b>Setor C. Sul</b>	<b>Setor C. Norte</b>	<b>Setor Leste</b>	<b>Resultado</b>
<b>Item 18</b>	até 2 SM	16,7%	15,8%	60,0%	52,6%	13,0%	41,0%	18,2%	31,0%
	de 2 a 4 SM	66,7%	63,2%	33,3%	36,8%	21,7%	30,8%	45,5%	42,6%
	de 4 a 10 SM	16,7%	15,8%	6,7%	10,5%	34,8%	23,1%	33,3%	20,1%
	de 10 a 20 SM	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	26,1%	5,1%	3,0%	5,6%
	acima de 20 SM	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	0,0%	0,0%	0,6%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os respondentes, quando perguntados sobre onde costumam comprar seus produtos eletroeletrônicos, poderiam escolher mais de uma resposta dentre as disponíveis. Cerca de 84,8% compram seus produtos em loja física, seguido por 47,6% que compram na Internet. A compra de produtos usados, de segunda mão, representam 22,5% dos respondentes e 12,9% compram seus produtos em supermercados.

Questionados sobre que condição em que compra os produtos eletroeletrônicos, podendo escolher mais de uma opção de resposta, 96,7% dos respondentes informaram que compram produto em estado de novo. Aproximadamente 18,7% compram produtos usados, mas funcionando e 1,1% compram produto sem funcionar.

Quando tem um produto em fim de vida, 52,5% dos respondentes informaram que o produto encontra-se quebrado sem funcionar, mas com condições de reparo. Já 31,9% informaram que o produto em fim de vida encontra-se funcionando e 17,6% quebrado sem funcionar. Nesta questão, os respondentes poderiam escolher mais de uma opção de resposta.

Ao eliminar um produto eletroeletrônico, cerca de 59,4% dos respondentes doam, 30,3% vende ou doa para revendedor de sucata, 24,6% descarta junto com o lixo residencial, 24,1% armazena em casa, 22% colocam na rua, 17,2% vende para outra pessoa e 7,1% vende para revendedores de produtos usados. Apenas 6% dos respondentes entregam para coleta de lixo eletrônico. Os respondentes poderiam escolher mais de uma opção para esta pergunta.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de dar gratuitamente o seu lixo eletroeletrônico ao coletor, tendo a certeza que o lixo será cuidado corretamente e de modo que seja útil e que não polua o ambiente, 96,9% responderam que sim e 3,1% responderam que não.

Quase uma unanimidade, 99,3% dos respondentes, opinaram que Volta Redonda deveria ter um sistema de gestão do lixo eletroeletrônico. Apenas 0,7% se colocaram contrários.

Pouco mais da metade dos respondentes, 52,3%, possuem 3 ou 4 pessoas morando na mesma residência, já 22,8% possuem 2 pessoas morando na mesma residência e 12,4% moram sozinhas. Cerca de 8,3% informaram que residem 5 ou 6 pessoas morando na mesma residência, 3,6% informaram que residem 7 ou 8 pessoas na mesma residência. Apenas 0,6% possuem mais de 8 pessoas na mesma residência.

Em relação à renda mensal na residência, 42,6% dos respondentes informaram que está entre 2 e 4 salários mínimos, 31% com até 2 salários mínimos, 20,1% com 4 a 10 salários mínimos, 5,6% com 10 a 20 salários mínimos e 0,6% com mais de 20 salários mínimos de renda mensal.

**Anexo X** – Resultado tabulado das questões sobre o número de EEE nas residências.

Grandes Eletrodomésticos (Categoria 1).

EEE	Qtde Média por Domicílio	Meses de Uso	Qtde Meses Pretende Utilizar	Qtde Meses Armaz. Sem Uso
Geladeira	1,11	78,07	72,26	6,11
Ar Condicionado	0,32	8,42	18,78	1,44
Máquina de Lavar	0,96	54,01	58,77	5,26
Secadora de Roupas	0,05	3,48	3,16	0,29
Lava-louças	0,00	0,00	0,00	0,00
Fogão	1,05	68,84	74,86	5,22
Forno Elétrico/a Gás	0,36	12,72	21,71	1,97
Freezer	0,19	16,01	12,61	0,86

Fonte: Dados da pesquisa.

A pesquisa demonstrou que no grupo dos grandes eletrodomésticos (categoria 1), os três EEEs com maior quantidade média por domicílio e com maior média de tempo de uso são: geladeira, fogão e máquina de lavar respectivamente. A geladeira possui quantidade média de 1,11 unidade por domicílio, média de 78,07 meses de uso, pretensão de manter em uso por 72,26 meses em média e armazenamento sem utilização com média de 6,11 meses. O fogão possui quantidade média de 1,05 unidade por domicílio, média de 68,84 meses de uso, pretensão de manter em uso por 74,86 meses em média e armazenamento sem utilização com média de 5,22 meses. A máquina de lavar possui quantidade média de 0,96 unidade por domicílio, média de 54,01 meses de uso, pretensão de manter em uso por 58,77 meses em média e armazenamento sem utilização com média de 5,26 meses.

Pequenos Eletrodomésticos (Categoria 2).

EEE	Qtde Média por Domicílio	Meses de Uso	Qtde Meses Pretende Utilizar	Qtde Meses Armaz. Sem Uso
Ferro Passar	1,06	52,04	56,71	5,99
Mixer	0,25	10,69	15,23	1,53
Batedeira	0,56	29,78	35,84	3,91
Microondass	0,81	45,88	51,63	4,60
Secador de Cabelo	0,88	33,07	35,50	3,42
Liquidificador	1,04	39,02	58,60	5,78
Ventilador	1,92	45,24	53,34	5,60
Aspirador de Pó	0,44	17,63	24,79	2,36
Torradeira	0,39	13,45	22,05	1,66

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao grupo dos pequenos eletrodomésticos (categoria 2), os três EEEs com maior quantidade média por domicílio são: ventilador com 1,92 unidade, ferro de passar com 1,06 unidade e liquidificador com 1,04 unidade. Já a média de tempo em que se encontra em uso, o ferro de passar é o primeiro com 52,04 meses, seguido pelo ventilador com 45,24 meses e liquidificador com 39,02 meses. A pretensão de manter o equipamento em uso possui média de 58,60 meses para o liquidificador, 56,71 para o ferro de passar e 53,34 para o ventilador. O armazenamento sem uso

tem média de 5,99 meses para o ferro de passar, 5,78 meses para o liquidificador e 5,60 meses para o ventilador.

Equipamentos de Informática e Telecomunicações (Categoria 3).

EEE	Qtde Média por Domicílio	Meses de Uso	Qtde Meses Pretende Utilizar	Qtde Meses Armaz. Sem Uso
Desktop/Torre	0,42	28,67	22,55	2,76
Monitor de Tubo	0,11	13,64	4,35	1,06
Monitor LCD/LED	0,42	18,25	21,96	1,70
Laptop/Notebooks	0,66	25,04	33,07	3,36
Telefone Celular	2,40	27,70	36,72	5,29
Telefone Fixo	0,49	41,08	31,16	3,45
Impressora	0,42	20,74	24,68	2,06
Scanner/Digitalizador	0,13	5,58	8,58	0,71
Aparelho de Fax	0,00	0,00	0,00	0,00
Teclado	0,46	30,09	24,02	2,87
Mouse	0,53	28,40	25,71	2,88
Modem	0,37	10,28	23,93	2,49
Roteador	0,67	16,45	35,28	4,31
Hub	0,00	0,04	0,26	0,00

Fonte: Dados da pesquisa.

No grupo dos equipamentos de informática e telecomunicações (categoria 3), destaca-se o celular que possui quantidade média por domicílio de 2,40 unidades, tempo médio de uso de 27,70 meses, pretensão de utilização de 36,72 meses em média e são armazenados sem uso por 5,29 meses em média. O roteador possui média de 0,67 unidade por domicílio, média de 16,45 meses de tempo de uso, pretensão de utilização por 35,28 meses em média e são armazenados sem uso por 4,31 meses em média. O laptop/notebook possui quantidade média de 0,66 unidade por domicílio, tempo médio de uso de 25,04 meses, pretensão de utilização de 33,07 meses e são armazenados sem uso por 3,36 meses em média.

Equipamentos de Consumo (Categoria 4).

EEE	Qtde Média por Domicílio	Meses de Uso	Qtde Meses Pretende Utilizar	Qtde Meses Armaz. Sem Uso
TV de Tubo	0,43	39,91	17,08	1,86
TV LCD/Plasma/LED	1,40	30,34	61,24	5,00
Rádio	0,42	31,97	29,84	2,25
Som Microsystem	0,24	12,36	15,21	1,68
Home Theater	0,17	5,58	11,28	1,56
Aparelho DVD	0,49	32,98	29,39	3,77
Aparelho Blu-ray	0,06	1,94	3,88	0,21
Vídeo Cassete	0,08	19,93	1,73	5,29
Tocador de MP3	0,06	3,03	5,42	0,18
Câmera	0,39	16,89	16,09	2,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Já no grupo dos equipamentos de consumo (categoria 4), a TV LCD/Plasma/LED possui a maior quantidade média por domicílio, sendo de 1,40 unidade, com tempo médio de uso de 30,34 meses, pretensão de utilização de 61,24 meses em média e armazenamento sem uso por 5 meses em média. O aparelho de DVD possui quantidade média por domicílio de 0,49 unidade, tempo médio de uso de 32,98 meses, pretensão de utilização por 29,39 meses em média e armazenamento sem uso por 3,77 meses em média. A TV de Tubo possui quantidade média de 0,43 unidade por domicílio, tempo médio de uso de 39,91, pretensão de utilização por 17,08 meses em média e armazenamento sem uso por 1,86 mês em média.

O EEE com maior quantidade média por domicílio dentre os pesquisados é o celular, com 2,40 unidades, seguido pelo ventilador com 1,92 unidade, TV LCD/Plasma/LED com 1,40 unidade e geladeira com 1,11 unidade. Já o EEE com maior média de tempo de uso é a geladeira com 78,07 meses de uso, seguido pelo fogão com 68,84 meses de uso, a máquina de lavar com 54,01 meses e ferro de passar com 52,04 meses. O EEE que possui a maior média de tempo que se pretende manter em uso é o fogão com 74,86 meses, seguido pela geladeira com 72,26 meses, TV LCD/Plasma/LED com 61,24 meses e máquina de lavar com 58,77 meses. A geladeira, com 6,11 meses, é o EEE com maior tempo médio de armazenamento sem uso, seguido pelo ferro de passar com 5,99 meses, liquidificador com 5,78 meses e ventilador com 5,6 meses.

Anexo XI – Detalhamento do custo de contratação do técnico em eletrônica.

DADOS TRABALHADOR	
SALÁRIO	R\$1.500,00
NÚMERO HORAS MENSAIS	44
NÚMERO HORAS EXTRAS MENSAIS	0
VALOR ADICIONAL HORA EXTRA	0%
Nº HORAS NOTURNAS	0
ADICIONAL DE PERICULOSIDADE	2 SIM (1) NÃO (2)
ADICIONAL DE INSALUBRIDADE	3 MÍNIMO (1) MÉDIO (2) MÁXIMO (3)
VALE TRANSPORTE	22 Nº DIAS
Nº PASSAGENS POR DIA	2
VALOR PASSAGEM (R\$)	R\$3,80
PENSÃO ALIMENTÍCIA	0

ENCARGOS APROVISIONAMENTO MENSAL	
1/12 DE FÉRIAS + 1/3	R\$166,67
1/12 DE 13º SALÁRIO	R\$125,00
50% MULTA DO FGTS	R\$60,00
AVISO PRÉVIO	R\$125,00
FGTS SOBRE 13º SALÁRIO	R\$10,00
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE 13º SALÁRIO	R\$5,00
FGTS SOBRE AVISO PRÉVIO	R\$10,00
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE AVISO PRÉVIO	R\$5,00
FGTS SOBRE FÉRIAS + 1/3	R\$13,33
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE FÉRIAS + 1/3	R\$6,67
<b>TOTAL APROVISIONAMENTO MENSAL</b>	<b>R\$526,67</b>

VALORES RETIDOS DO EMPREGADO E REPASSADOS PELO EMPRESÁRIO	
INSS COTA EMPREGADO	R\$120,00
IMPOSTO DE RENDA PESSOA FÍSICA	R\$0,00
PENSÃO ALIMENTÍCIA	R\$0,00
<b>TOTAL DESPESAS RETIDAS</b>	<b>R\$120,00</b>

ENCARGOS PAGOS MENSALMENTE	
SALÁRIO MENSAL	R\$1.500,00
RECOLHIMENTO FGTS	R\$120,00
ADICIONAL DE PERICULOSIDADE	R\$0,00
ADICIONAL DE INSALUBRIDADE	R\$352,00
HORAS EXTRAS	R\$0,00
HORA NOTURNA	R\$0,00
VALE TRANSPORTE	R\$77,20
<b>TOTAL PAGAMENTO MENSAL</b>	<b>R\$2.049,20</b>

<b>TOTAL DESPESA MENSAL (PAGOS + APROVISIONADO)</b>	<b>R\$2.575,87</b>
---	--------------------

Fonte: SEBRAE, (2017).

**Anexo XII** – Custo de aquisição de equipamentos e ferramentas para um depósito.

<b>Equipamentos de Proteção Individual</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Preço Total</b>	<b>Foto</b>
Gorro/Boné	Boné Legionário Cinza com Protetor de Nuca e Orelha NAUTIKA-547080	R\$24,79	20	R\$ 495,80	
Óculos	Óculos de Segurança Virtua Transparente com Tratamento Antirrisco 3M-HB004183024	R\$5,90	20	R\$ 118,00	
Bota/Botina	Botina de Segurança com Cadarço nº 40 com Biqueira em Aço NOVE 54-7044280040	R\$38,99	20	R\$ 779,80	
Máscara	Máscara Respiradora Semifacial PFF3 sem Válvula PROSAFETY-1400	R\$1,01	20	R\$ 20,20	
Luva	Luva de Raspa de Couro com Cano Longo 20cm PROTEPLUS-PPM10	R\$14,88	20	R\$ 297,60	
Avental	Avental PVC 70x120 Com Forro Preto VONDER-70X120PRETO	R\$8,99	20	R\$ 179,80	
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 1.891,20</b>	

<b>Equipamentos e Ferramentas</b>	<b>Marca/Modelo</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Preço Total</b>	<b>Foto</b>
Carrinho de Carga	WM - Carrinho de Carga Armazém com Pé e Rodas Pneumáticas 400Kg WMA400PP	R\$494,53	2	R\$ 989,06	
Carrinho de Carga	WM - Carrinho Plataforma com 1 Aba WM581260P1A	R\$799,99	1	R\$ 799,99	
Esmerilhadeira	Esmerilhadeira Angular 4.1/2 Pol. 830W 110V SKIL-9004	R\$159,99	1	R\$ 159,99	
Furadeira / Parafusadeira	Bosch - Parafusadeira / Furadeira 400W 110V GSR 7-14 E	R\$ 229,90	2	R\$ 459,80	
Ferro de Solda	Ferro de Solda 110V - 70W TRAMONTINA- 43752507	R\$27,99	2	R\$ 55,98	
Soprador Térmico para Solda	DEWALT - Soprador Térmico Com Temperatura Digital 1500w 110V D26414	R\$319,99	2	R\$ 639,98	
Chaves Diversas	Kit de Ferramentas com 46 Peças TITANIUM-4835	R\$51,99	2	R\$ 103,98	

Martelo	Martelo de Unha com 27 mm TRAMONTINA-40370027	R\$22,90	2	R\$ 45,80	
Martelo	Martelo Borracha 60 mm Preto VONDER-3079006000	R\$13,90	2	R\$ 27,80	
Chaves Diversas	Jogo de Chaves para Eletricista 6 Peças TRAMONTINA PRO-44115406	R\$69,99	2	R\$ 139,98	
Chaves Diversas	Jogo de Chaves em L Hexagonais com 10 Peças STANLEY-69253	R\$26,90	2	R\$ 53,80	
Chaves Diversas	Jogo de Chave Fixa Cromada 6 ao 22 mm com 8 Peças VONDER-3731062200	R\$53,99	2	R\$ 107,98	
Alicate	Alicate de Pressão com Mordentes Curvos 10 Pol. TRAMONTINA PRO-44014/110	R\$31,90	2	R\$ 63,80	

Alicate	Alicate Eletricista 8 Pol STANLEY-84056	R\$30,99	2	R\$ 61,98	
Alicate	Alicate de Corte Diagonal Pro 6 Pol. STANLEY-84054	R\$28,99	2	R\$ 57,98	
Alicate	Alicate Corte Frontal de 8 Pol. STANLEY-84167	R\$26,90	2	R\$ 53,80	
Alicate	Alicate de Bico Chato Longo 8 Pol STANLEY-84625	R\$21,90	2	R\$ 43,80	
Multímetro	Multímetro Digital com Tela LCD 3-1/2 Pol. FORTOOLS-072058	R\$28,99	2	R\$ 57,98	
Arco de Serra	Arco de Serra Fixo 12 Pol. TRAMONTINA-43301012	R\$16,99	2	R\$ 33,98	
Caixa para Armazenar Ferramentas	Caixa Sanfonada 50cm com 3 Gavetas para Ferramentas FERCAR-05	R\$47,99	2	R\$ 95,98	
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 4.053,44</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir de Loja do Mecânico (2017).

Anexo XIII – Itinerário Coleta Seletiva Volta Redonda/RJ.

Período	SEGUNDA		TERÇA		QUARTA		QUINTA		SEXTA		SÁBADO	
	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro
1º Turno 07:00 às 14:20 h	Norte	Pinto da Serra	Sudoeste	Jardim Europa	Oeste	Belmonte	Sudoeste	Siderville	Centro Norte	Retiro	Leste	Volta Grande I, II, III e IV
	Norte	São Luiz	Sudoeste	Morro da Viúva	Oeste	Jardim Belmonte	Sudoeste	Cajueiro	Centro Norte	Eldorado	Centro Sul	Jardim Amália I e II
	Norte	São Sebastião	Sudoeste	Jardim Suíça	Oeste	Santa Rosa	Sudoeste	São Carlos	Centro Norte	Bom Jesus	Centro Sul	Morada da Colina
	Leste	Brasilândia	Sudoeste	208	Oeste	Divisa I e II	Sudoeste	São Lucas	Centro Norte	Mariana Torres	Centro Sul	Vale da Colina
	Norte	Candelária	Sudoeste	249	Oeste	Siderlândia	Sudoeste	Eucaliptal	Centro Norte	Coqueiros	Centro Sul	Mirante da Colina
	Norte	Caieiras	Sudoeste	Minerlândia	Oeste	Açude I, II, III e IV	Leste	Ilha Parque	Centro Norte	Belo Horizonte	Leste	Santo Agostinho
	Leste	Cailândia	Sul	Roma I e II	Oeste	Padre Josimo	Leste	Parque das Ilhas	Centro Norte	Vale Verde / Verde Vale	Leste	Morro da Paz
	Norte	Dom Bosco	Sul	Rio das Flores			Leste	Jardim das Américas	Centro Norte	Jardim Cidade do Aço	Leste	Vila Harmonia
	Norte	Nova São Luiz	Leste	Água Limpa			Sudoeste	Jardim Ponte Alta	Centro Norte	Vila Dr. Arnaldo	Leste	Morro São Jorge
	Norte	Santa Cruz I e II	Leste	Vila Rica/Três Poços			Sudoeste	São Cristovão			Leste	Morro da Conquista
	Norte	Santa Rita do Zarur	Sul	Condado do Ipê			Leste	Nova Primavera			Leste	Morro da Caviana
			Sul	Parque das Garças			Leste	Parque do Contorno			Leste	Morro do Jonas
			Sul	São Francisco								
		Sul	Santa Bárbara									

Período	SEGUNDA		TERÇA		QUARTA		QUINTA		SEXTA		SÁBADO	
	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro
2º Turno 15:30 às 22:50 h	<i>Sul</i>	Jardim Belvedere	<i>Centro Sul</i>	Bela Vista	<i>Centro Norte</i>	Vila Mury	<i>Centro Sul</i>	Sessenta	<i>Centro Norte</i>	Barreira Cravo	<i>Leste</i>	C. H. Vila Rica
	<i>Sul</i>	Samoa	<i>Sudoeste</i>	Rústico	<i>Centro Norte</i>	Vila Brasília	<i>Centro Sul</i>	Monte Castelo	<i>Centro Norte</i>	San Remo	<i>Leste</i>	Vista Verde
	<i>Sul</i>	Village Sul	<i>Sudoeste</i>	Santa Tereza	<i>Centro Norte</i>	Limoeiro	<i>Centro Sul</i>	Jardim Esperança	<i>Centro Norte</i>	Jardim Veneza	<i>Leste</i>	Jardim Tiradentes
	<i>Sul</i>	Cidade Nova	<i>Centro Sul</i>	Tangerinal	<i>Centro Norte</i>	Niterói	<i>Centro Sul</i>	Laranjal	<i>Centro Norte</i>	Voldac	<i>Sul</i>	Casa de Pedra
	<i>Sul</i>	Ipê Amarelo	<i>Sudoeste</i>	Conforto 207	<i>Centro Norte</i>	Jardim Primavera	<i>Centro Sul</i>	São João	<i>Centro Norte</i>	Jardim Caroline	<i>Sul</i>	Siderópolis
	<i>Centro Sul</i>	São Geraldo	<i>Sudoeste</i>	Santa Inês			<i>Centro Sul</i>	Vila Santa Cecília	<i>Centro Norte</i>	Aero Clube		
	<i>Centro Sul</i>	Colina							<i>Centro Sul</i>	N. S. das Graças		
	<i>Sul</i>	Village Santa Helena							<i>Centro Sul</i>	Jardim Paraíba		
	<i>Centro Sul</i>	Jardim Normândia							<i>Centro Norte</i>	São João Batista		
	<i>Sul</i>	Vivendas do Lago							<i>Leste</i>	Vila Americana		

2º Turno - Todos os Dias, exceto domingo:

*Aterrado:* Av. Lucas Evangelista - Av. Paulo de Frontin - Av. 07 de Setembro

*Centro:* Av. Amaral Peixoto - Av. Getúlio Vargas

*Retiro:* Av. Sávio Gama - Av. Antônio de Almeida - Av. Waldir Sobreira Pires

*Vila Santa Cecília:* Rua 12 - Rua 14 - Rua 16 - Rua 33

Fonte: (PREFEITURA DE VOLTA REDONDA, 2016).

Anexo XIV – Custos fixos e variáveis de veículos tipo furgão leve de carga.

CUSTOS OPERACIONAIS - FURGÕES LEVES DE CARGA														
Veículos			Custos FIXOS mensais (R\$)						Custos VARIÁVEIS por km (R\$)					
Nº	Modelo	Marca	Depreciação	Remuneração de Capital	Licenciamento Seguro Obrigatório IPVA	Salário do Motorista com Encargos	Seguro do Casco	Total dos Custos Fixos mensais	Manutenção	Pneus Câmaras e Recapagens	Combustível	Óleo de Câter	Lavagens e Graxas	Total dos Custos Variáveis por KM
1	Fiorino Furgão EVO 1.4 Flex	Fiat	479,89	190,29	73,29	3.251,60	322,46	<b>4.317,52</b>	0,1401	0,0205	0,2643	0,0172	0,0750	<b>0,5171</b>
2	Sprinter 415 Furgão E.L.T.Alt. 2.2 Diesel	Mercedes Benz	971,44	519,41	204,28	3.251,60	735,39	<b>5.682,12</b>	0,1699	0,0468	0,4125	0,0040	0,1050	<b>0,7382</b>
3	Boxer 2.3 Furg.TB Dies	Peugeot	953,95	335,78	127,98	3.251,60	358,35	<b>5.027,67</b>	0,1349	0,0354	0,3113	0,0147	0,0840	<b>0,5803</b>
4	DAILY GRAN FURGONE 55C17 (dies.)(E5)	IVECO	965,91	523,12	205,89	3.251,60	700,03	<b>5.646,55</b>	0,1830	0,0248	0,3830	0,0056	0,1050	<b>0,7015</b>
5	Doblo Cargo 1.8 mpi 8V Flex	Fiat	445,22	227,06	89,04	3.251,60	302,75	<b>4.315,67</b>	0,1069	0,0197	0,6589	0,0178	0,0810	<b>0,8843</b>
6	Master 2.3 dCi Furgão 16V Diesel	Renault	677,31	357,57	140,52	3.251,60	449,66	<b>4.876,66</b>	0,1256	0,0177	0,5716	0,0072	0,1050	<b>0,8271</b>
7	Kangoo Express Hi-Flex 1.6 16V	Renault	358,59	181,28	71,05	3.251,60	269,99	<b>4.132,50</b>	0,1068	0,0197	0,2437	0,0178	0,1150	<b>0,5030</b>
8	Ducato Maxi. Curta 2.3	Fiat	759,01	400,81	157,52	3.251,60	516,66	<b>5.085,60</b>	0,1295	0,0207	0,3468	0,0056	0,1050	<b>0,6076</b>
<b>MÉDIA</b>			701,41	341,91	133,70	3.251,60	456,91	<b>4.885,54</b>	0,1371	0,0257	0,3990	0,0112	0,0969	<b>0,6699</b>
<b>Participação Média (%)</b>			14,36%	7,00%	2,74%	66,56%	9,35%	(-)	20,46%	3,83%	59,57%	1,68%	14,46%	(-)

Anexo XV – Custos fixos e variáveis de veículos tipo caminhão semileve de carga.

<b>CUSTOS OPERACIONAIS - CAMINHÕES SEMILEVES DE CARGA</b>														
<b>Veículos</b>			<b>Custos FIXOS mensais (R\$)</b>					<b>Custos VARIÁVEIS por km (R\$)</b>						
<b>Nº</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>	<b>Depreciação</b>	<b>Remuneração de Capital</b>	<b>Licenciamento Seguro Obrigatório IPVA</b>	<b>Salário do Motorista com Encargos</b>	<b>Seguro do Casco</b>	<b>Total dos Custos Fixos mensais</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Pneus Câmaras e Recapagens</b>	<b>Combustível</b>	<b>Óleo de Câter</b>	<b>Lavagens e Graxas</b>	<b>Total dos Custos Variáveis por KM</b>
1	<b>8700 2p (diesel) (E5)</b>	Agrale	1.005,95	566,96	223,66	4.184,40	581,51	<b>6.562,47</b>	0,2292	0,0754	0,4788	0,0090	0,0860	<b>0,8784</b>
2	<b>HR 2.5 TCI Diesel (RS/RD)</b>	Hyundai	282,17	321,17	130,30	4.184,40	364,83	<b>5.282,87</b>	0,1278	0,0202	0,3459	0,0142	0,0860	<b>0,5941</b>
3	<b>HD78 3.0 16V 155cv</b>	Hyundai	611,73	421,90	168,14	4.184,40	470,80	<b>5.856,97</b>	0,1783	0,0707	0,4256	0,0142	0,0860	<b>0,7747</b>
4	<b>DAILY TRUCK CHAS. 70C17</b>	IVECO	760,31	513,33	204,38	4.184,40	572,28	<b>6.234,71</b>	0,2015	0,0890	0,4974	0,0051	0,0860	<b>0,8791</b>
5	<b>8700 2p (diesel) (E5)</b>	Agrale	790,06	588,85	235,48	4.184,40	659,34	<b>6.458,13</b>	0,2279	0,0594	0,4004	0,0039	0,0860	<b>0,7775</b>
6	<b>DAILY VETRATO 45S17 (E5)</b>	IVECO	882,38	562,91	223,52	4.184,40	625,84	<b>6.479,05</b>	0,2408	0,0704	0,3509	0,0041	0,0860	<b>0,7522</b>
7	<b>5-150 E DELIVERY (E5)</b>	VW	704,81	527,63	211,04	4.184,40	590,90	<b>6.218,78</b>	0,1837	0,0791	0,4785	0,0073	0,0860	<b>0,8347</b>
<b>MÉDIA</b>			719,63	500,39	199,50	4.184,40	552,21	<b>6.156,14</b>	0,1985	0,0663	0,4254	0,0083	0,0860	<b>0,7844</b>
<b>Participação Média (%)</b>			11,69%	8,13%	3,24%	67,97%	8,97%	(-)	25,30%	8,45%	54,23%	1,05%	10,96%	(-)

Anexo XVI – Custos fixos e variáveis de veículos tipo caminhão semipesado de carga.

<b>CUSTOS OPERACIONAIS - CAMINHÕES SEMIPESADOS DE CARGA</b>																
<b>Veículos</b>			<b>Custos FIXOS mensais (R\$)</b>							<b>Custos VARIÁVEIS por km (R\$)</b>						
<b>Nº</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>	<b>Depreciação</b>	<b>Remuneração de Capital</b>	<b>Licenciamento Seguro Obrigatório IPVA</b>	<b>Salário do Motorista com Encargos</b>	<b>Seguro do Casco</b>	<b>Despesas de Comunicação</b>	<b>Total dos Custos Fixos mensais</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Pneus Câmaras e Recapagens</b>	<b>Combustível (Diesel)</b>	<b>ARLA 32</b>	<b>Óleo de Câter</b>	<b>Lavagens e Graxas</b>	<b>Total dos Custos Variáveis por KM</b>
1	17-190 E Constellation (E5)	VW	1.345,04	932,38	332,08	4.184,40	708,68	165,81	<b>7.668,39</b>	0,1883	0,1506	0,6986	0,0246	0,0126	0,0950	<b>1,1698</b>
2	Cargo 1723 - Carga Seca	FORD	1.186,62	792,99	304,92	4.184,40	607,96	165,81	<b>7.242,70</b>	0,1746	0,0984	0,6724	0,0237	0,0146	0,1125	<b>1,0960</b>
3	ATRON 2324 6x2 2p (diesel) (E5) - 3E	Mercedes Benz	1.163,33	941,76	338,26	4.184,40	691,89	165,81	<b>7.485,45</b>	0,1838	0,1457	0,7009	0,0247	0,0085	0,0950	<b>1,1587</b>
4	Atego 1719 (E5)	Mercedes Benz	1.316,86	829,99	289,77	4.184,40	645,50	165,81	<b>7.432,32</b>	0,1909	0,1423	0,6831	0,0241	0,0123	0,0950	<b>1,1476</b>
5	Atego 1726 4x4 2p (diesel)(E5)	Mercedes Benz	1.362,69	1.195,10	451,51	4.184,40	864,09	165,81	<b>8.223,60</b>	0,2296	0,1457	0,6874	0,0242	0,0085	0,0950	<b>1,1905</b>
6	TECTOR 240E28 Stradale 6x2 (E5) 3E	IVECO	1.481,73	922,68	326,32	4.184,40	719,76	165,81	<b>7.800,70</b>	0,2190	0,1595	0,6964	0,0245	0,0100	0,0935	<b>1,2029</b>
7	17-280 E Constellation (E5) - TQ 15.000 1 3E	VW	1.261,16	943,75	339,16	4.184,40	705,04	165,81	<b>7.599,33</b>	0,1934	0,1807	0,7032	0,0248	0,0126	0,0950	<b>1,2097</b>
8	Atego 2426 6x2 (E5) Sider	Mercedes Benz	1.178,90	948,07	358,10	4.184,40	697,48	165,81	<b>7.532,76</b>	0,1793	0,1595	0,7224	0,0236	0,0102	0,1640	<b>1,2590</b>
9	VM 220 6X2 (E5)	VOLVO	2.160,30	1.323,18	391,12	4.184,40	1.036,51	165,81	<b>9.261,33</b>	0,2710	0,1694	0,7715	0,0272	0,0117	0,1640	<b>1,4148</b>
10	P-250 B 8x4 2p (E5)	SCANIA	1.608,51	1.245,36	473,14	4.184,40	923,52	165,81	<b>8.600,73</b>	0,2414	0,2033	0,7457	0,0243	0,0102	0,0950	<b>1,3199</b>
11	24-280 E Constel. 6x2 (E5-EGR)	VW	1.291,42	1.014,43	385,69	4.184,40	749,97	165,81	<b>7.791,73</b>	0,1993	0,1595	0,7746	(-)	0,0127	0,0575	<b>1,2035</b>
<b>MÉDIA</b>			719,63	500,39	199,50	4.184,40	552,21		<b>6.156,14</b>	0,1985	0,0663	0,4254	0,0083	0,0860	0,0083	0,0860
<b>Participação Média (%)</b>			11,69%	8,13%	3,24%	67,97%	8,97%		(-)	25,30%	8,45%	54,23%	1,05%	10,96%	1,05%	10,96%

Anexo XVII – Detalhamento do custo de contratação do auxiliar do motorista.

DADOS TRABALHADOR	
SALÁRIO	R\$1.052,34
NÚMERO HORAS MENSAIS	44
NÚMERO HORAS EXTRAS MENSAIS	0
VALOR ADICIONAL HORA EXTRA	0%
Nº HORAS NOTURNAS	0
ADICIONAL DE PERICULOSIDADE	2 SIM (1) NÃO (2)
ADICIONAL DE INSALUBRIDADE	3 MÍNIMO (1) MÉDIO (2) MÁXIMO (3)
VALE TRANSPORTE	22 Nº DIAS
Nº PASSAGENS POR DIA	2
VALOR PASSAGEM (R\$)	R\$3,80
PENSÃO ALIMENTÍCIA	0

ENCARGOS APROVISIONAMENTO MENSAL	
1/12 DE FÉRIAS + 1/3	R\$116,93
1/12 DE 13º SALÁRIO	R\$87,70
50% MULTA DO FGTS	R\$42,09
AVISO PRÉVIO	R\$87,70
FGTS SOBRE 13º SALÁRIO	R\$7,02
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE 13º SALÁRIO	R\$3,51
FGTS SOBRE AVISO PRÉVIO	R\$7,02
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE AVISO PRÉVIO	R\$3,51
FGTS SOBRE FÉRIAS + 1/3	R\$9,35
MULTA DE 50% DO FGTS SOBRE FÉRIAS + 1/3	R\$4,68
<b>TOTAL APROVISIONAMENTO MENSAL</b>	<b>R\$369,49</b>

VALORES RETIDOS DO EMPREGADO E REPASSADOS PELO EMPRESÁRIO	
INSS COTA EMPREGADO	R\$84,19
IMPOSTO DE RENDA PESSOA FÍSICA	R\$0,00
PENSÃO ALIMENTÍCIA	R\$0,00
<b>TOTAL DESPESAS RETIDAS</b>	<b>R\$84,19</b>

ENCARGOS PAGOS MENSALMENTE	
SALÁRIO MENSAL	R\$1.052,34
RECOLHIMENTO FGTS	R\$84,19
ADICIONAL DE PERICULOSIDADE	R\$0,00
ADICIONAL DE INSALUBRIDADE	R\$352,00
HORAS EXTRAS	R\$0,00
HORA NOTURNA	R\$0,00
VALE TRANSPORTE	R\$104,06
<b>TOTAL PAGAMENTO MENSAL</b>	<b>R\$1.592,59</b>

<b>TOTAL DESPESA MENSAL (PAGOS + APROVISIONADO)</b>	<b>R\$1.962,08</b>
---	--------------------

Fonte: (SEBRAE, 2017).