

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-Graduação em Saneamento,**  
**Meio Ambiente e Recursos Hídricos**

**ANÁLISE DA COLETA DE RESÍDUOS DE**  
**EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**  
**NOS “ECOPONTOS” DE BELO HORIZONTE, MG**

**Débora Ferreira dos Santos**

**Belo Horizonte**  
**2018**

**ANÁLISE DA COLETA DE RESÍDUOS DE  
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS NOS  
“ECOPONTOS” DE BELO HORIZONTE, MG**

**Débora Ferreira dos Santos**

**Débora Ferreira dos Santos**

**ANÁLISE DA COLETA DE RESÍDUOS DE  
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS NOS  
“ECOPONTOS” DE BELO HORIZONTE, MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Orientador: Prof. Dr. Raphael Tobias de Vasconcelos  
Barros

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG

2018

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S337a | <p>Santos, Débora Ferreira dos.</p> <p>Análise da coleta de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos nos “ecopontos” de Belo Horizonte, MG [manuscrito] / Débora Ferreira dos Santos. – 2018.</p> <p>124 f., enc.: il.</p> <p>Orientador: Raphael Tobias de Vasconcelos Barros.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Anexos: f. 123-124.</p> <p>Bibliografia: f. 114-122.</p> <p>1. Engenharia Sanitária - Teses. 2. Saneamento - Teses. 3. Resíduos sólidos - Equipamento elétrico - Teses. 4. Resíduos sólidos - Equipamento eletrônico - Teses. 5. Resíduos sólidos - Administração - Teses. I. Barros, Raphael Tobias de Vasconcelos. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p>CDU: 628(043)</p> |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Engenharia  
*Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos*  
Avenida Antônio Carlos, 6627 - 4º andar - 31270-901 - Belo Horizonte - BRASIL  
Telefax: 55 (31) 3409-1882 - [posgrad@desa.ufmg.br](mailto:posgrad@desa.ufmg.br)  
<http://www.smarh.eng.ufmg.br>

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Análise da Coleta de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (reee) Nos  
Ecopontos do Município de Belo Horizonte (mg)

**DÉBORA FERREIRA DOS SANTOS**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

Prof. RAPHAEL TOBIAS DE VASCONCELOS BARROS

Prof.<sup>a</sup> LISÉTE CELINA LANGE

Prof. JOSÉ CLÁUDIO JUNQUEIRA RIBEIRO

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

Prof. Nilo de Oliveira Nascimento  
Coordenador

Versão Final aprovada por

Prof. Raphael Tobias de Vasconcelos Barros  
Orientador

Belo Horizonte, 02 de maio de 2018.

*Posso todas as coisas naquele que me fortalece.*

Filipenses, 4.13

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, obrigada por me colocar sempre no melhor caminho e resolver por mim tudo aquilo que não está mais ao meu alcance.*

*À minha Tia Neusa e ao meu Tio (em memória) que foram sempre o meu porto seguro nessa jornada para a formação profissional registro aqui a minha gratidão, o meu respeito e amor.*

*Ao meu marido Thiago que chegou no meio desse percurso e me trouxe todo o sentido para sonhar e planejar o futuro e ainda me apresentou com a maternidade. À minha mocinha pela sua compreensão habitual pelo nosso tempo juntas ter sido roubado pelos estudos e pelo trabalho durante os seus treze anos. Aos meus filhotes, a minha promessa reservar mais tempo ficarmos juntos sem nenhum outro compromisso.*

*Aos meus grandes Amigos do mestrado que foram o maior legado nessa temporada que tanto me marcou. Estarei torcendo pelo sucesso de vocês nessa empreitada pelo Saneamento e Meio Ambiente.*

*Às minhas amigas superpoderosas sempre juntas desde então na saúde, na alegria, na tristeza, na doença e na dificuldade, praticamente, um casamento de quatro. Sem os seus conselhos eu teria desistido (Fer Espinosa + David, Laurita e Fabrícia). Não posso deixar de citar os meus também os queridos amigos constituídos desde o início Carlitos, Elias, Jorge e sua Família, Taiana, Mariana, Neuciano e Déborah. Compartilhamos confraternizações e fizemos uma família paralela nesse tempo de estudo. Foi demais!*

*Aos meus colegas “hermanos” do grupo de estudos de Gestão de Resíduos Sólidos pela parceria, aprendizado com descontração.*

*Ao IC Samuel França pela sua importante ajuda no georeferenciamento dos dados e às tumas de Engenharia Civil do 5º período (turma 2º semestre de 2015) pelo grande e essencial apoio na coleta de dados de campo.*

*À querida Nathália Roland que esteve comigo em algumas situações de dificuldade, me apoiou e me ajudou tanto, tem a minha gratidão e amizade.*

*À minha amiga Anny Caixeta pelo grandioso incentivo na reabertura da matrícula e retorno ao mestrado.*

*Aos professores do Programa a minha gratidão e o meu orgulho pelas lições aprendidas com os melhores (CAPES NOTA 7) dessa área tão linda e tão essencial.*

*Ao Prof. Marcos von Sperling pelos ensinamentos em sala de aula, pela sua simplicidade, pela sabedoria no real papel do professor, pela oportunidade que me foi dada no estágio em docência, e principalmente, pelo apoio que deu ao meu amigo Elias quando enfrentou problemas de saúde.*

*À Banca Examinadora (Lisete Lange e José Cláudio) pela prontidão em aceitar o nosso convite. Terei muita satisfação em poder contar com as valiosas contribuições que poderão vir.*

*Aos momentos ruins, o meu sincero obrigada, pois deles extrai aprendizados e construí novos degraus para a minha vida.*

*Por fim, ao MEU ORIENTADOR, que tanto me ensinou, norteou, “aprumou”, esperou, corrigiu, esperou novamente, acreditou, teve a santa paciência e nunca desistiu de mim já que tive tantas tempestades nesse fim de percurso. Habilidoso, dedicado, ético, justo, crítico, firme e tão educado, tão agradável, tão comprometido como a sua profissão. Sigo com o orgulho de ter trabalhado sob a sua Orientação! Um lamento de não ter podido aproveitar por mais tempo os seus ensinamentos. Sigo com desejo de estudar, aprofundar, produzir, para o saneamento. Sigo motivada pelo seu exemplo de Professor e de Pessoa! Muito Obrigada, Prof. Raphael!*

## RESUMO

No gerenciamento de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), a etapa de coleta é determinante para o bom desempenho das etapas posteriores. Esta pesquisa é um estudo de caso que tem como objetivo avaliar as atividades de coleta dos REEE em Belo Horizonte, (MG). O levantamento de dados em campo foi realizado em 2015 e a pesquisa bibliográfica e documental se estendeu até 2018, trazendo uma revisão atualizada sobre a gestão de REEE. Foram vistoriados 217 locais com potencial de coleta de REEE, o que resultou em um inventário físico de 96 ecopontos que recebiam algum tipo de REEE, representando 44% do total de locais visitados. Foram constatadas atividades informais relacionadas com a gestão de REEE. Primeiramente, a falta de informação e de conhecimento, ou até mesmo a retenção da informação por parte dos responsáveis pelos ecopontos, dificultou a identificação dos fluxos desses resíduos e impossibilitou a tentativa de avaliar o desempenho da coleta. A triangulação dos dados obtidos em campo e os dados da literatura disponível, mesmo que escassa, permitiu identificar os elementos que interferem no desempenho da coleta. Enquanto não se assinar o acordo setorial entre os atores responsáveis pela logística reversa não há uma aplicação mais severa da PNRS. A maior parte dos ecopontos existentes pertence à iniciativa privada que se especializa em desmontagem e reciclagem de materiais da linha verde (computadores, tablets acessórios de informática, telefones celulares e baterias) e da linha marrom (TVs e monitores) que possuem algum valor comercial. No entanto, os materiais de menor valor comercial como os das linhas branca (geladeiras, fogões e etc.) e azul (furadeira, ferro e etc.) são recebidos nas unidades públicas por meio de entrega domiciliar voluntária e são enviados ao aterro sanitário. O poder público não reconhece a sua responsabilidade para a destinação dos REEE e, oficialmente, não recebe esses resíduos. A coleta de REEE no município de Belo Horizonte ainda é bastante incipiente e, na prática, ainda não está na prioridade estratégica do município conforme verificado em seu Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado em 2017.

**Palavras chave:** REEE, Gestão de resíduos, logística reversa, Meio Ambiente, Saneamento.

## ABSTRACT

In the management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), the collection stage is determinant for good performance of later stages. An efficient collection can enable reverse logistics, promoting reduction of natural resources extraction from environment and reduction of occupied areas in sanitary landfills. Above all, it can provide the insertion of social actors involved through recycling with a potential for income generation, the priority point of Law 12.305 (2010), which deals with the National Solid Waste Policy (NSWP). This research is a case that aims to evaluate the collection activities of WEEE in Belo Horizonte (MG), Brazil. The field data collection was carried out in 2015 and the bibliographic and documentary research was extended until 2018, bringing an updated review on the management of WEEE. 217 sites with potential for WEEE collection were surveyed, resulting in a physical inventory of 96 ecopoints that received some type of WEEE, representing 44% of the total visited sites. There were intense informal activities related to the management of WEEE. The lack of information and knowledge, made it hard to identify the waste streams and made it impossible to evaluate the collection performance. The triangulation of the obtained data in the field and the data from available literature, although scarce, allowed to identify the elements that interfere in collect performance. Until the sector agreement between the actors responsible for reverse logistics is signed, there is no more severe application of NSWP. Most of the existing ecopoints belong to the private sector, which specializes in dismantling and recycling of green line materials (computers, computer accessories tablets, cell phones and batteries) and the brown line (TVs and monitors) that have some commercial value. However, materials of lower commercial value such as white line (refrigerators, stoves and etc.) and blue line (drill, iron, etc.) are received at the public units by means of voluntary home delivery and are sent to the sanitary landfill. The public authority does not recognize the responsibility for the disposal of WEEE and officially does not receive such waste. The collection of WEEE in Belo Horizonte still very incipient and, in practice, it is not yet in the strategic priority of the municipality strategy as verified in its Municipal Integrated Solid Waste Management Plan, prepared in 2017.

**Keywords:** WEEE, Management of waste, Reverse Logistic, Environment, sanitation.

# SUMÁRIO

|                                                                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| RESUMO .....                                                                                                                    | VI         |
| ABSTRACT .....                                                                                                                  | VII        |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                                                          | IX         |
| LISTA DE TABELAS .....                                                                                                          | XI         |
| LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....                                                                                  | XIII       |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                       | <b>1</b>   |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>                                                                                                        | <b>7</b>   |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....                                                                                                        | 7          |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                                                 | 7          |
| <b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>                                                                                             | <b>7</b>   |
| 3.1 RESÍDUOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS: CONCEITOS, GERAÇÃO, PROBLEMAS E DESAFIOS .....                                            | 8          |
| 3.1.1 Conceitos e definições.....                                                                                               | 8          |
| 3.1.2 A geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE).....                                                 | 10         |
| 3.1.3 Problemas e desafios enfrentados para a gestão de REEE .....                                                              | 15         |
| 3.2 PANORAMA INTERNACIONAL DA GESTÃO DE REEE .....                                                                              | 19         |
| 3.3 AVANÇOS NA FORMULAÇÃO E NOS REGULAMENTOS DAS POLÍTICAS PARA A GESTÃO DOS REEE.....                                          | 20         |
| 3.4 MERCADO DOS REEE, RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E LOGÍSTICA REVERSA .....                                                  | 24         |
| 3.4.1 Mercado dos REEE.....                                                                                                     | 24         |
| 3.4.2 Responsabilidade compartilhada.....                                                                                       | 26         |
| 3.4.3 Logística reversa.....                                                                                                    | 28         |
| 3.5 A GESTÃO NACIONAL E A GESTÃO MUNICIPAL EM BELO HORIZONTE (MINAS GERAIS, BRASIL) DE REEE .....                               | 33         |
| 3.5.1 Gestão de REEE no Brasil .....                                                                                            | 33         |
| 3.5.2 A gestão de REEE em Minas Gerais.....                                                                                     | 53         |
| 3.5.3 A gestão de REEE em Belo Horizonte .....                                                                                  | 56         |
| <b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                                                                               | <b>71</b>  |
| 4.1 FASE I – PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA (JULHO A DEZEMBRO DE 2015, JANEIRO-JULHO/2016 E JANEIRO A ABRIL DE 2018) ..... | 73         |
| 4.2 FASE II – IDENTIFICAÇÃO DOS ECOPONTOS NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE (JULHO DE 2015) .....                                  | 77         |
| 4.3 FASE III – CARACTERIZAÇÃO DOS ECOPONTOS (AGOSTO A SETEMBRO DE 2015).....                                                    | 79         |
| 4.4 FASE IV – TRATAMENTO DOS DADOS.....                                                                                         | 80         |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                                                            | <b>80</b>  |
| 5.1 INVENTÁRIO DOS ECOPONTOS EM BELO HORIZONTE, MG .....                                                                        | 80         |
| 5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ECOPONTOS DE BELO HORIZONTE, MG .....                                                                    | 83         |
| 5.2.1 Ecopontos públicos (LEVs e URPVs) .....                                                                                   | 83         |
| 5.2.2 Ecopontos privados.....                                                                                                   | 90         |
| <b>6 CONCLUSÕES .....</b>                                                                                                       | <b>110</b> |
| <b>7 PROPOSIÇÕES .....</b>                                                                                                      | <b>113</b> |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                               | 114        |
| ANEXO 1 – ROTEIRO – CARACTERIZAÇÃO DOS ECOPONTOS .....                                                                          | 123        |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1: Diagrama de Melhoria Contínua do PGIREEE. ....                                                                                                        | 5  |
| FIGURA 2: Categoria dos REEE. ....                                                                                                                              | 10 |
| FIGURA 3: Vida útil de produtos EEE. ....                                                                                                                       | 15 |
| FIGURA 4: Aplicativo de venda e troca de smartphones. ....                                                                                                      | 24 |
| FIGURA 5: Número de municípios com coleta seletiva no Brasil. ....                                                                                              | 30 |
| FIGURA 6: Tipologia dos canais de distribuição reversos. ....                                                                                                   | 32 |
| FIGURA 7: Hierarquização das políticas públicas de resíduos sólidos. ....                                                                                       | 34 |
| FIGURA 8: <i>Status</i> sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil. ....                                                                              | 35 |
| FIGURA 9: <i>Status</i> sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil. ....                                                                              | 42 |
| FIGURA 10: <i>Coletor papa-pilhas do Banco Relat (Santander, 2015)</i> . ....                                                                                   | 43 |
| FIGURA 11: <i>Logomarca do projeto (Eco-Elétrico, 2015)</i> . ....                                                                                              | 45 |
| FIGURA 12: <i>Curso online de reciclagem de REEE para a inclusão (Eco-Elétrico, 2015)</i> . ....                                                                | 45 |
| FIGURA 13: <i>Logomarca do Programa Sustentare</i> . ....                                                                                                       | 46 |
| FIGURA 14: <i>Etapas de reciclagem de resíduos eletrônicos segundo o SEBRAE</i> . ....                                                                          | 47 |
| FIGURA 15: <i>Curso de montagem de EEE</i> . ....                                                                                                               | 48 |
| FIGURA 16: Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS (2010). ....                                                                                       | 50 |
| FIGURA 17: Planos de gestão de resíduos sólidos em Minas Gerais. ....                                                                                           | 54 |
| FIGURA 18: Delimitação do estudo – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ....                                                                                   | 56 |
| FIGURA 19: Organograma da Secretaria de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte. ....                                                                            | 57 |
| FIGURA 20: Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV – Bairro São Paulo). ....                                                                           | 59 |
| FIGURA 21: Distribuição regional das URPVs de Belo Horizonte. ....                                                                                              | 61 |
| FIGURA 22: Lâmpadas fluorescentes, que contêm mercúrio, substância perigosa para a saúde, descartadas irregularmente no portão principal da URPV do Horto. .... | 62 |
| FIGURA 23: Placa indicado que recebe eletrodomésticos apesar de não receber formalmente URPV Zumbi. ....                                                        | 62 |
| FIGURA 24: Materiais da linha marrom na URPV Zumbi. ....                                                                                                        | 63 |
| FIGURA 25: LEVs de Belo Horizonte (Parque Renato Azeredo-Palmares). ....                                                                                        | 63 |
| FIGURA 26: LEVs de Belo Horizonte (dentro de uma URPV São José). ....                                                                                           | 64 |
| FIGURA 27: Destino dado aos aparelhos eletrodomésticos ao final da primeira vida útil. ....                                                                     | 66 |
| FIGURA 28: Fluxo do crescimento do mercado da filial de Betim, nos últimos anos. ....                                                                           | 67 |
| FIGURA 29: Distribuição das empresas especializadas em destinação de REEE em Belo Horizonte e região. ....                                                      | 67 |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 30: Distribuição das associações e cooperativas de catadores, sucateiros e/ou ferros-velhos em Belo Horizonte e região. .... | 68  |
| FIGURA 31: Esquema metodológico das fases da pesquisa.....                                                                          | 72  |
| FIGURA 32: Relatórios e documentos Institucionais consultados .....                                                                 | 76  |
| FIGURA 33: Elaboração do inventário dos ecopontos de REEE .....                                                                     | 81  |
| FIGURA 34: Locais visitados entre agosto e setembro de 2015.....                                                                    | 81  |
| FIGURA 35: Ecopontos de coleta de algum tipo de REEE (agosto a setembro de 2015).....                                               | 82  |
| FIGURA 36: Total de locais visitados e ecopontos de REEE identificados .....                                                        | 82  |
| FIGURA 37: LEVs dentro da URPV Dona Clara – Lâmpada colocada ao lado do coletor de vidro.....                                       | 85  |
| FIGURA 38: REEE coletados nas URPVs.....                                                                                            | 85  |
| FIGURA 39: REEE coletados nas URPVs. (abril/2018) .....                                                                             | 86  |
| FIGURA 40: REEE coletados nas URPVs (material reservado para reaproveitamento). (abril/2018).....                                   | 86  |
| FIGURA 41: Destinos dos REEE a partir dos ecopontos. ....                                                                           | 89  |
| FIGURA 42: Fluxo dos REEE nas URPVs.....                                                                                            | 89  |
| FIGURA 43: Número de unidades que possuem ecopontos (agosto a setembro de 2015).....                                                | 91  |
| FIGURA 44: Coleta de REEE no Minas Shopping.....                                                                                    | 92  |
| FIGURA 45: Coleta de REEE no Pontão Lar Shopping.....                                                                               | 93  |
| FIGURA 46: Coleta de REEE no Leroy Merlin.....                                                                                      | 95  |
| FIGURA 47: Coletores de REEE em lojas de informática colocados por empresa especializada em reciclagem.....                         | 96  |
| FIGURA 48: Coletores de pilhas e baterias (REEE) nas lojas de telefonia.....                                                        | 99  |
| FIGURA 49: Fluxograma das relações entre atores da cadeia de reciclagem de REEE.....                                                | 101 |
| FIGURA 50: Fluxo dos principais atores envolvidos na cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares. ....                               | 102 |
| FIGURA 51: Fluxo alternativos dos REEE Belo Horizonte .....                                                                         | 103 |
| FIGURA 52: Fluxos dos REEE (lâmpadas, pilhas e baterias) em Belo Horizonte.....                                                     | 104 |
| FIGURA 53: Resumo das rotas identificadas nesse estudo para os REEE gerados em Belo Horizonte .....                                 | 104 |
| FIGURA 54: Empresas de reciclagem de REEE no Brasil. ....                                                                           | 106 |
| FIGURA 55: Estudo dos instrumentos de gestão de REEE no início da pesquisa em 2015. ....                                            | 109 |
| FIGURA 56: Estudo dos instrumentos de gestão de REEE no início da pesquisa em 2018. ....                                            | 109 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1: Evolução global da geração de REEE (em milhões de toneladas), da população (em bilhões) e das vendas de eletroeletrônicos (em bilhões de unidades). .... | 13 |
| TABELA 2: Evolução global da geração de REEE (2009 a 2017) (OLIVEIRA, 2016). ....                                                                                  | 13 |
| TABELA 3: Geração de REEE, <i>The Global E-Waste Monitor</i> (2016).....                                                                                           | 14 |
| TABELA 4: Domicílios particulares permanentes, por existência de alguns bens duráveis. .                                                                           | 29 |
| TABELA 5: Indicadores de consumo que se relacionam com a consequente geração de REEE. ....                                                                         | 29 |
| TABELA 6: Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil. ....                                                                                                       | 36 |
| TABELA 7: Lista Brasileira de Resíduos. ....                                                                                                                       | 39 |
| TABELA 8: Relatório de Gestão Ambiental do Banco Santander (2016).....                                                                                             | 44 |
| TABELA 9: Modelos internacionais e o possível modelo brasileiro.....                                                                                               | 49 |
| TABELA 10: Situação dos Grupos Técnicos Temáticos e das negociações. Acesso em: 1º abril de 2018. ....                                                             | 51 |
| TABELA 11: Dados gerais sobre as URPV, por regional administrativa de Belo Horizonte. .                                                                            | 59 |
| TABELA 12: Normas de uma URPV .....                                                                                                                                | 60 |
| TABELA 13: Diagnóstico da geração de REEE no Brasil, em Minas Gerais e em Belo Horizonte. ....                                                                     | 65 |
| TABELA 14: Características dos REEE de Belo Horizonte. ....                                                                                                        | 65 |
| TABELA 15: Proposições para os resíduos reversos.....                                                                                                              | 70 |
| TABELA 16: Principais fontes consultadas.....                                                                                                                      | 74 |
| TABELA 17: Análise dos locais visitados e ecopontos encontrados para REEE (agosto a setembro de 2015). ....                                                        | 83 |
| TABELA 18: Inventário dos LEVs que recebem (informalmente) REEE (agosto a setembro de 2015).....                                                                   | 84 |
| TABELA 19: Inventário das URPVs que recebem REEE informalmente (agosto a setembro de 2015).....                                                                    | 87 |
| TABELA 20: Inventário de ecopontos privados: administração de shopping. ....                                                                                       | 92 |
| TABELA 21: Inventário de ecopontos privados: lojas de EEE/construção civil.....                                                                                    | 94 |
| TABELA 22: Inventário de ecopontos privados: Lojas de Informática (agosto a setembro de 2015).....                                                                 | 96 |
| TABELA 23: Inventário de ecopontos privados: hipermercados e supermercados.....                                                                                    | 97 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABELA 24: Inventário de ecopontos privados: Telefonia (agosto a setembro de 2015). ....                       | 99  |
| TABELA 25: Desafios do Sistema de Logística Reversa no Brasil em relação aos aspectos políticos e legais. .... | 105 |

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

|         |                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| ABDI    | Associação Brasileira do Desenvolvimento da Indústria                     |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| ABINEE  | Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica                  |
| ABNT    | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                  |
| ACLU    | Agente Comunitário de Limpeza Urbana                                      |
| ACV     | Análise do Ciclo de Vida                                                  |
| BH      | Belo Horizonte                                                            |
| CAPES   | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior               |
| CEMPRE  | Compromisso Empresarial para a Reciclagem                                 |
| CMRR    | Centro Mineiro de Referência em Resíduos                                  |
| COEP    | Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG                                       |
| CONAMA  | Conselho Nacional de Meio Ambiente                                        |
| CTRS    | Central de Tratamento de Resíduos Sólidos                                 |
| EEE     | Equipamentos Elétricos e Eletrônicos                                      |
| FEAM    | Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais                        |
| GRS     | Gestão de Resíduos Sólidos                                                |
| GSMA    | <i>Grupo Especial de la Asociación de Moviles</i>                         |
| IBAMA   | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis   |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                           |
| IDH     | Índice de Desenvolvimento Humano                                          |
| ISO     | <i>International Standart Organization</i>                                |
| ITU     | <i>International Telecommunication Union</i>                              |
| LEV     | Local de Entrega Voluntária                                               |
| MMA     | Ministério do Meio Ambiente                                               |
| NBR     | Norma Brasileira                                                          |
| OCDE    | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico                 |
| OMS     | Organização Mundial da Saúde                                              |
| PDCA    | <i>Plan, Do, Check and Act</i>                                            |
| PERS    | Política Estadual de Resíduos Sólidos                                     |
| PEV     | Posto de Entrega Voluntária                                               |
| PGRSE   | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais                      |

|             |                                                                                                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PNRS        | Política Nacional de Resíduos Sólidos                                                                                                                            |
| PGIREEE     | Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos                                                                             |
| PMS         | Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte                                                                                                                  |
| PMGIRS      | Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte                                                                                        |
| PNRS        | Política Nacional de Resíduos Sólidos                                                                                                                            |
| RCC         | Resíduos de Construção Civil                                                                                                                                     |
| REEE        | Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos                                                                                                                 |
| RMBH        | Região Metropolitana de Belo Horizonte                                                                                                                           |
| <i>RoHS</i> | <i>Restriction of Hazardous Substances</i>                                                                                                                       |
| RS          | Resíduo Sólido                                                                                                                                                   |
| RSU         | Resíduos Sólidos Urbanos                                                                                                                                         |
| SEBRAE      | Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais                                                                                                    |
| SERVAS      | Serviço Voluntário de Assistência Social                                                                                                                         |
| SINIR       | Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos                                                                                               |
| SINIS       | Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento                                                                                                                  |
| SLU         | Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte                                                                                                             |
| SMMA        | Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte                                                                                                          |
| STEP        | <i>Solving the E-waste Problem</i>                                                                                                                               |
| SWICO       | <i>Swiss Association for Information, Communication and Organization Technology</i> (Associação de Informação, Comunicação e Organização de Tecnologia da Suíça) |
| <i>ISWA</i> | <i>International Solid Waste Association</i>                                                                                                                     |
| <i>UNU</i>  | <i>United Nations University</i>                                                                                                                                 |
| URPV        | Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes                                                                                                                      |
| UFMG        | Universidade Federal de Minas Gerais                                                                                                                             |
| WEEE        | <i>Waste of Electro Electronic Equipment</i>                                                                                                                     |

# 1 INTRODUÇÃO

Na gestão de resíduos sólidos, a qualidade da coleta com uma boa segregação é o que mais interfere no desempenho das etapas subsequentes, seja no manuseio, no transporte, no tratamento, na destinação/disposição final, seja no fluxo reverso.

O IBGE (2018) realizou uma pesquisa que apresentou o panorama da gestão de resíduos em 2016, registrando que 3.878 dos 5.570 (IBGE, 2018) municípios brasileiros possuem alguma iniciativa de coleta seletiva, mas esta, muitas vezes, não abrange a totalidade da área urbana de cada município (ABRELPE, 2016).

Para Barros (2012), os resíduos sólidos especiais são definidos como materiais que normalmente não são recolhidos pelo serviço regular de coleta, em função do grande volume e/ou de apresentarem riscos de contaminação. O autor ressalta, ainda, que essa classificação pode variar de acordo com as peculiaridades e os regulamentos de um município. Dentre os resíduos sólidos especiais, estão inclusos resíduos de serviço de saúde, resíduos volumosos, eletrodomésticos, equipamentos elétricos e eletrônicos, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos radioativos, entre outros.

Barros (2012) ressaltou que a problemática relacionada à gestão de resíduos sólidos (GRS) está muito além da preocupação ambiental, mas, sim, está atrelada a uma visão socioeconômica. Uma vez que o resíduo é destinado de forma correta, ele possui valor comercial, o que fomenta a formação de novos empregos e o movimento da economia.

O índice de produção mundial de resíduos cresce a cada dia em progressão geométrica em relação ao crescimento populacional. As pessoas utilizam cada vez mais bens de consumo eletroeletrônicos, em variedades e quantidades. A problemática sobre os equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) é de ordem mundial, tendo em vista a velocidade de seu consumo e de seu descarte, a evolução tecnológica e a rápida obsolescência desses materiais.

Os países mais desenvolvidos são apontados como os maiores geradores de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), considerando que o acesso à tecnologia e o poder aquisitivo são maiores que nos países em desenvolvimento. No entanto, a partir do processo de globalização, que se iniciou por volta da década de 1980, novas tecnologias e a prática do comércio internacional começaram a ser difundidas. Os países em desenvolvimento passaram

a ter acesso aos bens de consumo de tecnologia de ponta, tendo como consequência o início de uma curva crescente da geração de REEE.

As tecnologias e possibilidades de reciclagem/recuperação dos REEE por meio da logística reversa pós-consumo ainda não são muito difundidas, visto que foram encontradas poucas pesquisas realizadas no Brasil sobre o tema até 2015. Cabe ressaltar que ao final desta pesquisa (em 2018) essa perspectiva mudou, evidenciando uma evolução temporal, e, mais que isso, o momento representou um divisor de águas entre um tempo em que pouco se discutia sobre o tema e outro em que o tema “Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)” se tornou latente, ou melhor dizendo, urgente para a produção de dados, informações, diretrizes, metas e planos de ação, com a finalidade de escolher os caminhos para soluções ambientalmente sustentáveis de tratamento e disposição final desses resíduos.

Com a promulgação da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos especiais passaram receber destaque. O seu artigo 33 obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes “(...) a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor (...)”, o que contribui para a valorização de um resíduo sólido em função da responsabilidade compartilhada entre os atores que participam dessa cadeia.

Dentre os resíduos sólidos especiais especificados na PNRS estão os agrotóxicos, os óleos lubrificantes e suas embalagens, os pneus, as pilhas e baterias, as lâmpadas fluorescentes, os produtos eletroeletrônicos e os seus componentes.

A presente pesquisa concentra-se no estudo sobre a gestão da coleta dos REEE em de Belo Horizonte (MG). Apesar da PNRS fazer uma abordagem separada entre os produtos eletroeletrônicos e as pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes, neste estudo todos serão tratados conjuntamente, como se fossem de um grupo único, os REEE.

Quando esta pesquisa foi proposta, em 2015, tinha-se o objetivo de conhecer com profundidade o desempenho do coleta de REEE no município de Belo Horizonte e contribuir para o grupo de pesquisa de gestão de resíduos sólidos do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.

O Estado de Minas Gerais já possuía, desde 2009, uma Política Estadual de Resíduos Sólidos e um Plano de Gerenciamento de REEE. Algumas campanhas itinerantes promovidas pela iniciativa privada envolvida com a reciclagem de REEE no município de Belo Horizonte eram de conhecimento comum, mas não se sabia ao certo onde estariam instalados os ecopontos fixos e para onde esses materiais seriam levados.

Imaginou-se, após uma breve consulta na *web*, que a coleta de REEE estaria instituída na cidade, dado a quantidade de locais identificados nos *sites* eletrônicos. No entanto, bem no início da pesquisa deparou-se com a realidade de que a coleta de REEE em de Belo Horizonte ainda não era efetiva.

Dessa maneira, para que a pesquisa tivesse continuidade, os objetivos e a metodologia foram alterados, de modo que fosse realizado um diagnóstico sobre a real situação da coleta de REEE. Em vez de avaliar o desempenho da coleta dos REEE, foi proposto, então, avaliar a implementação da etapa de coleta de REEE, que constitui a uma etapa inicial para a implantação de um gerenciamento de resíduos.

Buscou-se, com este estudo, obter evidências das etapas de coleta de REEE que fossem relevantes para subsidiar e apoiar o poder público municipal na formulação ou no aprimoramento de políticas públicas específicas para a gestão de REEE em Belo Horizonte (MG), bem como sua implementação efetiva.

Os resultados encontrados também poderão ser úteis para os atores envolvidos com a cadeia reversa dos materiais de EEE, especialmente aqueles atores que deverão ter a responsabilidade compartilhada previamente definida na PNRS e assumida no acordo para a implementação dessa estrutura.

Os dados sobre a geração dos REEE ainda são escassos, o que torna necessário a realização de mais pesquisas nessa área (REIDLER, 2012; RODRIGUES, 2012; CASTRO, 2014). Além disso, os dados de coleta dessa tipologia de resíduos ainda não estão sistematizados pelo poder público e são pouco acessíveis nos sistemas privados.

A formação de uma base de dados confiáveis sobre as instalações existentes para a reciclagem, o tratamento e a disposição final de rejeitos poderá reduzir o tempo de coleta de dados de campo para os estudos estatísticos (COUTO, 2017), assim como poderá suprir a necessidade de

obtenção desses dados também para os ecopontos onde os REEE são recebidos/coletados. Couto (2017) aponta a falta de critérios para a localização dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV), que seriam os ecopontos de embalagens, e propõe a definição estratégica para a localização desses ecopontos para que a taxa de retorno dos materiais seja otimizada. No mesmo sentido, Macedo (2015) invoca o problema para os medicamentos domiciliares, enquanto na presente pesquisa enfatiza-se a necessidade de um inventário efetivo dos ecopontos de REEE. Todos esses materiais foram priorizados no artigo 33 da PNRS, para a aplicação da logística reversa.

É importante reforçar que, nesta pesquisa, não há a pretensão de esgotar o assunto; pelo contrário, pretende-se perpetuar as discussões, iniciadas por especialistas, pela indústria de EEE e entre outros atores envolvidos, sobre a importância de cada etapa do gerenciamento de resíduos, especialmente a coleta, e sobre as necessidades atuais de se ter um bom desempenho da gestão de REEE no município de Belo Horizonte.

Antes de abordar a etapa de coleta, é preciso compreender que o conceito de gestão de resíduos sólidos deve ser entendido não só pelas etapas operacionais chamadas de “gerenciamento” (coleta, armazenamento, transporte, tratamento, recuperação e disposição final), mas como um conjunto mais abrangente que envolve o planejamento sob uma visão holística e sistêmica do ciclo de vida de produto, envolvendo as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social (BRASIL, 2010).

Uma vez que os resíduos foram gerados, cada etapa operacional deve ser bem-definida, executada e monitorada, para que os resultados sirvam de subsídios para a melhoria no planejamento, remetendo ao clássico modelo de gestão proposto na ferramenta da qualidade chamada de PDCA (do inglês *plan* – planejar, *do* – fazer, *check* – monitorar, *act* – agir) (ABNT, 2015).

O ciclo PDCA é uma metodologia da administração moderna que pode auxiliar no diagnóstico, na análise e no prognóstico de problemas no campo da gestão. Segundo Tajra et al. (2012), essa ferramenta é considerada um dos importantes pilares para a melhoria de um processo. O ciclo do PDCA pode ser aplicado tanto para manter um estágio alcançado, quanto para promover melhorias após uma redefinição de metas (TAJIRA et al., 2012).

A ANBT NBR ISO nº 14001/2015 define requisitos padronizados para a gestão ambiental e propõe um modelo de sistema com base no ciclo do PDCA, sendo os seus principais pilares o planejamento, a implementação e a operação, a verificação, e a ação corretiva.

Não se pretende, neste estudo, propor o uso da ferramenta, mas demonstrar como o entendimento do PDCA poderá nortear as análises documentais de dados secundários, sobretudo requisitos legais e planos de resíduos sólidos, e inferir em que fase a gestão de REEE em Belo Horizonte se encontra.

A partir da promulgação da Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (Lei nº 18.031/2009), foram elaborados estudos/diagnósticos no estado sobre a geração de REEE (ROCHA et al., 2009), o que embasou a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (PGIREEE) do estado de Minas Gerais. O PGIREEE apresenta as diretrizes básicas para a implantação do gerenciamento de REEE e oferece alternativas de geração de renda e inclusão social (PINHEIRO et al., 2009). Esse plano apresenta utiliza como base ferramenta do PDCA (Figura 1).



**FIGURA 1:** Diagrama de Melhoria Contínua do PGIREEE.

Fonte: Pinheiro et al. (2009).

Foi previsto no PGIREEE do estado de Minas Gerais a distribuição de ecopontos pelos municípios, incluindo Belo Horizonte, que representam os coletores e os Locais de Entrega Voluntária (LEVs), distribuídos em locais de circulação na cidade, para o descarte de REEE, bem como as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), destinadas aos descartes de volumosos (PINHEIRO et al., 2009).

Simultaneamente, também foi elaborado o Plano de Gerenciamento Integrado de Pilhas, Baterias e Lâmpadas (PGIPBL), com a mesma finalidade, ou seja, definir diretrizes para o recolhimento e o tratamento desses REEE (PINHEIRO et al., 2009)

A partir dessa compreensão, propõem-se questionamentos que abarquem possíveis falhas na coleta de REEE: como está ocorrendo, na prática, a gestão da coleta REEE depois da promulgação das Políticas Nacional (2010) e Estadual (2009) de Resíduos Sólidos? Se existem pontos de coleta de REEE no município de Belo Horizonte, como está a gestão desses locais? O poder público/privado conta com o monitoramento de indicadores operacionais e de gestão e avalia o desempenho da coleta de REEE? A iniciativa privada participa dos programas de coleta de REEE, fazendo-se cumprir a obrigatoriedade da responsabilidade compartilhada da logística reversa definida nas PNRS e PERS? A etapa de coleta tem papel determinante na cadeia reversa e na valorização dos REEE? Quais as tipologias de resíduos estão contempladas na coleta de REEE da cidade? Não adianta criar marcos regulatórios, planos, e não promover a sequência da implementação.

Em Belo Horizonte, embora na versão mais atual (2016-2019) de seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB-BH) tenham sido previstos programas para gestão de resíduos sólidos, o gerenciamento de REEE ainda não está dentre os programas prioritários do plano (PBH, 2018). O PMSB-BH (2016-2019) prevê prioritariamente um programa para a inclusão dos atores sociais, como “Agente Comunitário de Limpeza Urbana (ACLU); Reciclagem e Destinação de Resíduos da Construção Civil (RCC); Coleta Seletiva dos Materiais Recicláveis – papel, plástico, metal e vidro; Programa de Compostagem; e Recolhimento de Pneus”.

Devido à complexidade da gestão de resíduos sólidos para um município do porte de Belo Horizonte, com uma população de 2.502.557 habitantes, em 2015 (IBGE, 2016), propôs-se fazer um levantamento mais amplo da coleta desses resíduos, o que poderá ser um ganho em qualidade e em consistência nos resultados. Ademais, não foi encontrado na literatura um estudo sobre as etapas da gestão de REEE em Belo Horizonte, cuja importância é ressaltada dentro das etapas de gerenciamento de resíduos. Essa falta de estudos sobre o tema é justificada pela complexidade operacional para se manter postos de coleta de tantas tipologias de materiais e pela importância de cada etapa como uma engrenagem de uma gestão que abrange desde a geração até a disposição final.

O estudo sobre a coleta de REEE justifica-se pelo impacto que pode causar no desempenho das etapas posteriores (logística reversa e valorização), quando não adequadamente realizada; portanto, ela é determinante para a implementação da logística reversa de acordo com os requisitos do artigo 33 da PNRS.

O registro resultante desta pesquisa é um *status* de como está sendo realizada a coleta de REEE no município de Belo Horizonte e, ainda, uma fonte de dados de um inventário consistente de locais de entrega de REEE. Após uma avaliação conjunta documental e de dados de campo, foi possível identificar os gargalos e as lacunas a serem preenchidas, respectivamente, com a finalidade de instituir efetivamente a sistemática da logística reversa em Belo Horizonte.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 *Objetivo geral***

Analisar a coleta de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) nos “Ecopontos” do município de Belo Horizonte (Minas Gerais).

### **2.2 *Objetivos específicos***

- Identificar e caracterizar os pontos de coleta de REEE, atualizando o inventário físico de suas localizações, na cidade de Belo Horizonte.
- Identificar os elementos que interferem no desempenho da coleta de REEE, em Belo Horizonte e como eles afetam os resultados das etapas posteriores para a implantação da logística reversa e a valorização.

## **3 REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão da literatura concentra-se em um conjunto de temas relevantes à questão da geração e gestão dos REEE e, sobretudo, como têm sido tratadas as práticas globais e em Belo Horizonte quanto à coleta e ao retorno desses resíduos no fluxo reverso da cadeia produtiva.

Constatou-se uma vasta fonte de discussões, informações, relatórios e indicadores empresariais em nível internacional e, também, algumas pesquisas e indicadores em nível nacional. No início da pesquisa bibliográfica, em 2015, havia uma restrita literatura acadêmica reconhecida (nacional e internacional) sobre os REEE. Entretanto, constatou-se uma evolução na

disponibilização de informações nos últimos dois anos, até 2018, com aumento da produção acadêmica e científica sobre os resíduos reversos.

Houve, ainda, um considerável aumento na produção de relatórios empresariais relacionados com os REEE e a logística reversa. Embora seja priorizado o embasamento da pesquisa a partir de artigos atuais e de periódicos de qualidade, muitos arquivos empresariais foram também importantes e essenciais fontes de dados, principalmente para esta pesquisa, visto que a iniciativa privada detém o conhecimento sobre o mercado, a geração de REEE e as ações de logística reversa. Esse fato representa uma evidência objetiva de que o tema se encontra em um momento de atenção maior para a sociedade.

### ***3.1 Resíduos elétricos e eletrônicos: conceitos, geração, problemas e desafios***

#### **3.1.1 Conceitos e definições**

Torres et al. (2015) definem Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) como “qualquer item de uso doméstico ou aparelhos ou circuitos que contenham componentes eletrônicos e uma fonte de alimentação ou à bateria”.

Podem também ser caracterizados como REEE “todos os tipos de equipamentos e peças elétricas e eletrônicas, descartadas como resíduos ou sem a intenção de reutilização” (STEP, 2018).

Para Baldé et al. (2017), “lixo” eletrônico também é chamado de Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrônico, resíduos eletrônicos ou e-sucata, em diferentes regiões e sob diferentes circunstâncias do mundo.

A definição de REEE está descrita na Diretiva nº 2002/96/CE, do Parlamento Europeu, art. 3º, como sendo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte do produto no momento em que ele é descartado, cujo funcionamento adequado depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos.

Assim estão definidos os resíduos eletrônicos, os eletrodomésticos (grandes e pequenos), os equipamentos de informática e de telecomunicações, os equipamentos de consumo, os equipamentos de iluminação, as ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de

ferramentas industriais fixas de grandes dimensões), os brinquedos e equipamentos de desporto e lazer, os aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados), os instrumentos de monitoramento e controle e os distribuidores automáticos (UE, 2012).

De acordo com a Diretiva WVE da União Europeia nº 2012/19/UE, Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) são “aqueles que necessitam de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, e são destinados à utilização com uma tensão nominal não superior a 1.000V AC e 1.500V DC”. As características desses equipamentos determinarão o melhor processo de tratamento e de disposição após sua vida útil.

Ao se pensar em Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) como sendo os que possuem algum modo de automação controlada por placas de circuito impresso, podem-se encontrar representantes em várias outras categorias da classificação europeia.

No Brasil, a cadeia produtiva de EEE é separada e composta de quatro linhas (ABDI, 2013):

- Linha Marrom: televisor tubo/monitor, televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS e produtos de áudio;
- Linha Verde: *desktops*, *notebooks*, impressoras e aparelhos celulares;
- Linha Branca: geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas e ar-condicionado; e
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras.

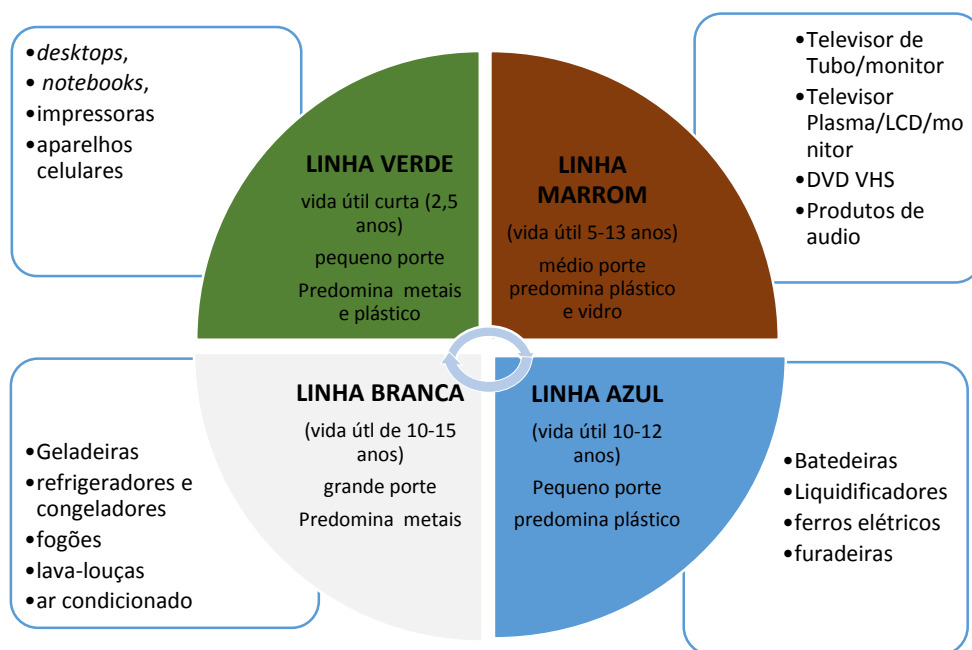


**FIGURA 2:** Categoria dos REEE.

Fonte: adaptado de ABDI (2013).

São considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos pequenos os aparelhos televisor/monitor, LCD/plasma, DVD/VHS, produtos de áudio, *desktop*, *notebooks*, impressoras, celulares, batedeira, liquidificador, ferro elétrico e furadeira.

Conforme exemplificado anteriormente, ao fim de sua vida útil esses produtos passam a ser considerados Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (BARROS, 2012). Mas esses produtos somente chegam a ser resíduos uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Alguns deles, em especial os de telecomunicações, possuem o ciclo de obsolescência mais curto e, dentro da cadeia produtiva, são mais rapidamente descartados e/ou substituídos por mais novos.

### 3.1.2 A geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)

A geração de REEE é um problema crescente em nível mundial, devido ao volume e à velocidade com que os materiais vêm sendo descartados (DIAS et al., 2017), seja pela sua obsolescência, seja, até mesmo, pela proposital produção industrial de baixa qualidade com a intenção de fomentar o consumo de materiais que logo serão descartados, para que outros sejam consumidos.

A geração dos REEE é consequência da rapidez dos avanços tecnológicos nas últimas décadas. A globalização aumentou, em progressão geométrica, o alcance desses bens de consumo pela população mundial; consequentemente, aumentaram a fabricação e o consumo de bens não duráveis, ou de bens que, por razões diversas, se tornam obsoletos e são substituídos rapidamente (BARROS, 2012; ABDI, 2013).

Existe uma aproximação entre as pesquisas quanto à geração de REEE, mas é perceptível a existência de distorções quanto aos números oficiais de geração, o que torna difícil fazer comparações, pelo fato de os relatórios oficiais serem emitidos por diferentes instituições, com metodologias e em frequências também diferentes, o que compromete conhecer a real quantidade de REEE gerados no mundo.

A diversidade de destinação dos EEE pós-consumo está diretamente relacionada ao fator cultural, ao poder econômico e às legislações específicas de cada país. A cadeia produtiva dos EEE é moldada pelas particularidades do tipo de equipamento: alto nível de integração entre fabricantes e fornecedores e relacionamento direto com o mercado consumidor.

De acordo com a ONUBR (2018), a indústria eletrônica está entre uma das maiores e que mais crescem no mundo, gerando, a cada ano, até 41 milhões de toneladas de resíduo eletrônico proveniente de computadores e *smartphones*. No relatório emitido pelo PNUMA (2015), os países europeus, especialmente a Alemanha, foram apontados entre os principais geradores *per capita* de REEE do mundo, com uma produção média de 21,6 kg/hab/ano; a China foi a maior em quantidade absoluta (7,2 Mt) de REEE gerados em 2016 (BALDÉ et al., 2017).

O relatório *The Global E-waste Monitor*<sup>1</sup> traz informações atualizadas, referentes ao ano de 2016, sobre estimativas da quantidade de REEE gerados e reciclados, fazendo uma projeção desses dados até 2021, além das informações sobre o desempenho da gestão de REEE. O relatório destacou que a geração desses resíduos foi de 44,7 milhões de toneladas/ano em 2016, o equivalente a 4.500 *Torres Eiffel*. Constatou que apenas 20% dos REEE gerados são documentados, para serem coletados e reciclados. A estimativa projetada para 2021 é de 52,2 milhões de toneladas/ano, o que corresponde a 6,8 kg/habitante (BALDÉ et al., 2017).

---

<sup>1</sup> O *Global E-waste Monitor* 2017, um esforço conjunto da União Internacional de Telecomunicações (ITU), da Universidade das Nações Unidas (UNU) e da Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), fornece a visão mais abrangente das estatísticas globais de REEE e um nível de detalhe sem precedentes, incluindo uma visão geral da magnitude do problema de lixo eletrônico em diferentes regiões.

Segundo Torres et al. (2015), o problema relacionado aos resíduos torna-se cada vez mais um desafio. Um estudo da Universidade das Nações Unidas (UNU) revelou que os volumes de resíduos gerados no mundo podem crescer até 500% na próxima década, atingindo 48 milhões de toneladas em 2017, dos quais 4,5 milhões de toneladas seriam originadas da América Latina (BALDÉ et al., 2015).

Estudos realizados nas Américas, em 2014, revelaram uma geração de REEE de 11,7 milhões de toneladas (Mt), sendo os três países com a maior geração desse tipo de resíduos, em valores absolutos: Estados Unidos (7,1 Mt), Brasil (1,4 Mt) e México (1,0 Mt) (TORRES et al., 2015). Na América Latina, foram geradas cerca de 3,8 milhões de toneladas de REEE em 2014, com o Brasil (52%), a Argentina (11%), a Colômbia (9%) e a Venezuela (9%) tendo apresentado um aumento do volume de REEE gerados. Em termos relativos, a lista de volume de REEE gerados *per capita* teve como liderança o Chile (9,9 kg/hab) e o Uruguai (9,5 kg/hab) (TORRES et al., 2015).

Segundo Oliveira (2016), os REEE encontram-se entre os poucos resíduos que estão em constante crescimento, sem mostrar quaisquer sinais de redução. Em uma projeção temporal entre 2009 e 2017, a geração de REEE resultou em um potencial de crescimento de 30,65%, cerca de três vezes mais que o crescimento da população mundial (8,8%) (Tabela 1).

Na evolução global de geração de REEE, o valor estimado para geração em 2017 foi de 48,2 Mt (OLIVEIRA, 2016). A Ásia foi o continente com maior geração de REEE (18,2 Mt) e a Oceania, com a menor (0,7 Mt). Dentre os cinco continentes, a Ásia Oriental foi a que mais gerou REEE entre 2009 e 2017, seguida da América do Norte e da Europa Ocidental (OLIVEIRA, 2016) (Tabela 2).

Segundo Oliveira (2016), a geração mundial de REEE seria de 46,1 milhões de toneladas em 2016, no entanto Baldé et al. (2017) emitiram a consistência de dados referentes ao mesmo ano (2016), sendo a quantidade global de geração de REEE apresentada por eles de 44,7M, um pouco menos do que a reportada por Oliveira (2016). Apesar da divergência de números absolutos quanto à geração de REEE, não houve divergências quanto à ocupação nos primeiros lugares do *ranking* entre os continentes e os países que mais geraram esses resíduos (Tabelas 1, 2 e 3).

**TABELA 1:** Evolução global da geração de REEE (em milhões de toneladas), da população (em bilhões) e das vendas de eletroeletrônicos (em bilhões de unidades).

| Continentes                                       | Região                    | Anos | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017             |
|---------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| África                                            | África Oriental           |      | 0,1  | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,03             |
|                                                   | África Central            |      | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,2              |
|                                                   | Norte da África           |      | 0,5  | 0,6  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,8  | 0,9  | 1,0  | 1,1 <sup>a</sup> |
|                                                   | África do Sul             |      | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4              |
|                                                   | África Ocidental          |      | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,4  | 0,4              |
| Américas                                          | Caribe                    |      | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1              |
|                                                   | América Central           |      | 0,9  | 0,9  | 1,0  | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,3              |
|                                                   | América do Norte          |      | 6,8  | 7,0  | 7,3  | 7,5  | 7,6  | 7,8  | 7,9  | 8,1  | 8,3              |
|                                                   | América do Sul            |      | 1,9  | 2,1  | 2,2  | 2,4  | 2,6  | 2,7  | 2,9  | 3,0  | 3,2              |
| Ásia                                              | Ásia Central              |      | 0,1  | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3              |
|                                                   | Ásia Oriental             |      | 6,4  | 6,9  | 7,5  | 8,2  | 8,9  | 9,6  | 10,4 | 11,2 | 11,9             |
|                                                   | Ásia Sul-Ocidental        |      | 1,2  | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,7  | 1,8  | 2,0  | 2,1  | 2,2              |
|                                                   | Sul da Ásia               |      | 1,7  | 1,9  | 2,1  | 2,3  | 2,5  | 2,7  | 3,0  | 3,2  | 3,4              |
|                                                   | Ásia Ocidental            |      | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,9              |
| Europeu                                           | Europa Oriental           |      | 2,0  | 2,2  | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,7  | 2,8  | 2,9  | 3,0              |
|                                                   | Norte da Europa           |      | 2,1  | 2,1  | 2,2  | 2,3  | 2,3  | 2,3  | 2,4  | 2,4  | 2,4              |
|                                                   | Sul da Europa             |      | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,6  | 2,6  | 2,6  | 2,7  | 2,7  | 2,7              |
|                                                   | Europa Ocidental          |      | 3,8  | 3,9  | 4,0  | 4,1  | 4,1  | 4,2  | 4,2  | 4,3  | 4,4              |
| Oceania                                           | Austrália e Nova Zelândia |      | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6              |
| Total REEE no mundo (milhões de toneladas)        |                           |      | 32,3 | 34,2 | 36,1 | 38,1 | 40,1 | 42,0 | 44,1 | 46,1 | 48,2             |
| Total REEE gerado <i>per capita</i> (kg/hab./ano) |                           |      | SI   | 5,0  | 5,2  | 5,4  | 5,7  | 5,9  | 6,1  | 6,3  | 6,5              |
| EEE vendido no mundo (bilhões de unidades)        |                           |      | 3,0  | 3,0  | 3,3  | 3,5  | 3,6  | 3,7  | 3,8  | SI   | SI               |
| População mundial (em bilhões)                    |                           |      | SI   | 6,8  | 6,9  | 6,9  | 7,0  | 7,1  | 7,3  | 7,4  | 7,4              |

Fonte: adaptada por Oliveira (2016); McCann; Wittmann (2015); Baldé et al. (2015); e Euromonitor International (2015). SI = sem informação.

A tabela 2 aponta o detalhamento do *ranking* de geração de REEE estimado por Oliveira (2016).

**TABELA 2:** Evolução global da geração de REEE (2009 a 2017) (OLIVEIRA, 2016).

|                       | 2009<br>(milhões de toneladas) | 2017<br>(milhões de toneladas) | % de aumento<br>na geração de<br>REEE<br>(2009-2017) | % de representação no<br>total mundial gerado em<br>REEE em 2017 |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1º) Ásia Oriental     | 6,4                            | 11,9                           | 85,94                                                | 24,6                                                             |
| 3º) América do Norte  | 6,8                            | 8,3                            | 22,05                                                | 17,21                                                            |
| 3º) Europa Ocidental  | 3,8                            | 4,4                            | 15,78                                                | 9,12                                                             |
| Total gerado no mundo | 32,3                           | 42,2                           | 30,65                                                | -                                                                |

Fonte: elaborada pela autora, adaptada de Oliveira (2016).

A tabela 3 apresenta o detalhamento do *ranking* dos três países que geram mais REEE em cada continente, segundo Oliveira (2016).

**TABELA 3:** Geração de REEE, *The Global E-Waste Monitor* (2016)

| <i>Ranking dos Continentes/Países</i> | <b>2016<br/>(milhões de toneladas)</b> |
|---------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>1º) Ásia</b>                       | <b>18,20</b>                           |
| 1º) China                             | 7,20                                   |
| 2º) Japão                             | 2,10                                   |
| 3º) Índia                             | 2,00                                   |
| <b>2º) Europa</b>                     | <b>12,30</b>                           |
| 1º) Alemanha                          | 1,90                                   |
| 2º) Grã-Bretanha                      | 1,60                                   |
| 3º) Rússia                            | 1,40                                   |
| <b>3º) Américas</b>                   | <b>11,30</b>                           |
| 1º) EUA                               | 6,30                                   |
| 2º) Brasil                            | 1,50                                   |
| 3º) México                            | 1,00                                   |
| <b>4º) África</b>                     | <b>2,20</b>                            |
| 1º) Egito                             | 0,50                                   |
| 2º) África do Sul                     | 0,30                                   |
| 3º) Argélia                           | 0,30                                   |
| <b>5º) Oceania</b>                    | <b>0,70</b>                            |
| 1º) Austrália                         | 0,57                                   |
| 2º) Nova Zelândia                     | 0,13                                   |

Fonte: elaborada pelo autor, com base em Baldé et al. (2017).

Apesar da aproximação entre diferentes estudos, esses são baseados em dados estimados, tal como o mais recente, *The Global E-waste Monitor*, em 2017, que fez o cálculo da geração dos REEE com base em dados empíricos, modelo e rotinas estatísticas, utilizando os seguintes passos:

- Selecionou os códigos relevantes que descrevem Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) na designação de Códigos Harmonizados e de Codificação (HS);
- Extraiu os dados estatísticos do banco de dados da ONU;
- Converteu as unidades para peso, usando os dados de peso médio por tipo de aplicação;
- Calculou o peso das vendas por 54 categorias de produtos agrupados (UNU-KEYS), usando a abordagem consumo aparente:  $Vendas = Importação - Exportação$ . Para 28 Estados da União Europeia:  $Vendas = Produção doméstica + Importação - Exportação$ ; e
- Elaborou uma série de delineadores automatizados para análise dos dados de vendas.

Essas rotinas estatísticas levaram a um conjunto de dados com um alcance semelhante e vendas consistentes para um país, com base nas suas estatísticas próprias do comércio. Os resultados do uso dos resíduos gerados e as limitações principalmente no que se refere descarte dos resíduos domiciliares, que consideram o tempo de vida útil apenas na União Europeia, podem induzir a uma incerteza de  $\pm 5$  a 10% do lixo eletrônico gerado.

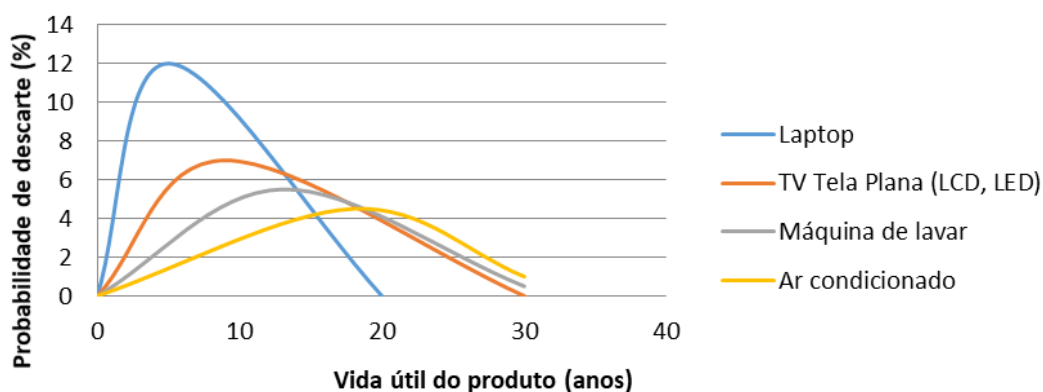


**FIGURA 3:** Vida útil de produtos EEE.

Fonte: Baldé et al. (2017).

Dessa maneira, o próprio estudo aponta como conflitantes as avaliações, em nível mundial, da quantificação de geração de REEE, com os seguintes argumentos (BALDÉ et al., 2017):

- Nem todas as leis de resíduos eletrônicos têm o mesmo escopo, ou seja, 0,7 milhão de toneladas de lixo eletrônico são descartadas inadequadamente no lixo do 28 Estados Membros da União Europeia; e
- A quantidade de REEE descartados nas lixeiras é desconhecida para outras regiões.

### 3.1.3 Problemas e desafios enfrentados para a gestão de REEE

Para que se tenha uma real abordagem gerencial, faz-se necessário reverter as tendências de consumismo, considerando que os novos padrões de consumo determinam a geração de um volume cada vez maior de resíduos (BARROS, 2012). É preciso, também, estabelecer uma coleta adequada, o tratamento e a disposição de resíduos, para que eles não sejam agravadores e comprometedores da qualidade de vida da população (PECORA; VELÁZQUEZ, 2009) e do meio ambiente.

A problemática dos resíduos sólidos é mais do que uma questão ambiental, é preciso que as pessoas se comprometam não apenas com o aumento da reciclagem, mas também com a diminuição do

volume do material tratado como rejeito, atualmente destinado aos aterros (BARROS, 2012). A quantidade de resíduos sólidos coletados nos sistemas informais não é documentada de forma sistemática, podendo existir uma lacuna entre os REEE efetivamente gerados e os dados oficiais.

Os EEE possuem uma fase de utilização relativamente curta, pois, com o avanço tecnológico, os ciclos de mercado tendem a tornar os bens de consumo mais baratos e de fácil acessibilidade. Os produtos que geram REEE são sofisticados e contêm uma vasta gama de materiais, e considerando o modo como são fabricados, os métodos de separação se tornam difíceis.

Os problemas com o descarte inadequado dos REEE podem ser ainda maiores que os dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que estes não possuem componentes perigosos nocivos à saúde e ao ambiente, como metais pesados e gases depletors da camada de ozônio (REIDLER, 2012).

Na maior parte do mundo, o manuseio e o descarte dos REEE ainda são inadequados e, muitas vezes, a reciclagem ocorre no campo informal, o que potencializa essa condição e, conseqüentemente, contamina o meio o ambiente (HEACOCK et al., 2016). O manuseio rudimentar e sem controle na reciclagem informal promove a exposição das pessoas que participam dessa cadeia de reciclagem a substâncias nocivas à saúde (HEACOCK et al., 2016), questão essa que vem sendo discutida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (TORRES et al., 2015).

Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, metais pesados, entre outros. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado, portanto sua separação para processamento e sua reciclagem possuem um certo grau de complexidade, um custo e um impacto consideravelmente maior do que aqueles mais comuns de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros (ABDI, 2013).

A Convenção da Basiléia ou *Basel Convention* (BASEL CONVENTION, 1989), ratificada em 1989 sob o direcionamento da Organização das Nações Unidas (ONU), que trata do “Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito”, deu soberania aos países para rejeitar a entrada desse tipo de carregamento.

No entanto, ainda há sérios problemas relacionados à saúde e ao meio ambiente resultantes da exportação de REEE. Em seu relatório, Pnuma (2015) denuncia, 28 anos depois, que milhares de carregamentos ilegais saem dos portos dos países europeus e de norte-americanos para países em desenvolvimento ou subdesenvolvido, especialmente os africanos e os asiáticos. Essa prática tem como pretexto a promoção de inclusão da tecnologia para os países menos desenvolvidos (MIGUEZ, 2012), mas na realidade ela representa o crescimento de um crime organizado nesse setor (PNUMA, 2015).

Um dos grandes desafios para a gestão dos REEE, de acordo com Torres et al. (2015), é o princípio de responsabilidade do fabricante ou a falta de definição de responsabilidades no processo de gestão de REEE. Um exemplo são as operadoras de telecomunicações, que não são reconhecidas como distribuidoras de EEE. Em poucos países elas têm de assumir a integridade dos programas operacionais e financeiros, quando na verdade deveriam, em todas as situações, ter essa responsabilidade junto com os fabricantes (GSMA<sup>2</sup> LATINA AMÉRICA, 2017).

Outro grande desafio é a falta de reconhecimento da reutilização como uma das alternativas de manejo de REEE, o que reduz o potencial para o desenvolvimento de novos negócios e a reutilização responsável na região. Além disto, nos países da América Latina os REEE são expostos a riscos ambientais e sociais inerentes aos processos de gestão, com cadeias desordenadas e com o fornecimento de EEE descontrolado. Outro fator de conflito da gestão dos REEE é a falta de modelos econômicos sustentáveis, em que os atores se sintam confortáveis com as suas responsabilidades.

A classificação de REEE segundo os padrões internacionais é também um grande desafio para viabilizar estudos que possam ser comparados, usando a mesma metodologia para a avaliação de geração e de desempenho. Portanto, os estudos identificados durante a pesquisa foram de difícil comparação entre si, uma vez que as nomenclaturas, a classificação dos resíduos, os métodos, as fontes e a série temporal utilizados foram diferentes.

Segundo Baldé et al. (2015), existem muitos tipos de produtos de EEE no mercado, o que torna difícil agrupá-los em categorias úteis e sensatas. Muitas classificações podem ser utilizadas para

---

<sup>2</sup> A GSMA representa os interesses das operadoras móveis de todo o mundo, reunindo quase 800 operadoras e mais de 300 empresas do mais amplo ecossistema móvel, incluindo fabricantes de telefones e dispositivos móveis, empresas de *software*, fornecedores de equipamentos e companhias de Internet, além de organizações de setores industriais adjacentes.

descrever a gestão de REEE, e cada uma delas é potencialmente valiosa para formar a base das estatísticas de resíduo eletrônico no âmbito de medição proposto. No entanto, vários critérios devem ser respeitados ao fazer a classificação dos REEE, com a finalidade de adequar, de modo eficaz, os controles e os métodos de medição desses resíduos gerados, e assim obter indicadores sensíveis. Por exemplo, os tubos de raios catódicos (CRT) podem ser alocados para equipamentos de TI, em outros países eles podem ser considerados como aparelhos domésticos, enquanto em outros podem ser agrupados como ‘produtos de telas’.

Outro exemplo é o forno de micro-ondas, que pode ser documentado como pequeno aparelho doméstico, e em outros países como grandes eletrodomésticos. As inconsistências nos relatórios afetarão a qualidade dos dados, portanto devem ser evitadas, uma vez que impedem a utilização dos resultados para uma avaliação internacional comparativa e a formulação de políticas de gestão de REEE eficazes.

Ainda segundo Baldé et al. (2015), um sistema de classificação para as estatísticas de resíduo eletrônico deve categorizar produtos por função semelhante, por composição do material comparável (em termos de substâncias perigosas e materiais valiosos) e por atributos de fim de vida. Além disso, produtos da mesma categoria devem ter peso médio e distribuição de vida útil homogêneos, o que pode simplificar a avaliação quantitativa para produtos similares. Existe apenas um sistema de classificação que satisfaz esses critérios: a classificação desenvolvida pela *United Nations University* (UNU).

Baldé et al. (2015) ressaltam que a classificação é referida como os códigos chamados de UNU-KEYS, que são construídos de tal forma que os grupos de produtos compartilhem pesos médios compatíveis, composições de material, características de fim de vida e distribuições de vida útil. Isso faz com que o sistema seja muito útil para a elaboração das estatísticas de resíduos eletrônicos.

Diante da problemática e dos desafios apresentados, é notória a oportunidade de realizar uma pesquisa sobre a coleta de REEE para verificar a quantidade estimada de materiais de EEE que serão descartados, de acordo com as projeções e tendências apresentadas. A questão da gestão dos REEE passa a ter caráter prioritário nas discussões, devido ao aumento na composição total dos resíduos sólidos urbanos.

### **3.2 Panorama internacional da gestão de REEE**

A agência de reciclagem da comunidade europeia ressalta que a Suíça, a Alemanha e os Países Baixos tiveram avanços positivos nas três últimas décadas, sendo pioneiros na prática da coleta seletiva de REEE, com um padrão elevado (SWICO, 2017). Seu relatório de desempenho, referente ao ano de 2017, reforça que a coleta de boa qualidade de REEE, que é altamente dependente da limpeza e da pureza do material, resulta na elevada taxa de reciclagem, por exemplo, na Suíça (SWICO<sup>2</sup>, 2017).

O *Solving the E-waste Problem* (STEP), projeto divulgado pela ONU, criou padrões mundiais para a análise de melhores alternativas para solucionar as questões envolvidas com a geração de REEE. Segundo Demajorovic et al. (2016), os desdobramentos do projeto STEP resultaram na criação de vários institutos de pesquisas e na formação de um consórcio entre duas grandes empresas produtoras de EEE, uma empresa de condicionamento de EEE e uma refinaria de metais preciosos europeia.

O laboratório EMPA (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*), centro de pesquisa que possui sede na Suíça, também foi resultado do STEP. O EMPA tem desenvolvido diagnósticos e estudos de viabilidade econômica para valoração de REEE em algumas cidades de países em desenvolvimento que apresentam potencial para essas matérias-primas.

Em parceria com agências ambientais colombianas (Centro Nacional de *Producción Más Limpia* – CNPMLTA de Bogotá e Medellín), foram realizados diagnósticos em Bogotá, Barranquilla e Cali, tendo sido identificadas intensas atividades econômicas informais na gestão de REEE, devido à falta de políticas públicas para a regulação das atividades de reciclagem (CNPMLTA, 2010).

Atividades informais também foram identificadas por meio do diagnóstico realizado em 2009, no Brasil, no estado de Minas Gerais. Em parceria com a equipe técnica da Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), o EMPA realizou um diagnóstico que resultou na estimativa da curva de geração de REEE e de projeções futuras até 2030, apontando a

---

<sup>2</sup> A *Swico Recycling* é um fundo especial dentro da Associação Industrial Suíça que lida exclusivamente com a reciclagem de cobertura de custos de equipamentos antigos. O foco do Swico está nos equipamentos nas áreas de computação, eletrônica de consumo e equipamentos de escritório.

necessidade de implementação de políticas públicas para sistematização da gestão de REEE e mitigação dos potenciais impactos ambientais relacionados (ROCHA et al., 2009).

Alavi et al. (2014) realizaram uma pesquisa na cidade de Alvaz, um dos mais importantes centros econômicos do Irã, também com o objetivo de levantar dados da coleta e do fluxo reverso de REEE para subsidiar as políticas públicas locais. Os autores constataram que a maior parte dos REEE é recolhida juntamente com os resíduos sólidos urbanos. Estudos semelhantes foram realizados em outros países, mais expressivamente em países asiáticos, a exemplo da China e da Índia (DWIVEDY; MITTAL, 2012), com potencial de economia informal de REEE.

Na pesquisa realizada em Delhi (Índia), Dwivedy e Mittal (2012) identificaram intensas atividades informais no desmonte e na reciclagem de REEE, especialmente pelas mulheres, como alternativa de geração de renda, portanto um potencial volume material disponível para a reutilização e a valorização pelos fabricantes. Porém, os autores identificaram que fatores críticos, como a falta de políticas públicas e a formalização das atividades e da responsabilidade estendida, afetam o negócio de reutilização de REEE. Esses países estão dentre os que mais recebem carregamentos com **doações** de equipamentos usados (MIGUEZ, 2012; PNUMA, 2015).

Os processos de reciclagem dos REEE são desenvolvidos de modo formal e informal (MIGUEZ, 2012). Países como China, Índia, Gana ou Nigéria utilizam a reciclagem de maneira informal para obtenção de materiais valiosos, como ouro ou cobre, e muitas vezes fazem uso de técnicas rudimentares que causam problemas de poluição e de saúde. No entanto, a recuperação de componentes que podem ser reutilizados nos processos produtivos era, geralmente, a única fonte de renda desses países emergentes (MIGUEZ, 2012).

### ***3.3 Avanços na formulação e nos regulamentos das política para a gestão dos REEE***

Por meio de um mapeamento jurídico, Lepawsky (2012) constatou que, entre 2003 e 2010, mais da metade das províncias canadenses e dos estados americanos elaborou uma legislação específica referente à gestão dos REEE. O autor constatou ainda que a jurisdição coloca a responsabilidade financeira pela destinação de REEE nos consumidores, e não nos fabricantes, sob a alegação de que o segundo já paga antecipadamente ao governo por uma taxa de reciclagem, como ocorre em países da comunidade europeia.

Em contrapartida, o relatório de desempenho anual de reciclagem propõe que a responsabilidade estendida ao fabricante é um método adequado para resolver, de forma holística, a questão da logística reversa de REEE, detalhando os benefícios que cidades como Zurique, Basiléia, Berna e Lucerna tiveram.

A fim de regulamentar a gestão de resíduos em nível mundial, foi criada a Convenção da Basiléia, também chamada de Convenção de Basel, para o controle da movimentação de resíduos perigosos e seus descartes em zonas fronteiriças. É o maior acordo internacional que regula os movimentos além fronteira, o descarte de resíduos perigosos e outros. Entrou em vigor em 1992 e teve, a partir de em abril de 2015, 183 blocos participantes. O objetivo primordial da Convenção de *Basel* é proteger a saúde humana e o meio ambiente contra os efeitos adversos dos resíduos perigosos.

Segundo Rucevska et al. (2015), as disposições da Convenção de *Basel* estão em torno dos seguintes principais objetivos:

- a redução da geração de resíduos perigosos e a promoção da gestão ecologicamente correta desses resíduos, qualquer que seja o local de eliminação;
- a restrição dos movimentos além fronteira de resíduos perigosos, exceto em lugares concebidos para estar de acordo com os princípios de gestão do meio ambiente; e
- um sistema regulatório aplicável aos casos em que os movimentos além fronteira (importação, trânsito e exportação) são permitidos.

A Convenção da Basiléia é um dos poucos acordos multilaterais que definem uma atividade ilegal sob a convenção como um crime. Em casos de tráfico ilegal como resultado de má conduta por parte do exportador ou gerador, o Estado da exportação deve garantir que os resíduos sejam levados de volta pelo exportador ou gerador, ou, se isso for inviável, que sejam eliminados de forma ambientalmente correta.

Uma ferramenta importante na Convenção da Basiléia, em termos de controle e execução, é o trabalho denominado “Basel Ban” (banimento de *Basel*). Essa alteração, originalmente uma decisão, proibiu, a partir de 1º de janeiro de 1998, todas as formas de exportação de resíduos

perigosos dos países mais ricos e industrializados da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE)<sup>33</sup> para todos os países não membros da OCDE.

O regulamento da União Europeia relativo a transferências de resíduos é um exemplo regional de um quadro legislativo (EU, 2003). O objetivo predominante da regulação é a proteção do meio ambiente e seus efeitos no comércio internacional, somente quando for de forma incidental (EU, 2003). Tem como meta reforçar, simplificar e especificar os procedimentos para controlar as transferências de resíduos, a fim de melhorar a proteção do meio ambiente. Ele também pretende introduzir na Comunidade Europeia (CE) a legislação sobre as disposições da Convenção de *Basel*, especialmente a que trata do controle dos movimentos fronteiriços relacionados com a destinação de resíduos e com as operações de sua recuperação.

Apesar da definição de resíduos da Convenção da Basiléia, há várias interpretações do termo e as definições pouco claras dão brechas não intencionais e intencionais do enquadramento jurídico relativo à gestão de resíduos e ao movimento além fronteira. O problema é agravado pela falta de harmonização entre os códigos de diferentes países, ou por diferentes exigências entre países, no que diz respeito às condições sob as quais uma substância ou um objeto deve ser descartado e, portanto, considerado um resíduo. Esse é um desafio para a aplicação e o atendimento ao rigor da Convenção entre os países signatários.

Segundo Rucevska et al. (2015), para remediar essa situação foi lançada uma iniciativa entre a Indonésia e a Suíça, em 2011, para fornecer clareza no que diz respeito a certos termos utilizados na Convenção, com o intuito de esclarecer a distinção entre resíduos e não resíduos (BASEL CONVENTION, 1989). Outra iniciativa desenvolvida no âmbito da Convenção da Basiléia e que proporcionou maior segurança jurídica foi o desenvolvimento de orientações técnicas sobre os movimentos além fronteira de resíduos elétricos e eletrônicos e de equipamentos elétricos.

---

<sup>3</sup> A OCDE atua nos âmbitos internacional e intergovernamental e reúne os países mais industrializados do mundo e alguns países emergentes, como México, Chile, Coreia do Sul e Turquia. No âmbito da Organização, os representantes efetuam o intercâmbio de informações e alinham políticas, com o objetivo de potencializar seu crescimento econômico e colaborar com o desenvolvimento de todos os demais países membros. A OCDE, com sede em Paris, França, é um organismo composto por 34 membros (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2018).

Reidler (2012) ressaltou que na transposição das diretivas europeias para aplicação da coleta de REEE domiciliar, na Espanha essa atividade é financiada pelos produtores, por meio de pontos de entregas voluntárias (*Puntos limpios*).

Em relação aos marcos regulatórios da região que inclui a maioria dos países da América Latina, não há nenhuma norma específica sobre REEE. Segundo Torres et al. (2015), apenas Colômbia, Peru, Brasil e Equador possuem legislação referente ao tratamento de REEE, no entanto eles não têm um marco regulatório eficaz e específico que permita o desenvolvimento de “tratamento e recuperação de sistemas especializados” dentro e fora das suas fronteiras.

É importante introduzir os princípios de sustentabilidade ambiental dentro desses processos de reutilização, reciclagem e eliminação dos REEE em nível mundial e na América Latina. Esses princípios devem ser acompanhados por políticas de Estado e por marcos regulatórios que promovam processos sustentáveis.

A Diretiva Europeia, modelo de responsabilidade compartilhada para o sistema de coleta e tratamento dos REEE, deixa bem-definida a responsabilidade dos produtores no tratamento desses resíduos, mas a etapa de “coleta” não fica claramente associada à responsabilidade dos referidos produtores (DEMAJOROVIC et al., 2016).

Uma *start-up* espanhola, a Volpy, em parceria com a Apple, criou um aplicativo que compra os telefones (*smartphones*) diretamente dos usuários e envia um mensageiro para recolhê-los. Assim, o cliente pode trocar seu telefone por um novo e pagar a diferença, ou vender seu telefone usado. Desse modo, esses telefones poderão ser reconicionados e revendidos no mercado de usados. Para cada telefone coletado, a Volpy diz doar 2 euros para um projeto socioambiental (*Pur Projet*), que tem aplicação na França, na Etiópia, na Indonésia e no Peru (VOLPY, 2017).



**FIGURA 4: Aplicativo de venda e troca de smartphones.**

Fonte: Volpy (2017).

Nos Estados Unidos, a empresa Hyla<sup>4</sup> é especializada no mercado de telefones e dispositivos eletrônicos de uso secundário (“segunda mão”). Apoiada por empresas respeitadas como a Apple, a Samsung, entre outras, a Hyla concentra-se em tecnologias para aumentar a vida útil dos dispositivos.

### **3.4 Mercado dos REEE, responsabilidade compartilhada e logística reversa**

#### **3.4.1 Mercado dos REEE**

A evolução do capitalismo e dos processos de industrialização, pautados no estímulo ao consumo desenfreado, teve como consequência impactos ambientais muitas vezes gerados pela exploração dos recursos naturais em grande escala e em um curto espaço de tempo, pela ausência de uma gestão adequada da coleta seletiva com vistas ao reaproveitamento por meio do retorno desses materiais à cadeia reversa, que poderiam ser transformados em recursos novamente, evitando sua extração do ambiente.

Para Rucevska et al. (2015), soluções inovadoras para reduzir lixo eletrônico são emergentes. Ao recuperar metais valiosos e outros recursos existentes dentro de produtos eletrônicos, o lixo eletrônico poderá ser reduzido. Essa atitude não só pode diminuir a pressão sobre o ambiente, como também pode criar trabalhos e gerar receita para os atores envolvidos nessa cadeia de resíduos reversos.

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.hylamobile.com/why-hyla/> Acesso em: 31 mar. 2018.

Baldé et al. (2014) relataram que os resíduos eletrônicos são coletados por organizações designadas, por produtores e/ou pelo governo. Os destinos finais do resíduo coletado são avançadas instalações de tratamento, que recuperam materiais valiosos de maneira ambientalmente adequada e reduzem os impactos negativos. Na União Europeia, cerca de 40% do resíduo gerado é oficialmente tratado dessa maneira. Nos Estados Unidos e no Canadá, essa taxa corresponde a cerca de 12%; na China e no Japão a cerca de 24 e 30%, respectivamente; e na Austrália a cerca de 1% (BALDÉ et al., 2014).

O processo de reciclagem consiste na remoção de componentes tóxicos e de materiais, o que inclui a separação manual de produtos EEE e a separação mecânica (trituração, quebra e ordenação sequencial), para depois passar para o processamento final, que abrange a refinaria de metal base, a refinaria de metais preciosos, a reciclagem de plásticos, a reciclagem de baterias, o tratamento de outros componentes e, por fim, o descarte correto de resíduos não recicláveis (MIGUEZ, 2012).

Miguez (2012) reforça esse pensamento da utilização dos REEE em seu livro, no qual ele aborda três estudos de casos de empresas que obtiveram economia significativa em seus processos produtivos, pelo simples fato de optarem por fazer a logística reversa, recebendo os materiais descartados e retornando-os ao processo produtivo para elaboração de novos produtos mais tecnológicos.

Em sua pesquisa, Araújo (2012) apresentou um modelo de Análise do Ciclo de Vida (ACV) de resíduos de *desktop* e propôs dois cenários. O primeiro representando a prática atual de envio dos resíduos ao aterro sanitário, e o segundo explorando alternativas de gestão de resíduos. O cenário alternativo de gestão dos REEE (*desktop*) resultou em redução de 27,1% dos impactos ambientais relacionados com a condição inicial de destinação dos resíduos aos aterros sanitários.

Barros (2012) ressaltou que a valorização dos resíduos sólidos como um todo depende da requalificação dos seus materiais, em conjunto com ações de políticas públicas. Assim, a aprovação da PNRS pode oferecer um leque de grandes oportunidades de negócios a partir do aproveitamento de materiais, utilizando-se a logística reversa.

Sob essa vertente de oportunidade de negócios com a gestão de resíduos sólidos, muitas empresas foram criadas no Brasil. Assim, em 1976 foi fundada a Associação Brasileira de

Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), composta por um grupo de empresários do setor de transporte de resíduos sólidos. Em 2016, o setor de limpeza pública coletou 91% do total de resíduos gerados, no entanto, ainda ficaram 7 milhões de toneladas sem cobertura e, conseqüentemente, sem destinação adequada (ABELPRE, 2016). Do quantitativo coletado, a ABELPRE (2016) registrou, em 2016, que 3.331 (59,8%) dos 5.570 municípios brasileiros ainda destinam seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) para lixões e aterros controlados, o que corresponde a 41,6% do total coletado naquele ano.

Dias et al. (2017) estudaram as rotas brasileiras de reciclagem de REEE e mapearam 134 empresas de reciclagem ativas no Brasil. Os autores constataram também que o governo não tem controle sobre o número de REEE processados por empresas de reciclagem no País. Além disso, no Brasil o processo de reciclagem começa com a desmontagem e a separação de componentes, e aqueles de maior valor econômico, como os metais, são exportados/vendidos para outros países, que seguem como atores nessa cadeia de reciclagem.

Rodrigues et al. (2015) realizaram um estudo em que propuseram uma metodologia para estimar a geração de REEE de origem domiciliar, e encontraram um potencial de geração entre 2,9 e 6,0 kg.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. O estudo foi aplicado no município de São Paulo (Brasil), cuja população estimada para 2017 era de 12.106.920 habitantes (IBGE, 2018).

### **3.4.2 Responsabilidade compartilhada**

O poder público não tem somente a responsabilidade de fiscalizar essa cadeia, mas também de fazer o tratamento dos resíduos, por meio dos municípios e da coleta seletiva, ou seja, a PNRS reforça o princípio de que cabe à sociedade a responsabilidade pelos resíduos que ela gera. Além de a PNRS promover as parcerias público-privadas e oferecer incentivos fiscais, ela aponta, principalmente, o gerador como sendo um dos principais responsáveis pela correta gestão do seu resíduo, o que não exclui as responsabilidades municipais.

Ainda no artigo 3º da legislação, tem-se os conceitos estratégicos, como os acordos setoriais e a responsabilidade compartilhada, que por sua definição são os conceitos fundamentais para a gestão do REEE:

I- acordo setorial é um “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010).

XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada na verdade deveria ser entendida ou tratada como a responsabilidade estendida ao produtor que Demajorovic & Massote (2017) consideram um princípio transformador fundamental na busca de um padrão de produção e consumo mais sustentável. E nessa ótica a responsabilidade pela gestão dos resíduos pós-consumo, antes atribuída aos consumidores e à administração pública, passa a incluir parcialmente ou integralmente os fabricantes desses produtos (DMAJOROVIC & MASSOTE, 2017). Desse modo o produtor assume a gestão do descarte de seu produto ou embalagem antes mesmos de se produzir.

Ao poder público foi delegada a atribuição de elaborar os Planos de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, que orientam os fabricantes, os distribuidores e os consumidores quanto à correta gestão desses resíduos. Entretanto, a importação de produtos é um fator que torna ainda mais complexo o planejamento da logística reversa nas ações que tangem à responsabilidade estendida na cadeia reversa, tema que ainda está em fase de discussão e dependendo da efetivação dos acordos setoriais.

Seguindo a tendência, a ABNT NBR ISO nº 14.001/2015, em sua última versão, determina em um de seus requisitos que seus signatários devem ir além de gerenciar os aspectos ambientais, mas realizar a análise do ciclo de vida (ACV) de seus produtos, de suas matérias-primas e de seus insumos até a disposição final de seus resíduos, corroborando, portanto, para fomentar a prática do reuso, da reciclagem, da valorização e da logística reversa dos resíduos.

Rios (2012) realizou uma pesquisa qualitativa com 15 empresas que possuem setor de *design* de produção de REEE. A amostragem foi na cidade de Santa Rita do Sapucaí (sul de Minas Gerais), segundo polo de fabricação de EEE (o primeiro em Belo Horizonte), também conhecido como Vale da Eletrônica. O autor constatou que 80 % dos especialistas em *design* dessas empresas consideram importante a inserção de requisitos ambientais na projeção dos produtos, com vistas a assegurar um ciclo de vida sustentável para esses EEE (13% não consideraram importante e 7% não sabiam).

Segundo Leite (2009), as legislações ambientais tornaram-se rígidas, responsabilizando as empresas pela gestão do ciclo de vida de seus produtos, não apenas nos processos, mas também pelos impactos gerados pelo descarte pós-consumo e pós-venda.

Araújo et al. (2011) atribuem as responsabilidades entre os atores envolvidos com a logística reversa de REEE a partir de um fluxo em que o consumidor efetuará a devolução do produto ou embalagem ao comércio, que por sua vez irá devolver esses materiais aos fabricantes, que, então, farão a destinação adequada.

### **3.4.3 Logística reversa**

Quando o consumidor compra um produto com embalagem e descarta um material que para ele não tem mais utilidade, ele está gerando resíduo, no entanto esse material pode ser consertado e servir para outra finalidade (reutilização), ou até mesmo pode ser reciclado. Diferentemente do rejeito<sup>5</sup>, que é um tipo específico de resíduo sólido em que já se esgotaram todas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem conhecidas em uma determinada sociedade (BRASIL, 2010). Esse rejeito é a parte do resíduo que deve ser destinada a um aterro industrial ou ser levada para incineração. A implementação da logística reversa pode trazer benefícios ambientais e econômicos com o aumento do potencial de reciclagem e a valorização dos resíduos (COUTO, 2017)

Segundo Barros (2012): no estabelecimento de uma gestão sustentável para os resíduos municipais, estes são os que conseguem ao mesmo tempo:

- Satisfazer as demandas de todos os cidadãos;
- Promover a saúde e o bem-estar da população;
- Proteger a qualidade e garantir a sustentabilidade do ambiente urbano;
- Preservar os recursos naturais, desde sua extração, passando por sua transformação, até a disposição final dos RS;
- Aumentar a eficiência e a produtividade da economia; e
- Gerar emprego e renda (BARROS, 2012. p. 23).

O entendimento entre o conceito de resíduo e o de rejeito é importante para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), em vigor desde 2010. Na PNRS está definido que todos os lixões sejam extintos no País, para dar lugar aos aterros sanitários. Os aterros, por sua vez, deverão ser usados, prioritária e exclusivamente, para o recebimento de

---

<sup>5</sup> Conforme a Lei nº 12.305/2010, rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

rejeitos. Para que essas premissas sejam tangibilizadas em suas máximas, os caminhos da coleta seletiva, da logística reversa e da valorização dos resíduos são as únicas alternativas possíveis.

Evitar a utilização de aterro para uso de outras tecnologias de tratamento de resíduos torna-se ponto crucial para reduzir os impactos ambientais da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (COELHO; LANGE, 2018).

Alguns registros de consumo podem sinalizar uma futura estimativa de geração de REEE. Barros (2012) observou que alguns EEE estão em quase todos os domicílios em até mais de um equipamento (TV, rádio e geladeira). Notou inclusive que as pessoas priorizam a compra de eletrodoméstico em lugar de filtro de água, ou seja, as pessoas atribuem maior importância à aquisição de uma TV, por exemplo (Tabela 4).

**TABELA 4:** Domicílios particulares permanentes, por existência de alguns bens duráveis.

| Bens                  | LOCAL                      |                               |                            |                               |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|                       | BRASIL                     |                               | MINAS GERAIS               |                               |
|                       | n <sup>os</sup> absolutos* | n <sup>os</sup> relativos (%) | n <sup>os</sup> absolutos* | n <sup>os</sup> relativos (%) |
| Número absoluto       | 58.577                     | 100,0                         | 6.221                      | 100,0                         |
| Fogão                 | 57.638                     | 98,4                          | 6.163                      | 99,1                          |
| <b>Filtro de água</b> | <b>30.096</b>              | <b>51,4</b>                   | <b>4.915</b>               | <b>79,0</b>                   |
| Geladeira             | 54.716                     | 93,4                          | 5.884                      | 94,6                          |
| Freezer               | 54.716                     | 93,4                          | 5.884                      | 94,6                          |
| Máquina de lavar      | 25.968                     | 44,3                          | 2.295                      | 36,9                          |
| Rádio                 | 51.466                     | 87,9                          | 5.666                      | 91,1                          |
| <b>TV</b>             | <b>56.043</b>              | <b>95,7</b>                   | <b>5.990</b>               | <b>96,3</b>                   |
| DVD                   | 42.153                     | 72,0                          | 4.365                      | 70,2                          |
| Microcomputador       | 20.318                     | 34,7                          | 2.199                      | 35,3                          |
| Carro                 | 21.914                     | 37,4                          | 2.434                      | 39,1                          |
| Motocicleta           | 9.478                      | 16,2                          | 1.015                      | 16,3                          |

\*1.000 domicílios

**Fonte:** Barros (2012, p.383) apud IBGE (PNAD: Pesquisa nacional de amostra de domicílios – síntese de indicadores, 2009).

A tabela 5 apresenta dados de consumo de itens relacionados o consumo de EEE.

**TABELA 5:** Indicadores de consumo que se relacionam com a consequente geração de REEE.

| Dados dos Domicílios                                     | Brasil (%) |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Domicílios com iluminação elétrica (2015)                | 99,7       |
| Domicílios com microcomputadores ou <i>tablet</i> (2016) | 48,1       |
| Domicílios com acesso à internet (2016)                  | 69,3       |
| Domicílios com posse de telefone móvel (2016)            | 92,3       |
| Domicílios com televisão (2016)                          | 97,2       |

**Fonte:** elaborada pela autora, a partir de IBGE (2018).

O Brasil possui 5.570 municípios, e esses são os responsáveis pela gestão de seus resíduos. Desse montante, apenas 18% faziam algum tipo de coleta seletiva (CICLOSOFT, 2016), na qual, geralmente, não estava incluída a separação de REEE.

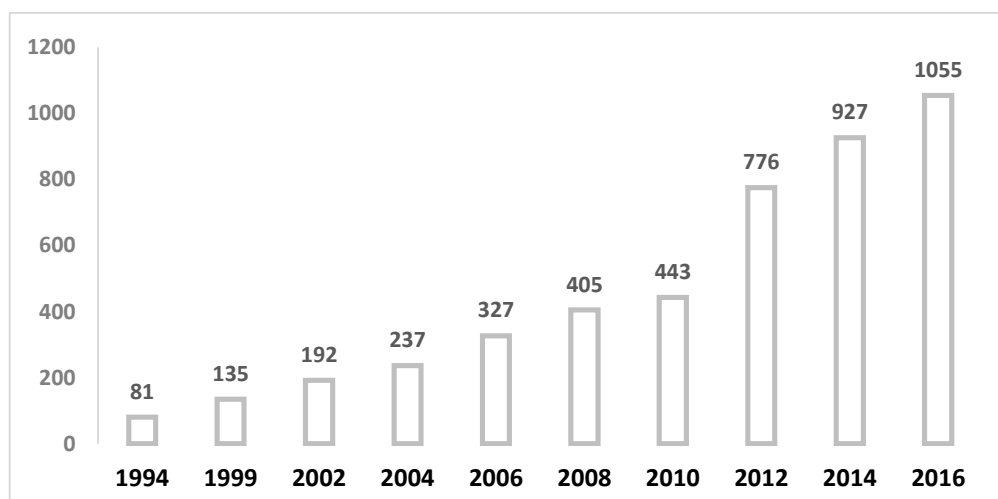


**FIGURA 5: Número de municípios com coleta seletiva no Brasil.**

Fonte: CICLOSOFT (2016).

A logística reversa ainda é uma área pouco explorada, consequentemente não existem dados concretos para se trabalhar as oportunidades de melhoria. Porém, não há dúvidas que ela atinge tanto o âmbito econômico, quanto o social (HERNÁNDEZ, 2012). Por sua vez, Sant’Anna (2014) relatou que, apesar de ainda incipiente e em construção, a política de implantação da logística reversa dos eletroeletrônicos avançou no Brasil.

Talvez esse atraso seja consequência da demora da sanção da PNRS, que apenas se concretizou em 2010, gerando, assim, uma grande lacuna no que se refere ao tratamento do resíduo eletroeletrônico, uma vez que as legislações existentes até então não compartilhavam a responsabilidade da gestão desses resíduos (MIGUEZ, 2012).

Cabe destacar que a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2018), publicou uma decisão de diretoria (nº 076/2018/C) em 03/04/2018 determinando a incorporação da Logística Reversa no licenciamento ambiental o que poderá promover a aplicação real e mais severa da PNRS. No entanto, em vigor somente para o Estado de São Paulo.

O retorno eficiente de produtos por meio de cadeias reversas de pós-consumo requer o cumprimento de diversas condições: mercado de destino, tecnologia de reaproveitamento e

rentabilidade em todas as fases de retorno (OLIVEIRA, 2016). Essas são as premissas para que a logística reversa seja viabilizada.

Com a promulgação da PNRS (BRASIL, 2010), o conceito de logística reversa passou a ser mais claramente definido:

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

No entanto, muito antes da PNRS, Leite (2005) já discutia vastamente os conceitos e a aplicação da logística reversa no âmbito da administração de logística, imaginando duas situações para esse retorno: a primeira refere-se aos produtos não utilizados por alguma razão e que retornariam à cadeia por meio de devolução; e a segunda refere-se aos produtos consumidos e inutilizados após o fim da sua vida útil.

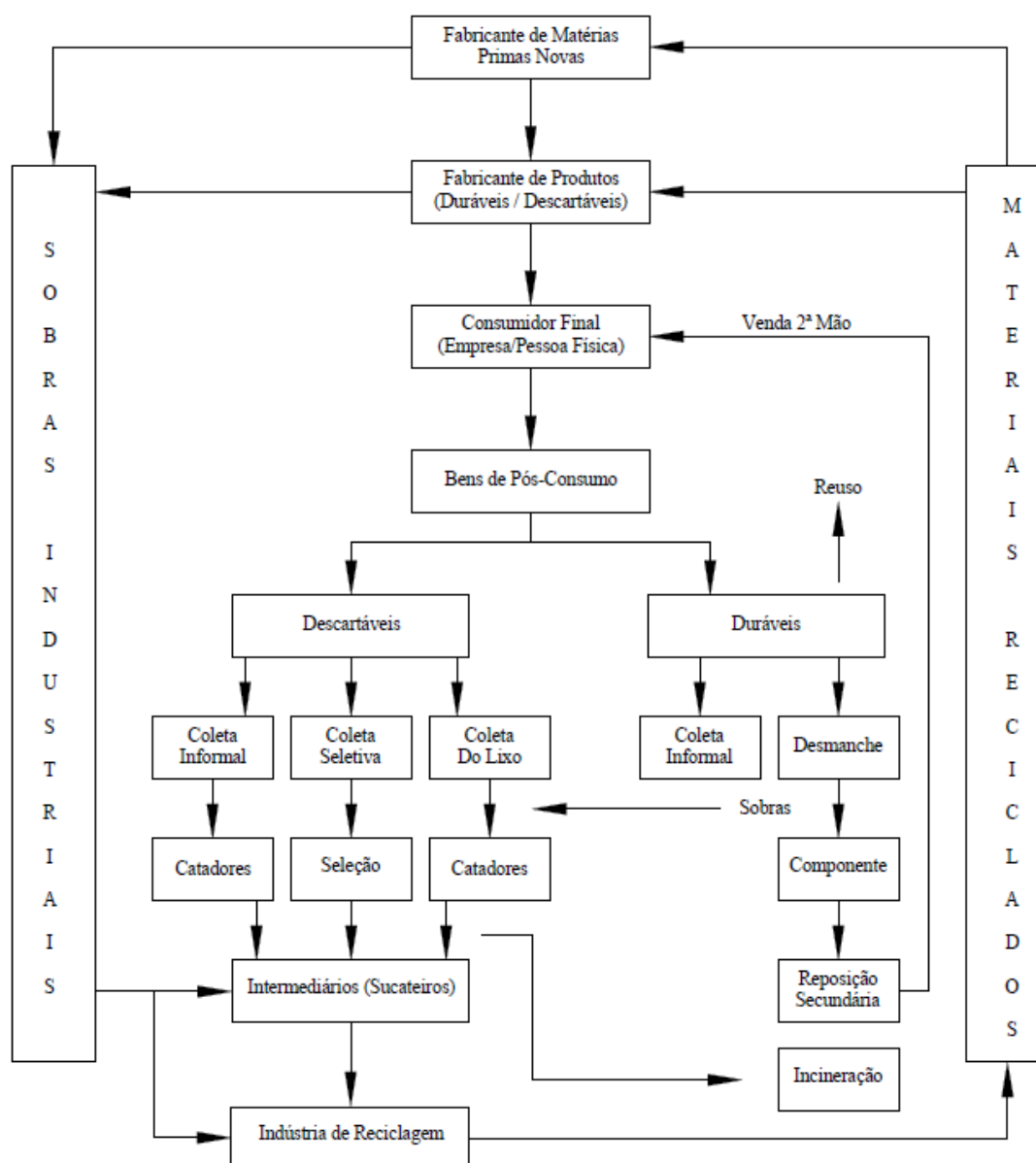


**FIGURA 6: Tipologia dos canais de distribuição reversos.**

Fonte: Leite (1998)

Leite (2005) fez uma pesquisa exploratória com 57 executivos de diferentes setores industriais, cinco anos antes da promulgação da PNRS, e constatou que poucas empresas no Brasil estariam preparadas para implementar o fluxo reverso dos materiais.

Dwivedy e Mittal (2012), durante a pesquisa de profundidade com atores da cadeia reversa (203 entrevistas), fizeram uma tentativa de modelar a incerteza no comportamento dos atores a partir do cenário da coleta de computadores. A oferta de materiais para serem valorizados é um ponto crucial na estruturação de mecanismos e de infraestrutura para a coleta e retorno REEE via logística reversa.

Acredita-se que o maior desafio seja a falta de sistemas prontos e a necessidade de desenvolver sistemas próprios (MIGUEZ, 2012). Outro ponto desafiador é a falta de disponibilidade de REEE suficientes para implantação da logística reversa, bem como a sustentabilidade de uma operação diária desse sistema (MIGUEZ, 2012; DEMAJOROVIC et al., 2016). O papel da logística reversa na estratégia empresarial é que definirá o tipo de sistema de informações gerenciais que será desenvolvido.

Nesse cenário, torna-se oportuno e, sobretudo, imprescindível entender e conhecer o sistema de coleta de REEE existente em uma cidade, para que as etapas da cadeia reversa possam ser viabilizadas e instituídas. Se não há coleta, a cadeia dos resíduos reversos também não existe.

Miguez (2012) considera que o relacionamento organizacional se restringe apenas ao comprador e ao fornecedor, e não se criam laços efetivos de parceria, inclusive pública, para que sejam superados os desafios da cadeia produtiva reversa com relação à reciclagem do resíduo sólido.

Kobal et al. (2013), em uma pesquisa qualitativa realizada no estado do Ceará, constataram que as empresas investigadas que realizam a reciclagem de REEE ressaltaram a dificuldade de obtenção do material coletado (matéria-prima) e atribuíram a baixa coleta à pouca conscientização das secretarias quanto ao envolvimento com a logística reversa de REEE. Os entraves apontados para o processo produtivo das empresas pesquisadas estão também permeados pela dificuldade de destinar os resíduos de pouco valor agregado e pela informalidade, o que desvia os materiais do fluxo reverso (KOBAL et al., 2013).

### ***3.5 A gestão nacional e a gestão municipal em Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil) de REEE***

#### **3.5.1 Gestão de REEE no Brasil**

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2018), o setor teve faturamento de R\$ 136 bilhões em 2017 e crescimento de 5% em relação a 2016 (R\$ 129,4 bilhões). A produção de EEE cresceu 17,8% só no mês de janeiro de 2018, em relação ao mesmo período em 2017, crescimento esse impulsionado pela expansão da indústria eletrônica (31,8%), e os bens de consumo continuam a registrar expansões significativas (ABINEE, 2018). Embora haja a divulgação do desempenho econômico na produção de EEE pela ABINEE, não

há, ainda, uma apresentação oficial de dados absolutos em toneladas, o que daria a dimensão em massa do número de equipamentos produzidos e vendidos no ano.

No Brasil, as discussões sobre a gestão de REEE foram intensificadas somente a partir de 2010, com a promulgação da Lei nº 12.305 – a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que atribui aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletrônicos a responsabilidade de implementação da logística reversa e dos resíduos gerados em seus processos produtivos.

Em muitos estados brasileiros já existiam regulamentações sobre a gestão de REEE anterior à PNRS, no entanto, isso não quer dizer que elas eram necessariamente cumpridas.

O Ceará foi o primeiro estado a instituir essas regulamentações, com a promulgação da Política Estadual de Resíduos Sólidos, em 2001 (CEARÁ, 2001), e do seu Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, publicado em 2012.

Com a promulgação da PNRS (BRASIL, 2010), foi dado o *start* para que a União elaborasse o seu Plano Nacional de Resíduos Sólidos, como também os estados e os municípios. A hierarquia dos planos até o nível municipal é apresentada a seguir (Ex.: Belo Horizonte):

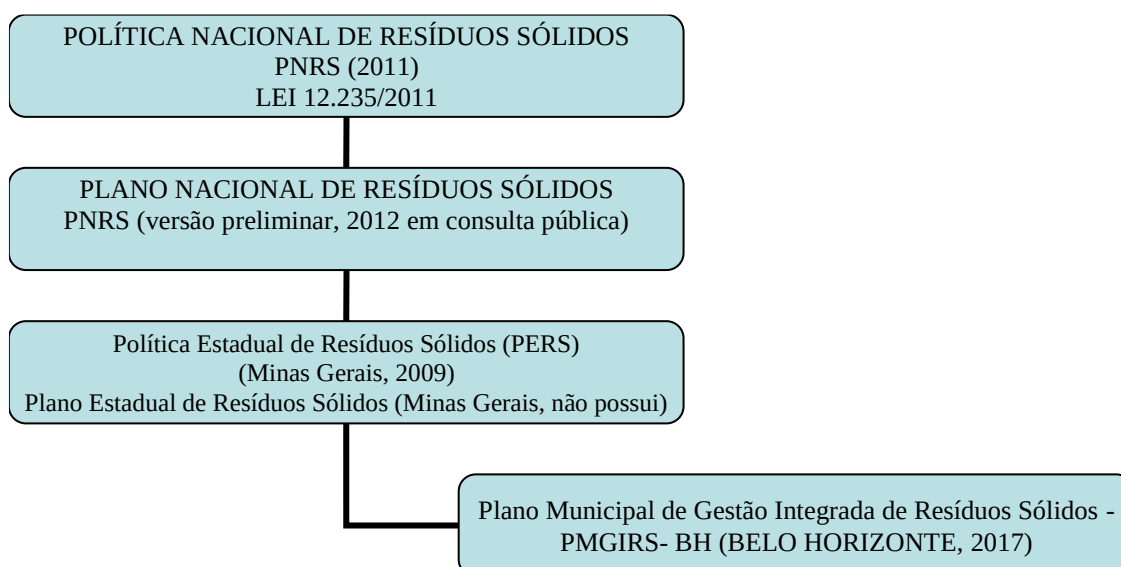


**FIGURA 7: Hierarquização das políticas públicas de resíduos sólidos.**

Fonte: dados de pesquisa, a partir da PNRS (BRASIL, 2010).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, ainda em versão preliminar<sup>6</sup>, traz em seu conteúdo um diagnóstico feito em 2011, um prognóstico para 2031, além das diretrizes, estratégias e metas para realizar as proposições. No entanto, nesse documento não foram feitas proposições para os REEE, deixando o tema para ser tratado somente depois da finalização dos acordos setoriais. O documento prevê uma revisão mínima a cada quatro anos, e, nesse caso, poderão ser incluídas as diretrizes para os REEE.

Com base na compilação de dados oficiais dos *sites* dos governos, tem-se um panorama dos estados que possuem o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERH) no Brasil e em quais desses planos foi prevista alguma tratativa para a gestão de REEE (Figura 8; Tabela 6).

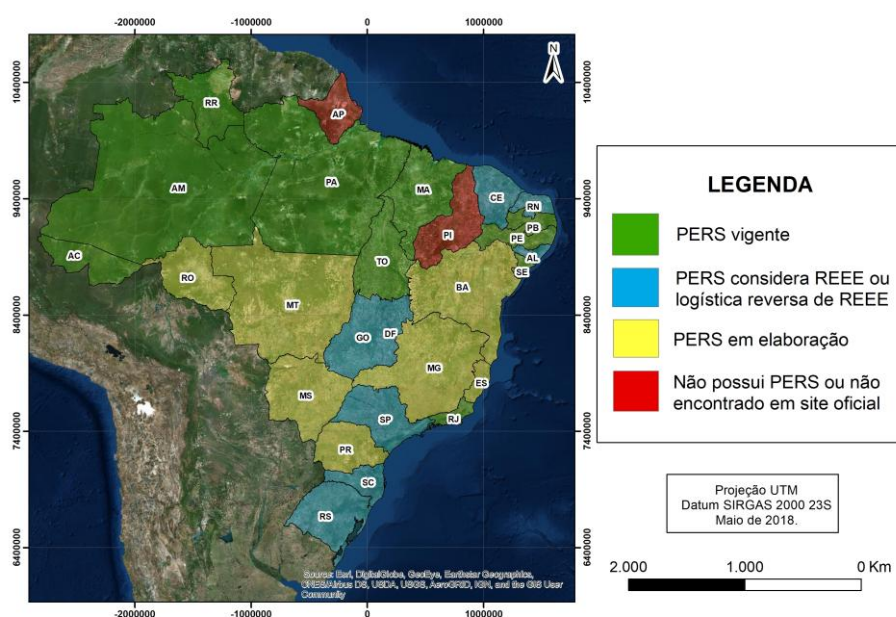


**FIGURA 8: Status sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil.**

Fonte: elaborada pela autora, a partir dos *sites* oficiais dos governos.

Cabe ressaltar que, no Brasil, a cadeia de recuperação de materiais recicláveis é muitas vezes operada na informalidade total ou parcial. O mesmo ocorre com os REEE, por exemplo, o celular (KOBAL et al., 2013, LIMA et al., 2015). Existem atividades desenvolvidas por catadores autônomos, associações ou cooperativas, empresas familiares e comerciantes formais e informais de sucata. Os que operam de modo formal limitam-se ao recolhimento de embalagens de papel, plástico e vidro, com o apoio de programas municipais brasileiros, o que não agrega valor aos REEE.

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2018.

**TABELA 6:** Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil.

| <b>Estados</b>            | <b>Ano do Plano</b>        | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>REEE</b>                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Acre</b>               | PGIRS (2012)               | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20AC%202012jan.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20AC%202012jan.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                               | Cita “pilhas, etc.”, não sendo específico com os REEE. Prevê a comercialização.                                                                                               |
| <b>Alagoas</b>            | PERS (2016)                | <a href="http://www.residuossolidos.al.gov.br/planos/estadual">http://www.residuossolidos.al.gov.br/planos/estadual</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Define estratégias para exigir do fabricante o balanço quantitativo anual de destinação dos REEE e propõe mediar e incentivar a LR de REEE.                                   |
| <b>Amazonas</b>           | PERS-AM (2017)             | <a href="http://www.meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Plano-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos.pdf">http://www.meioambiente.am.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Plano-Estadual-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                   | Não menciona REEE.                                                                                                                                                            |
| <b>Amapá</b>              | -                          | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Obs.: Não foi encontrada em <i>sites</i> oficiais (05/04/2018).                                                                                                               |
| <b>Bahia</b>              | Em elaboração (01/04/2018) | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -                                                                                                                                                                             |
| <b>Ceará</b>              | PERS (2015)                | <a href="http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/CENARIOS-min.pdf">http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/CENARIOS-min.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Implantação da logística reversa com o retorno à indústria dos materiais pós-consumo (Eletroeletrônicos, embalagens e outros), por meio da implantação dos acordos setoriais. |
| <b>Espírito Santo</b>     | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="https://iema.es.gov.br/Search?q=plano+estadual+de+res%C3%ADduos+solidos&amp;culture=pt-BR">https://iema.es.gov.br/Search?q=plano+estadual+de+res%C3%ADduos+solidos&amp;culture=pt-BR</a>                                                                                                                                                                                                                                                           | -                                                                                                                                                                             |
| <b>Goiás</b>              | PERS (2017)                | <a href="http://www.secima.go.gov.br/arquivos/pers_versao_final_forum_de_residuos_solidos.pdf">http://www.secima.go.gov.br/arquivos/pers_versao_final_forum_de_residuos_solidos.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                     | Metas para implantação de 30%, em 2037, da logística reversa de REEE; estados para acordos setoriais.                                                                         |
| <b>Maranhão</b>           | PEGRS MA (2012)            | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201_2012jul.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201_2012jul.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                               | Não mencionada REEE.                                                                                                                                                          |
| <b>Mato Grosso</b>        | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=258:plano-de-gerenciamento-de-residuos-de-servicos-de-saude-pgrss&amp;catid=174:plano-de-gerenciamento-de-residuos-solid&amp;Itemid=154">http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=258:plano-de-gerenciamento-de-residuos-de-servicos-de-saude-pgrss&amp;catid=174:plano-de-gerenciamento-de-residuos-solid&amp;Itemid=154</a> | -                                                                                                                                                                             |
| <b>Mato Grosso do Sul</b> | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="http://www.semade.ms.gov.br/consulta-popular-para-validar-plano-de-residuos-solidos-entra-na-reta-final/">http://www.semade.ms.gov.br/consulta-popular-para-validar-plano-de-residuos-solidos-entra-na-reta-final/</a>                                                                                                                                                                                                                             | -                                                                                                                                                                             |
| <b>Minas Gerais</b>       | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="http://www.feam.br/logistica-reversa">http://www.feam.br/logistica-reversa</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Possui Política Estadual de Resíduos sólidos sob a Lei nº 18.031 e outros regulamentos para a implementação da logística reversa de REEE. DN COPAM 188/2013 e 207/2015.       |

|                            |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pará</b>                | PEGIRS (2014)              | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PA%20PERGIS_VOL_2.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PA%20PERGIS_VOL_2.pdf</a>                                                                                                             | Não menciona REEE. Prevê projeto de fortalecimento da logística reversa, sem mencionar as tipologias de resíduos.                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Paraná</b>              | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=405">http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=405</a>                                                                                               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Pernambuco</b>          | PERS (2012)                | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PE%20PERS_2012jul.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PE%20PERS_2012jul.pdf</a>                                                                                                             | Não menciona REEE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Piauí</b>               | -                          | -                                                                                                                                                                                                                                                                     | Não encontrado no <i>site</i> oficial do Governo 01/04/2018.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Rio de Janeiro</b>      | PERS (2013)                | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/RJ%20PERS_2013ago.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/RJ%20PERS_2013ago.pdf</a>                                                                                                             | Cita os REEE, mas aguardará a assinatura dos acordos setoriais em nível federal.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Rio Grande do Norte</b> | PERS (2017)                | <a href="http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&amp;TARG=152889&amp;ACT=&amp;PAGE=0&amp;PARM=&amp;LBL=Programas">http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&amp;TARG=152889&amp;ACT=&amp;PAGE=0&amp;PARM=&amp;LBL=Programas</a> | Previu incentivar a elaboração de planos de gerenciamento para pilhas, lâmpadas e REEE.                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Rio Grande do Sul</b>   | PERS-RS (2014)             | <a href="http://www.sema.rs.gov.br/legislacao-ambiental">http://www.sema.rs.gov.br/legislacao-ambiental</a><br><a href="http://www.sustentare.rs.gov.br/decreto-estadual">http://www.sustentare.rs.gov.br/decreto-estadual</a>                                        | Exige dos fabricantes/importadores a logística reversa para os seus produtos. Não menciona resíduos. O PERS coloca datas de vigências (2015-2034). Possui um decreto para realização de um projeto de aproveitamento de materiais e REEE entre as instituições públicas por meio do programa Sustentare (Decreto nº 53.307/2016). |
| <b>Rondônia</b>            | Em elaboração (01/04/2018) | <a href="http://www.sedam.ro.gov.br/">http://www.sedam.ro.gov.br/</a>                                                                                                                                                                                                 | Em elaboração (01/04/2018), segundo o <i>site</i> do governo, no entanto não foi encontrado tema relacionado no <i>site</i> .                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Roraima</b>             | PEGIRS (2004)              | <a href="http://ciflorestas.com.br/arquivos/lei_lei_4162004_15686.pdf">http://ciflorestas.com.br/arquivos/lei_lei_4162004_15686.pdf</a>                                                                                                                               | Não menciona REEE e a logística reversa. Trata de resíduos perigosos genericamente, sem falar de REEE.                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Santa Catarina</b>      | PEGIRS- (2012)             | <a href="https://issuu.com/sustentavelsc/docs/gestaoresiduossolidos">https://issuu.com/sustentavelsc/docs/gestaoresiduossolidos</a>                                                                                                                                   | Trata de REEE em um item “responsabilidade pós-consumo”, no entanto trabalha com aqueles que já possuem acordos setoriais (federal ou municipal), como pilhas e celular.                                                                                                                                                          |
| <b>Sergipe</b>             | PERS/SE (2014)             | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS%20SE%202014dez.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/PERS%20SE%202014dez.pdf</a>                                                                                                         | Não menciona REEE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>São Paulo</b>           | PRS-SP (2014)              | <a href="http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20SP%202014out_parte_002.pdf">http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20SP%202014out_parte_002.pdf</a>                                     | Trata de REEE em um item “responsabilidade pós-consumo”, no entanto trabalha com aqueles que já possuem acordos setoriais (federal ou municipal), como pilhas e celular.                                                                                                                                                          |
| <b>Tocantins</b>           | PERS (2017)                | <a href="https://central3.to.gov.br/arquivo/399309/">https://central3.to.gov.br/arquivo/399309/</a>                                                                                                                                                                   | Não menciona REEE. Faz menção à logística reversa e às metas genéricas.                                                                                                                                                                                                                                                           |

Fonte: elaborada pela autora, a partir dos dados oficiais de pesquisa no *site* do governo de cada estado e do SINIR (2018)

Além dos instrumentos legais presentes em muitos estados, ainda existem requisitos no âmbito federal, ou seja, normas regulamentadoras que são citadas nas legislações, o que torna seu atendimento obrigatório. Como exemplo da norma brasileira tem-se a ABNT NBR 10.004/2004, que trata da classificação de resíduos industriais, dos materiais acumuladores elétricos à base de chumbo e seus resíduos, das cinzas provenientes de incineração de placas de circuitos impressos que contenham metais preciosos, das lâmpadas de valor de mercúrio e de outros materiais com propriedades semelhantes, que conferem periculosidade ao resíduo, por serem materiais tóxicos.

O transporte dos resíduos também é uma etapa que deve ser levada em consideração, dada a quantidade de requisitos legais existentes para se transportar resíduos perigosos. Uma vez classificados como perigosos, o transporte, o tratamento e a disposição final desses resíduos devem ser realizados de acordo com as leis brasileiras. A Portaria nº 420/2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), define os requisitos para o transporte de produtos/resíduos perigosos. Esses requisitos abrangem a qualificação do condutor para movimentar cargas perigosas, de modo que ele mesmo esteja apto para atender à qualquer emergência durante o carregamento, o descarregamento e o trajeto. Esse condutor tem na sua carteira de motorista identificado que ele pode transportar carga perigosa. Nessa portaria, também estão definidas as documentações que devem seguir com o embarque desses materiais, como nota fiscal, manifesto de transporte da carga perigosa, envelope e ficha de emergência, licença ambiental para o transporte de material perigoso e licença ambiental para o local de destino desse material (seja tratamento, seja disposição final). O veículo deve conter as simbologias de risco definida na Portaria nº 420/2004 da ANTT, bem como as condições de segurança do veículo devem obedecer às normas da agência. Questões sobre custos operacionais de transporte e tributação sobre os REEE são pontos de gargalos discutidos no grupo de estudos para os acordos setoriais da logística reversa de REEE (SINIR, 2018).

No anexo I da lista brasileira de resíduos a Instrução Normativa nº 13, de dezembro de 2012, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, também define quais são os resíduos perigosos que devem seguir as normas ambientais brasileiras de transporte, tratamento e disposição final, e nela estão contidos os produtos elétricos e eletrônicos e seus componentes, incluindo acumuladores de baterias, disjuntores de mercúrio, tubos de vidros de raios catódicos e outros vidros. Essa Instrução Normativa foi elaborada com o objetivo de dar suporte e padronizar as nomenclaturas desses resíduos (Tabela 7).

**TABELA 7: Lista Brasileira de Resíduos.**

| <b>LISTA BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – LISTATEM DOS RESÍDUOS</b>                                  |                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conforme a IN nº 13, de dezembro de 2012                                                             |                                                                                                                                                   |
| Esse texto não substitui o publicado no D.O.U. – Seção nº 245, quinta-feira, 20 de dezembro de 2012. |                                                                                                                                                   |
| <b>Código</b>                                                                                        | <b>Descrição (resíduos perigosos, kg)</b>                                                                                                         |
| <b>1602</b>                                                                                          | Resíduo de equipamento elétrico e eletrônico                                                                                                      |
| <b>160209</b>                                                                                        | (*) Transformadores, capacitores e demais equipamentos elétricos contendo PCB                                                                     |
| <b>160210</b>                                                                                        | (*) Equipamento fora de uso contendo ou contaminado por PCB, não abrangido em 160209                                                              |
| <b>160211</b>                                                                                        | (*) Equipamento fora de uso contendo clorofluorcarbonetos, HCFC, HFC                                                                              |
| <b>160212</b>                                                                                        | (*) Equipamento fora de uso contendo amianto livre                                                                                                |
| <b>160213</b>                                                                                        | (*) Equipamento fora de uso contendo componentes perigosos, não abrangidos em 160209 a 160212                                                     |
| <b>160214</b>                                                                                        | Equipamento fora de uso, não abrangido em 160209 a 160213                                                                                         |
| <b>160215</b>                                                                                        | (*) Componentes retirados de equipamento fora de uso                                                                                              |
| <b>160216</b>                                                                                        | (*) Componentes retirados de equipamento fora de uso, não abrangidos em 151215                                                                    |
| <b>1606</b>                                                                                          | (*) Pilhas, baterias e acumuladores elétricos                                                                                                     |
|                                                                                                      | (*) Pilhas, baterias e acumuladores elétricos à base de chumbo e seus resíduos, incluindo os plásticos provenientes da carcaça externa da bateria |
| <b>160601</b>                                                                                        | Carcaça externa da bateria                                                                                                                        |
| <b>160602</b>                                                                                        | (*) Pilhas, baterias e acumuladores elétricos de níquel-cádmio e seus resíduos -                                                                  |
| <b>160603</b>                                                                                        | (*) Pilhas contendo mercúrio                                                                                                                      |
| <b>160604</b>                                                                                        | (*) Pilhas alcalinas, exceto 160603                                                                                                               |
| <b>160605</b>                                                                                        | Outras pilhas, baterias e acumuladores elétricos                                                                                                  |
| <b>160606</b>                                                                                        | (*) Eletrólitos de pilhas e acumuladores recolhidos separadamente                                                                                 |
|                                                                                                      | (*) Pilhas e acumuladores abrangidos em 160601, 160602 ou 160603 e pilhas e acumuladores não abrangidos                                           |
| <b>200133</b>                                                                                        | Separados contendo pilhas e acumuladores                                                                                                          |
| <b>200134</b>                                                                                        | Pilhas e acumuladores não abrangidos em 200133                                                                                                    |
| <b>200135</b>                                                                                        | (*) Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso não abrangidos em 200121 ou 200123, contendo componentes perigosos                  |
| <b>200136</b>                                                                                        | Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso não abrangidos em 200121, 200123 ou 200135                                              |

Legenda:

[iii] São consideradas apenas as pilhas alcalinas que apresentam teores de chumbo, cádmio e mercúrio abaixo dos limites expressos na Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008.

[vi] Componentes perigosos de equipamento elétrico e eletrônico podem incluir acumuladores e pilhas mencionados em 1606 e assinalados como perigosos, como disjuntores de mercúrio, vidro de tubos de raios catódicos e outro vidro ativado, etc.

Fonte: adaptado do IBAMA (BRASI, 2012).

Igualmente importantes são as questões relacionadas ao licenciamento ambiental necessário para as atividades coleta/armazenamento, transporte, recuperação, reciclagem, tratamento ou disposição final de REEE, de acordo com Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 237, de 1997.

A ABNT NBR nº 16156, de 18 de março de 2013, trata dos resíduos de equipamentos eletrônicos e dos principais requisitos para a atividade de manufatura reversa. Essa norma foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03) e pela comissão de Estudo de Normalização Ambiental para Produtos e Sistemas Elétricos e Eletrônicos, e é aplicável às organizações que realizam atividades de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos com atividade fim. Estabelece, ainda, os requisitos para a proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde durante a atividade de manufatura reversa de resíduos eletrônicos.

Segundo a NBR 16156/2013, o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos é definido como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos eletroeletrônicos e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

A norma traz algumas definições importantes, a se destacar:

- Manufatura reversa é definida como etapas da atividade de reciclagem que compreendem os processos de transformação dos resíduos eletroeletrônicos em partes e peças, insumos ou matérias-primas, sem a obtenção de novos produtos.
- Equipamentos eletroeletrônicos, partes e peças que chegaram ao final da sua vida útil ou seu uso foi descontinuado.
- Resíduo eletroeletrônico perigoso, cuja composição é desconhecida ou que, em função de suas propriedades físicas ou químicas, pode apresentar riscos à saúde pública, provocando mortalidade e incidência de doença ou acentuando seus índices; e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Destaca-se, ainda, que resíduos perigosos são aqueles construídos e que contêm (ou são derivados), no todo ou em parte, substâncias ou elementos químicos, ou grupos classificados como perigosos, conforme a ABNT NBR 10004/2004, ou assim classificados por outros regulamentos aplicáveis.

Cabe destacar que antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), de 2010, já existia atividade de logística reversa implantada para algumas tipologias, entre elas as pilhas e baterias, por meio de normas regulamentadoras:

- Pilhas e Baterias: Resolução nº 401, de 04/11/2008, que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
- Instrução Normativa Ibama nº8, de 30 de setembro de 2012, que institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias, ou de produtos que as incorporem.

Em pesquisas nacionais sobre a gestão dos REEE, Miguez (2012) apresentou os benefícios econômico-financeiros advindos da logística reversa em relação a estudos de caso de resíduos eletrônicos. Algumas dessas pesquisas foram realizadas por meio de um acordo como o Japão, para apresentar ações que promovessem a melhoria da logística reversa de REEE no estado de São Paulo (Brasil), iniciado em 2014 e financiado pela *Japan International Cooperation Agency* (JICA). Segundo Oliveira (2016), o projeto teria duração até setembro de 2017. No entanto não foram encontradas informações atualizadas sobre o desempenho e os resultados desse acordo, ou sobre a sequência do projeto.

É importante ressaltar que o Brasil internalizou toda a Convenção da Basileia, por meio do Decreto nº 875/1993 e da Resolução do Conama nº 452/2012, ficando proibido, desde então, importar/exportar resíduos perigosos no país. Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), a adesão pelo Brasil ficou explicitada no art. 49:

É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação.

No Brasil há casos relevantes para a promoção da logística reversa, muito embora eles sejam fragmentados, ou seja, sem uma gestão sistêmica de resíduos. No entanto, apesar das iniciativas localizadas, todas apresentam importância na promoção da busca da sustentabilidade e da redução de impactos ambientais.

### Programa Abinee Recebe Pilhas

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica Eletrônica (Abinee), com o apoio de alguns fabricantes, iniciou um programa de recolhimento de pilhas comuns de zinco-mangânês, pilhas alcalinas, pilhas recarregáveis e baterias portáteis, em 2010, com a finalidade de atender à Resolução do Conama nº 401/2008. No município de Belo Horizonte foram instalados 27 postos de coleta, chamados de ecopontos (anexo locais), a maioria em parceria com redes de supermercados (ABINEE, 2018). A logística reversa de retirada do material coletado nos ecopontos, o transporte, o tratamento e a disposição final e/ou a reciclagem eram realizados por uma empresa contratada, especializada em logística reversa e reciclagem de REEE, sendo todo material enviado para o estado de São Paulo. Para os demais REEE, a Abinee ainda não apresentou programa, provavelmente porque espera a finalização dos seus acordos setoriais.



**FIGURA 9: Status sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Brasil.**

Fonte: Abinee (2018).

### Programa Papa-Pilhas do Banco Real (Santander)

O Banco Santander realizou, dentro do seu programa de gestão ambiental, um projeto denominado “Papa-Pilhas”, para coleta e destinação final de pilhas e baterias (BANCO SANTANDER, 2015), sendo o único banco com esse tipo de atividade relacionada à coleta de REEE. O programa era de conhecimento público, visto que os coletores ficavam dispostos na entrada das agências. O programa, iniciado em 2006, foi encerrado pela própria organização no fim de 2014. O argumento apresentado no *site* do banco foi que após a determinação, por meio da PNRS (2010), quanto à responsabilidade compartilhada e definida para as empresas do setor de EEE não se justificaria permanecer com o Projeto “Papa-Pilhas”.

Apesar do programa ter sido encerrado, os dados de desempenho da coleta desses resíduos foram considerados relevantes para ser citado nesta pesquisa, em se tratando do quantitativo

coletado. O banco declarou ter recolhido e destinado ao tratamento e à disposição final cerca de 800 toneladas desses resíduos, em suas unidades no Brasil, durante oito anos (BANCO SANTANDER, 2015), o que representaria uma média de 100 t/ano. Foi um projeto-piloto do setor privado realizado em Belo Horizonte, para a coleta de REEE, que também foi estendido para outras unidades do banco, em outros estados do Brasil. As informações sobre a gestão desse volume não poderiam ser desprezadas, apesar de não se conhecer o universo de outras possíveis ações de coleta de REEE nesse mesmo período, pois elas são legitimadas pela quantidade de material perigoso que deixou de ser descartado de modo inadequado no ambiente. Não foi possível verificar a representação dessa coleta em Belo Horizonte, uma vez que os dados disponibilizados no *site* do banco representam o volume de coleta em nível nacional. Os quantitativos não constam no inventário realizado nesta pesquisa, uma vez que o programa já havia sido encerrado antes 2014.



**FIGURA 10: Coletor papa-pilhas do Banco Relá (Santander, 2015).**

Fonte: Santander (2015).

O banco também apresenta em seu relatório de sustentabilidade atividades relacionadas com a reciclagem de REEE (Sandander, 2016).

**TABELA 8:** Relatório de Gestão Ambiental do Banco Santander (2016)

| RESÍDUOS ELETRÔNICOS, PILHAS E LÂMPADAS |                                     |         |           |           |         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|---------|-----------|-----------|---------|
| Equipamentos                            | Disposição                          | 2013    | 2014      | 2015      | 2016    |
| ATM (peças)                             | Reciclagem                          | 1.834   | 3.384     | 2.685     | 546     |
| CPU (peças)                             | Reciclagem                          | 11.284  | 11.737    | 7.123     | 7.953   |
| Leitores<br>Periféricos (peças)         | reciclagem                          | 5.663   | 15.102    | 5.943     |         |
| Plástico (kg)                           | Reciclagem                          | 18.130  | 33.920    | 26.917    | 5.470   |
| Metal (kg)                              | Reciclagem                          | 914.452 | 1.643.817 | 1.304.465 | 265.267 |
| Lâmpadas<br>(unidades) <sup>1</sup>     | Reciclagem com<br>transporte        | 99.740  | 88.754    | 102.215   | 74.142  |
| Lâmpadas<br>(unidades)                  | Reciclagem no<br>local <sup>2</sup> | -       | 29.703    | 0         | 0       |
| Pilhas (t) <sup>3</sup>                 | Reciclagem com<br>transporte        | 87      | 65        | 0         | 0       |

*Legenda: <sup>1</sup> houve uma redução de 27% no número da lâmpadas fluorescentes descartadas em função da substituição por lâmpadas de LED, que têm uma vida útil maior; <sup>2</sup> Desde 2015 não se faz mais reciclagem no local e o material é transportando para a reciclagem; <sup>3</sup> Em 2014 o programa de coleta de pilhas foi descontinuado.*

Fonte: adaptado de Santander (2016).

### Aparelhos Philips

Para colaborar com a redução do lixo eletrônico, a Philips estabeleceu no Brasil um programa já existente em mais de 30 países. Os consumidores que possuem aparelhos Philips inutilizados poderão depositá-los nos postos de coleta credenciados pela marca, que ficará responsável por dar um destino adequado a eles (DINÂMICA AMBIENTAL, 2013). Além de aparelhos da Philips, pilhas, lâmpadas e baterias de qualquer outra marca são recolhidos e encaminhados para uma empresa de tratamento, que faz a desmontagem e a avaliação das peças que podem ser reaproveitadas ou descartadas de forma correta (DINÂMICA AMBIENTAL, 2013). A Philips posuía um canal para orientação sobre a logística reversa de seus produtos disponível em: <http://logisticareversa.org/2015/05/10/philips/>.

## Projeto Eco-Eleto

O Laboratório de Sustentabilidade (LASSU) da Escola Politécnica de São Paulo, juntamente com o Instituto GEA – Ética e Meio Ambiente<sup>47</sup>, desenvolveu o projeto Eco-Eleto, com o objetivo de transmitir conhecimento sobre o tema e contribuir social e tecnologicamente para o levantamento de dados sobre os REEE (computadores). A Escola Politécnica foi responsável pela implantação do Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), implementando práticas de reuso e descarte sustentável de REEE, projeto pioneiro no setor de ensino superior (ECO-ELETRO, 2015).



**FIGURA 11: Logomarca do projeto (Eco-Elétro, 2015).**

Fonte: Eco-Elétro (2015).



**FIGURA 12: Curso online de reciclagem de REEE para a inclusão (Eco-Elétro, 2015).**

Fonte: Eco-Elétro (2015).

## Programa Sustentare

No Estado do Rio Grande do Sul foi criado, em 2016, o Programa Sustentare, que está voltado para a destinação dos REEE das instituições públicas. As ações tinham o foco inicial de aumentar a vida útil dos equipamentos, fazendo seu reaproveitamento em outras áreas depois

---

<sup>47</sup> Instituto GEA – Ética e Meio Ambiente é uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público), cuja finalidade principal é desenvolver a cidadania e a educação ambiental, assim como assessorar a população a implantar programas de coleta seletiva de lixo e reciclagem.

de descartados pelas áreas originais, e no segundo momento, de promover a destinação para desmontagem e tratamento para empresas licenciadas, previamente cadastradas no programa (PROJETO SUSTENTARE, 2018).

No Rio Grande do Sul há outras iniciativas para a coleta de produtos pós-consumo (EEE). Portanto, inicialmente o material não é tratado como REEE em sua PERS, e sim como produto pós-consumo.

Algumas campanhas realizadas no Rio Grande do Sul (PERS-2014):

- Campanha de Recolhimento de Resíduos Eletrônicos e Telefonia Pós-Consumo

Iniciada em 2011, possuía 14 pontos fixos de coleta em 136 municípios, e em 2012 foram coletadas 549 toneladas de “produtos” (REEE). A prefeitura de Porto Alegre disponibiliza cinco pontos de descarte para a população. Também é realizada anualmente a “Feira de Descarte de Equipamentos Eletrônicos”. Até a terceira edição, em 2012, foram arrecadadas 75 toneladas de material eletrônico. Os equipamentos são destinados à empresa especializada em transporte, desmanche, triagem de manufatura e reciclagem dos componentes.



**FIGURA 13: Logomarca do Programa Sustentare.**

Fonte: Programa Sustentare (2018).

O SEBRAE oferece um curso de reciclagem e material didático para manufatura reversa de REEE para a criação de micro e pequenos negócios relacionados com esse ramo (Figura 14).

## Reciclagem de resíduos eletrônicos:

### Como fazer

O processo de reciclagem de resíduos eletrônicos envolve a chamada "manufatura reversa", que começa desmontando os itens em partes e tratando cada uma delas separadamente. As peças são recicladas em lugares e de formas diferentes.

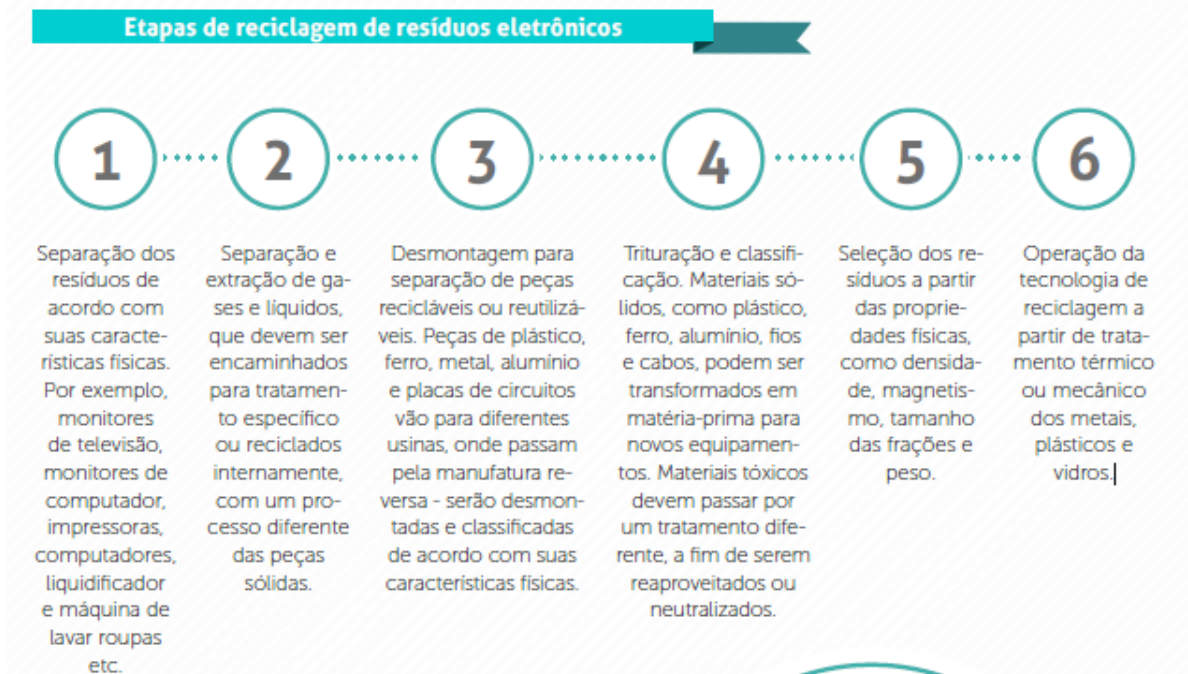


**FIGURA 14: Etapas de reciclagem de resíduos eletrônicos segundo o SEBRAE.**

Fonte: Serbrae (2016).

### Projeto 3RsPCs

O Projeto foi uma iniciativa do governo de Minas Gerais, por meio da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), com o apoio do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) e do Serviço Social Autônomo (Servas-BH), que tem por objetivo buscar soluções ambientalmente adequadas para os REEE no Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2009).

Esse projeto resultou em atividades relacionadas com a educação ambiental e a inclusão digital e social (MINAS GERAIS, 2009):

- Curso de Montagem, Manutenção e Recondicionamento de Computadores;
- Grupo de Trabalho (GT) – proposta de regulamentação da gestão de REEE para o Brasil;
- Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos, realizado em agosto de 2009;

- Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais, lançado em junho de 2009; e
- Projeto-Piloto de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos, em parceria com catadores de materiais recicláveis.



**FIGURA 15: Curso de montagem de EEE.**

Fonte: (MINAS GERAIS, 2009)

A maioria dos REEE é composta de materiais como plásticos, vidros e metais, que podem ser recuperados e retornados como insumo para a indústria de transformação. No entanto, os componentes que possuem elementos perigosos contemplados na classificação da ABNT 10.004, como os metais pesados, precisam passar por um tratamento especial, com a finalidade de mitigar os impactos ambientais e os riscos à saúde. O fluxo para esse tratamento é a logística reversa ou a valorização desses resíduos.

Quando Corrêa et al. (2013) realizaram sua pesquisa, muitos estados e municípios brasileiros já possuíam regulamentos sobre gestão de resíduos sólidos, mas poucos mencionavam o conceito de logística reversa (CORRÊA et al., 2013), ou a gestão de REEE. A partir da elaboração dos Planos Estaduais, com base no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, a menção à logística reversa ficou mais frequente, embora nem todos os planos tratem expressamente da gestão de REEE, apresentando diretrizes genéricas sem muito compromisso com a aplicação por tipologia de resíduo dentro.

A logística reversa é complexa, entre outras razões, por causa da diversidade de áreas que ela abrange (CORRÊA et al., 2013). Segundo Barros (2012), há muitas iniciativas no sentido de melhorar a gestão, mas existem muitos desafios para a realização da logística reversa, pois os diversos processos de produção industrial geram diferentes tipos de resíduos, que muitas vezes expõem os trabalhadores a sérios riscos ocupacionais, além de problemas no que tange ao controle do descarte do rejeito.

Demajorovic et al. (2016) realizaram procedimentos metodológicos em 21 entrevistas qualitativas de profundidade com os diversos atores envolvidos com REEE (governo, indústria, varejo, empresas de reciclagem, cooperativas de catadores e academia), com o objetivo principal de discutir os desafios e as oportunidades para a implementação do modelo brasileiro de logística reversa para computadores e telefones celulares, e chegaram a uma síntese das principais características de um provável modelo brasileiro, usando como comparativo outras experiências internacionais.

**TABELA 9:** Modelos internacionais e o possível modelo brasileiro

|                    | <b>Suíça</b>              | <b>Suécia</b>              | <b>China</b>       | <b>Índia</b>                                                    | <b>Brasil</b>                             |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Governo</b>     | <b>Ativo</b>              | <b>Participativo</b>       | <b>Não ativo</b>   | <b>Não ativo</b>                                                | <b>Ativo</b>                              |
| Indústria          | Gestão total              | Transporte/Reciclagem      | Entrega os REEE    | -                                                               | Gestão total                              |
| <i>Consumer</i>    | Pays ARF returns          | -                          | -                  | -                                                               | Paga taxa de LR embutida e faz a entrega  |
| Informal S.        | -                         | -                          | Excluído           | Pré-processamento                                               | Falta de capacitação                      |
| <i>Model</i>       | REP ORP                   | REP Gov./ORP               | Consórcio StEP     | Programa do Empa                                                | RCP                                       |
| <i>Financing</i>   | TAR                       | Indústria                  | Autossustentado    | Autossustentado com adiantamento de pagamento para os catadores | Taxa embutida para cobrir os custos da LR |
| <i>Performance</i> | 9 kg/p.c./ano alta consc. | 16 kg/p.c./ano alta consc. | Faltam indicadores | Faltam indicadores                                              | Faltam indicadores                        |

Nota: RCP = Responsabilidade Compartilhada pelo Produto; e REP = Responsabilidade Estendida do Produtor.  
Fonte: Demajorovic et al. (2016).

A partir da análise de conteúdo, Demajorovic et al. (2016) concluíram que o Brasil irá enfrentar um longo caminho para a implantação efetiva da logística reversa e deverá criar uma metodologia própria e diferente do que vem sendo praticado no âmbito internacional.

A Associação Brasileira de Desenvolvimento da Indústria (ABDI) fez um estudo sobre a viabilidade técnica e econômica da logística reversa no Brasil, com o objetivo de subsidiar o grupo de trabalho na formulação do acordo em relação aos eletroeletrônicos (ABDI, 2013). Esse grupo foi criado a partir da regulamentação da PNRS, por meio do Comitê Orientador destinado à implantação da logística reversa, que teve sua relevância destacada.

Em 2013, o Comitê Orientador, a partir de uma estrutura organizacional para a realização do estudo (Figura 16), definiu prioritariamente cinco grupos de tipologias de resíduos para discussão, dentre eles os REEE, e iniciaram as devidas negociações (SINIR, 2018).

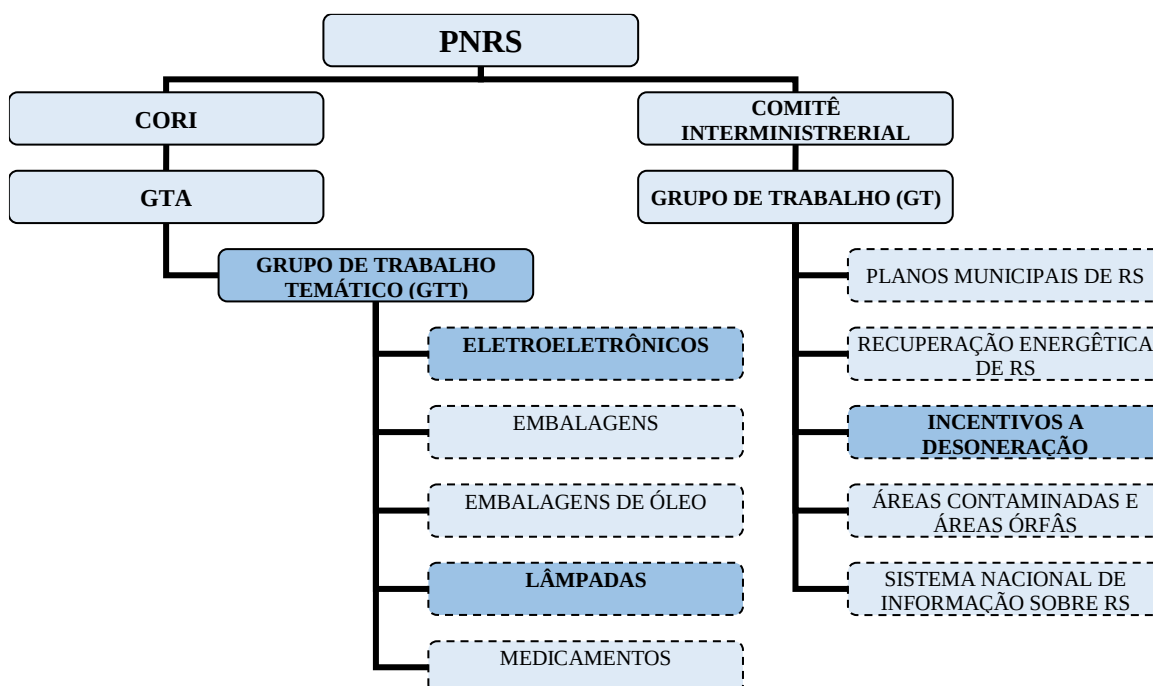


**FIGURA 16: Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS (2010).**

Fonte: ABDI (2013).

De acordo com o SINIR (2018), até abril de 2018 estavam pendentes, dentro os cinco materiais previstos para discussão, os acordos setoriais para os medicamentos e os REEE, conforme apresentado na Tabela 10.

Cabe ressaltar que para os itens de iluminação o acordo assinado foi publicado em março de 2015, e firmado entre a União, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e as empresas signatárias anuentes da Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação (ABILUMI) e a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX). Os termos desse acordo preveem um prazo de cinco anos para a implementação da logística reversa

de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e de luz mista. Em seu planejamento ficou definido como seria a distribuição progressiva dos pontos de coleta em todos os municípios brasileiros. A cidade de Belo Horizonte seria contemplada, no primeiro ano, com um número estimado de 14 ecopontos e 31 recipientes coletores (SINIR, 2018).

**TABELA 10:** Situação dos Grupos Técnicos Temáticos e das negociações. Acesso em: 1º abril de 2018.

| Sistemas de Logística Reversa em Implantação                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cadeias                                                                   | Status em 2018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Embalagens plásticas de óleos lubrificantes</b>                        | <u><b>Acordo setorial assinado em 19/12/2012</b></u> e publicado em 07/02/2013. O sistema está dividido em 03 fases: <b>1-</b> implantação do sistema nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste (exceto Piauí e Maranhão) até final de 2016, recolhendo embalagens disponibilizadas pelos postos de serviços e concessionárias de veículos; <b>2-</b> implantação nos anos posteriores do mesmo serviço na Região Centro-Oeste e Norte, incluindo Maranhão e Piauí; <b>3-</b> expansão do sistema para os demais segmentos de comercialização.                                           |
| <b>Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista</b> | <u><b>Acordo setorial assinado em 27/11/2014</b></u> . Publicado em 12/03/2015. Seu objetivo é garantir que a destinação final dos resíduos dessas lâmpadas seja feita de forma ambientalmente adequada e em conformidade com a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Possui uma proposta feita por empresas signatárias de implantação com duração de 5 anos.                                                                                                                                                                                |
| <b>Embalagens em geral</b>                                                | <u><b>Acordo setorial assinado em 25/11/2015</b></u> . Publicado em 27/11/2015. O acordo contempla apoio às cooperativas de catadores de materiais recicláveis e parcerias com o comércio para a instalação de pontos de entrega voluntária. Na fase 1: as ações do sistema se concentrarão nas <b>regiões metropolitanas de Belo Horizonte</b> e nas cidades de Cuiabá, Curitiba, Distrito Federal, Fortaleza, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo; Já na fase 2: estabelecerá metas quantitativas e prevê expansão para outros municípios. |
| <b>Produtos eletroeletrônicos e seus componentes</b>                      | Dez propostas de acordo setorial recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014. Em negociação. Próxima etapa - Consulta Pública.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Descarte de medicamentos</b>                                           | Três propostas de acordo setorial recebidas até abril de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Fonte: SINIR (2018).

Em seu relatório anual, a Abinee (2018) divulgou os trabalhos desenvolvidos em 2017, relacionados à melhoria do setor. Dentre eles, ficaram latentes as discussões sobre os acordos setoriais, que desde 2013 são tratadas, junto com o governo, em busca de soluções para os entraves que ainda inviabilizam a assinatura do documento, cuja expectativa é que ele seja concluído em 2018 (ABINEE, 2018; MMA, 2018; SINIR, 2018). Em 2017, houve alguns avanços evidenciados pela finalização de etapas que estavam sendo trabalhadas ao longo do tempo em que foram iniciadas as discussões pelos grupos:

- Promulgação do Decreto nº 9.177/2017, que assegura a isonomia entre os envolvidos com a logística reversa de EEE, conforme definido no art. 33 da PNRS (BRASIL, 2010), isonomia essa que será aplicada aos signatários e aos não signatários do acordo (BRASIL, 2017).
- Promulgação da Deliberação CORI nº 11/2017, que disciplina a implementação do sistema de logística reversa pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, entre outros.
- Termo de compromisso de eletrônicos no Estado de São Paulo, assinado em outubro de 2017, pela empresa Green Eletron (2018), fundada em 2016 pela Abinee, com o objetivo de implantar a logística reversa de uso doméstico no estado de São Paulo. Esse termo terá vigência de quatro anos, e tem o objetivo de expandir para todo o estado. O mesmo modelo está sendo estudado juntamente com o estado de Minas Gerais, para futura implantação (ABINEE, 2018). A Green Eletron também irá assumir, a partir de 2018, o programa de coleta de pilhas e baterias da Abinee.
- Projeto Descarte Green. Iniciado em maio de 2017, para atender aos descartes domésticos de celulares, *notebooks*, *tablets*, impressoras, cabos e acessórios e outros eletroeletrônicos de pequeno e médio porte. A meta foi implantar 20 ecopontos (pontos de entrega voluntárias) nas cidades-piloto (São Paulo, Sorocaba, Campinas, São José dos Campos, Cotia, Votorantim e Vinhedo). Segundo a Abinee (2018), foram coletadas 6,4 t de REEE ao final de 2017.
- Termo de Compromisso de Pilhas e Baterias no Paraná, assinado em agosto de 2017 entre a Abinee, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sema) do Paraná e a Associação Comercial do Estado (ACP), com vigência de cinco anos, para receber esses materiais de uso doméstico. Esse processo está em negociação também em Pernambuco e em Minas Gerais.
- Intervenção junto à Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), para discutir as novas obrigações da Resolução nº 532/2016 para o transporte de pilhas e baterias de lítio, isoladas ou contidas no produto. Segundo a Abinee (2018), a regulamentação trouxe um

impacto significativo na implementação da logística reversa e, por isso, apresentou as ponderações do setor para a ANTT, que analisa o caso.

- Cartilha Compras Públicas Sustentáveis: cartilha de caráter consultivo para auxiliar o poder público em licitações para impressoras e suprimentos, visando ao ciclo de vida do produto (ABINEE, 2017).

### **3.5.2 A gestão de REEE em Minas Gerais**

O Estado de Minas Gerais produzia, por ano, cerca de 40.000 toneladas de resíduos metálicos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos, segundo o diagnóstico realizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (ROCHA et al., 2009).

Azevedo (2017) estimou a geração de REEE a partir das massas definidas pela FEAM (PINHEIRO et al., 2009) e encontrou valores de geração ainda maiores, considerando os REEE em domicílios dos polos regionais de Minas Gerais e de Belo Horizonte:

- População de Belo Horizonte: 2.375.151,00 habitantes
- PIB (R\$) (x1000) + 58374103,00
- Estimativa de REEE/2010 com o crescimento de 10%/ano em kg = 22.351.599,17

Os instrumentos de gestão para os RS tiveram avanços nos últimos anos, com a promulgação da Lei nº 18.031/2009 – a Política Estadual de Resíduos Sólidos (MINAS GERAIS, 2009). A partir dessa lei, especificou-se o formato de uma gestão setORIZADA para as tipologias de resíduos, com a elaboração de Planos de Gestão para os diversos grupos de resíduos, dentre eles o Plano de Gestão Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (PGIREEE) e o Plano de Gestão Integrada de Pilhas, Baterias e Lâmpadas (PGIPBL).

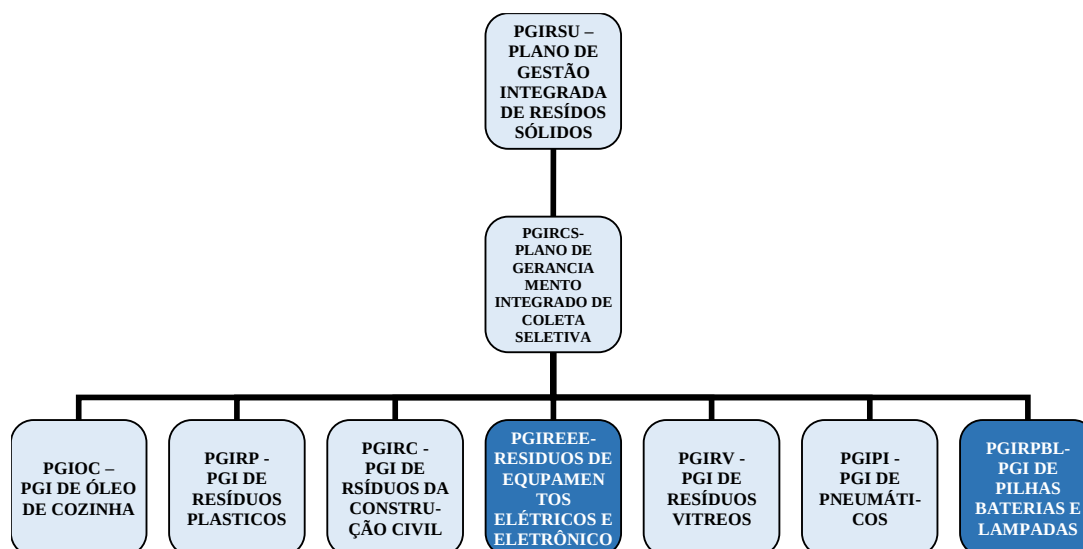


**FIGURA 17:** Planos de gestão de resíduos sólidos em Minas Gerais.

Fonte: elaborada pela autora, a partir de Pinheiro et al. (2009).

Em 2009, Belo Horizonte sediou o primeiro evento sobre o tema *Seminário Internacional sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos*, organizado pelo governo de Minas Gerais, por intermédio da Fundação Estadual do Meio ambiente (FEAM) e do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR), que reuniu especialistas e pesquisadores do Brasil e do mundo para discutir soluções ambientais adequadas para os REEE (ROCHA et al., 2009).

O evento foi um desdobramento das ações do Projeto 3RsPCS – Resíduos Eletroeletrônicos do governo de Minas Gerais. Conforme mencionado, esse projeto foi iniciado em 2007, com a oferta de curso de montagem, manutenção e recondicionamento de computadores ministrado no CMRR, em 2008, e a partir dele levantou-se a problemática da destinação adequada dos REEE. O Projeto 3RsPCS resultou também em um diagnóstico com a estimativa do fluxo de geração de REEE e a elaboração do PGIREEE para o estado de Minas Gerais, todos em 2009 (FEAM, 2018).

No Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (PGIREEE) do estado de Minas Gerais, foi prevista a instalação de “ecopontos”, que representam os coletores, como também de Locais de Entrega Voluntária (LEVs), distribuídos em lugares de circulação para o descarte de REEE, e de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), destinados aos descartes de origem domiciliar e institucional.

Segundo o CMRR, entidade administrada pelo governo do estado de Minas Gerais, existem em Belo Horizonte e nos municípios da região metropolitana sete locais de coleta de lixo eletrônico,

sendo eles nos bairros Esplanada, Horto, Venda Nova e Ipiranga e nas cidades da região metropolitana de Belo Horizonte, Nova Lima, Contagem e Betim. Locais a serem verificados nessa pesquisa.

A FEAM-MG prorrogou, para 30 de novembro de 2017, o prazo para que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos apresentassem as suas propostas para elaboração de acordo setorial. O andamento desses trabalhos não foi divulgado até o final desta pesquisa (04/2018).

O acordo visa à implantação de sistema de logística reversa no estado de Minas Gerais para os produtos eletroeletrônicos domiciliares e seus componentes, cujo funcionamento depende de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 220 V.

Os acordos setoriais e a implantação da logística reversa estão entre os requisitos da PNRS, Lei nº 12.305/2010, e da Deliberação Normativa nº 188/2013, do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam-MG). A implementação do acordo se dará por meio de Termo de Compromisso a ser firmado com o poder público estadual, representado pela FEAM.

Segundo a Gerência de Resíduos Especiais da FEAM, o objetivo do acordo é reunir todos os atores do setor de eletroeletrônicos de uso doméstico para, juntos, encontrarem uma forma de fazer a coleta e dar destinação adequada a esses produtos após o descarte pelo consumidor (FEAM, 2018).

Cabe ressaltar que o estado de Minas Gerais publicou, em setembro de 2017, um edital de chamamento público para que as partes interessadas apresentassem uma modelagem de sistema de logística reversa. Esse chamamento foi prorrogado até novembro de 2017 (FEAM, 2018). Embora o estado também já esteja trabalhando em paralelo para a promoção dos acordos setoriais, esses ainda não teriam sido firmados, apesar de existir a Deliberação Normativa nº 11/2017, do CORI, que já desenhou o micromodelo de implantação da logística reversa para REEEE (FEAM, 2018).

Embora as atividades ocorram na esfera estadual, elas poderão ser norteadoras para as políticas da capital Belo Horizonte. Entretanto, cabe destacar que o município tem autonomia sobre a gestão ambiental de seu território.

### 3.5.3 A gestão de REEE em Belo Horizonte

O estudo proposto foi delimitado no município de Belo Horizonte, inaugurado em 1897 como nova capital de Minas Gerais. Nestes 120 anos, sua população, prevista originalmente para atingir um equilíbrio com 400.000 moradores dentro da chamada Avenida do Contorno, segundo o Censo de 2010 chegava a quase 2.400.000 habitantes (IBGE, 2016). Nos últimos anos, refletindo o *boom* econômico por que passou o País, Belo Horizonte tem experimentado significativa conurbação (com bairros das cidades de Contagem, Nova Lima, Vespasiano e Sabará) e verticalização acentuada de áreas consolidadas, com inevitáveis e graves problemas em muitos aspectos de seu funcionamento. Como centro da administração do Estado, polo econômico (sua região metropolitana, com cerca de 5.500.000 de habitantes, concentra por volta de 40% do PIB estadual (IBGE, 2010)), financeiro e cultural, sua importância é inquestionável (BARROS et al., 2014).

Belo Horizonte possui extensão territorial de 331,4 km<sup>2</sup> e população de 2.502.557 habitantes (IBGE, 2015). A qualidade de vida de sua população é classificada pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) como acima da média brasileira (0,810) (IBGE, 2016), o que se traduz no desenvolvimento de um mercado de consumo com elevado potencial de geração de resíduo.

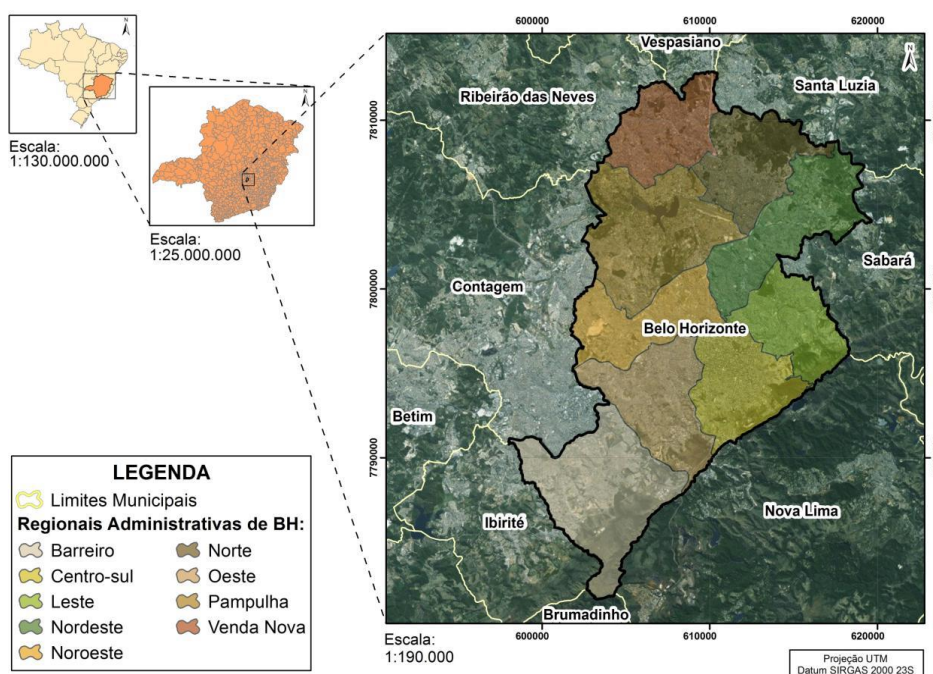


**FIGURA 18:** Delimitação do estudo – Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Fonte: ArcGIS 10.6 da ESRI dados do IBGE (2016).

O comportamento dos consumidores de Belo Horizonte, com domicílios constituídos em até 20 anos, foi estudado durante a pesquisa de Franco (2008), que obteve dados de tempo médio de troca de um a dois anos para telefones, móveis e computadores e de dois a dez anos para a troca de geladeiras e televisores.

Em relação à problemática dos resíduos sólidos (RS), observam-se muitas iniciativas positivas de cunho operacional. Tem-se coleta domiciliar convencional de resíduos domésticos com 91% da população atendida (PMSB, 2016-2019), que são destinados há mais de 20 anos a aterros sanitários (primeiramente, no chamado Centro de Tratamento de Resíduos da BR-040, e depois de 2007 recorre-se a um aterro sanitário particular em Sabará, cidade vizinha).

Por outro lado, uma gestão moderna ainda não se consolidou até meados desta década: a coleta seletiva e a reciclagem são tímidas, o apoio a catadores já foi maior e não há políticas para minimizar a produção de RS (BARROS, 2012).

A gestão de resíduos sólidos de Belo Horizonte é feita pela Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), criada em 1973, sob a forma jurídica de autarquia municipal, que é responsável pela elaboração, pelo controle e pela execução de programas e atividades voltados para a limpeza urbana de Belo Horizonte.

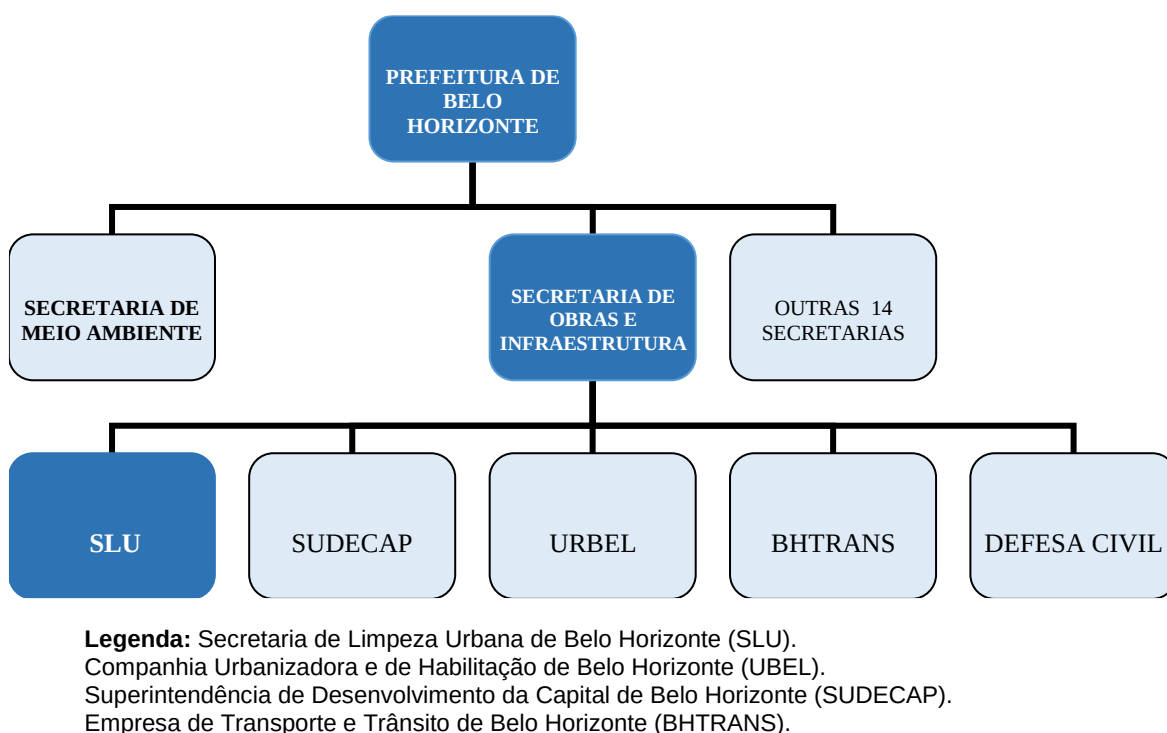


**FIGURA 19:** Organograma da Secretaria de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte.  
Fonte: elaborada pela autora, a partir de PBH (2018).

As atividades de limpeza urbana executadas pela SLU consistem na prestação de serviços de coleta domiciliar de lixo, na varrição, na capina, no aterramento de resíduos, na coleta seletiva, na reciclagem de entulho, na compostagem, entre outros (BELO HORIZONTE, 2016).

Por dia, são recolhidas em Belo Horizonte cerca de 2.200 toneladas de resíduos da coleta domiciliar (cidade formal e de vilas e aglomerados urbanos), cerca de 300 toneladas de deposições clandestinas e cerca de 18 toneladas de materiais recicláveis (BELO HORIZONTE, 2016).

Constata-se que a gestão de resíduos sólidos no município tem evoluído: no início, com a mera deposição dos resíduos a céu aberto e sua queima; posteriormente, com a introdução de bioestabilizadores e do recurso de aterro então controlado; e mais recentemente, com a compostagem *windrow* (modo artesanal) dos resíduos orgânicos de alguns estabelecimentos comerciais (sacolões, feiras e supermercados), a coleta seletiva, as estações de reciclagem de entulhos, o estabelecimento de Locais de Entrega Voluntária (LEV) e das Unidades de Recebimentos de Pequenos volumes (URPVs), e com a implantação de aterro sanitário (BARROS et al., 2014). O aterro sanitário, fechado em 2007 e desde então em processo de remediação, abriga em sua área uma estação de transbordo, uma unidade de reciclagem de resíduo de construção civil (RCC), um pátio de compostagem, além de outras instalações ligadas aos RS (garagem e oficinas).

As URPVs são equipamentos públicos destinados ao recebimento de materiais que não são recolhidos pelos serviços de coleta domiciliar, dentre eles pneus, entulhos, colchões, entre outros, com o limite máximo de 1 m<sup>3</sup>/pessoa/dia (BARROS, 2012). Embora expressamente não receba REEE, na prática a população deixa no aterro, ou informalmente são recebidos eletrodomésticos de pequeno e grande portes (Figura 20).



**FIGURA 20:** Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV – Bairro São Paulo).  
Fonte: dados de pesquisa (abril/2018).

Segundo o portal da SLU/Prefeitura de BH, em 2013-2015 havia 34 URPVs (embora em alguns momentos falava-se em 32 (PBH, 2018), não sendo possível determinar a razão para essa diferença), distribuídas de modo desigual pelas nove regionais administrativas da cidade (Tabela 11).

**TABELA 11:** Dados gerais sobre as URPV, por regional administrativa de Belo Horizonte.

| Regional   | População Estimada* | Nº de URPV | Habit./ URPV | Horário de Funcionamento | Dias de Funcionamento |
|------------|---------------------|------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| Barreiro   | 282.552             | 6          | 47.092       | 7h30 – 17h30             | 2ª – sábado           |
| Centro-sul | 272.285             | 2          | 136.142      | 8 – 17 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-12)  |
| Leste      | 249.273             | 1          | 249.273      | 7h30 – 17h20             | 2ª – sábado           |
| Nordeste   | 291.110             | 3          | 97.037       | 8 – 17 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-12)  |
| Noroeste   | 331.362             | 2          | 165.681      | 8 – 16 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-12)  |
| Norte      | 212.953             | 4          | 53.238       | 8 – 17 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-12)  |
| Oeste      | 286.118             | 4          | 71.529       | 8 – 17h20                | 2ª – sábado           |
| Pampulha   | 187.315             | 6          | 31.219       | 8 – 18 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-16)  |
| V. Nova    | 262.183             | 4          | 65.546       | 8 – 17 horas             | 2ª – 6ª (sáb.: 8-16)  |
| Total      | 2.375.151           | 32         | 74.223**     | -                        | -                     |

\* Censo 2010 (portal PBH); \*\* média.

Fonte: Pinto e González (2005).

As características da URPVs não são uniformes, como também variam suas condições de operação (Tabela 12).

**TABELA 12:** Normas de uma URPV

| Recebe                                             | Não Recebe                                                        | Norma de Funcionamento                                                                                             |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Entulho (tijolo, telha, concreto, azulejo, etc.) | - Restos de alimentos                                             | - É recebido até 1 m <sup>3</sup> por descarga/dia.                                                                |
| - Terra limpa                                      | - Lixo doméstico                                                  | - Veículos leves podem realizar uma descarga por gerador/dia.                                                      |
| - Podas                                            | - Animais mortos                                                  | - Os resíduos devem ser descarregados pelo transportador, por tipo de material, nos locais indicados pelo operador |
| - Pneus (2 por gerador/dia)                        | - Resíduos líquidos e pastosos (óleo, lama, ácidos, graxas, etc.) | - São expressamente proibidas a entrada de menores de idade e a permanência de pessoas estranhas na unidade.       |
| - Madeiras                                         | - Resíduos de estabelecimentos de saúde e farmácias               |                                                                                                                    |
| - Objetos volumosos (móveis, por exemplo)          | - Resíduos de pequenas fábricas                                   |                                                                                                                    |
|                                                    | - Carcaças e partes de veículos                                   |                                                                                                                    |
|                                                    | - <b><u>Eletrodomésticos;</u></b>                                 |                                                                                                                    |
|                                                    | - Resíduos tóxicos em geral.                                      |                                                                                                                    |

Fonte: elaborada a partir de PBH (2018).

Pinto e González (2005) recomendam que, em relação à localização e à distribuição desses pontos no perímetro urbano, devem ser considerados os fatores: a capacidade de deslocamento dos pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 e 2,5 km; a altimetria da região, para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes com os veículos carregados para realizar o descarte dos resíduos; e as barreiras naturais, que dificultam o acesso aos pontos de entrega.

A Figura 21 apresenta a distribuição espacial das URPVs segundo Barros et.al. (2014).

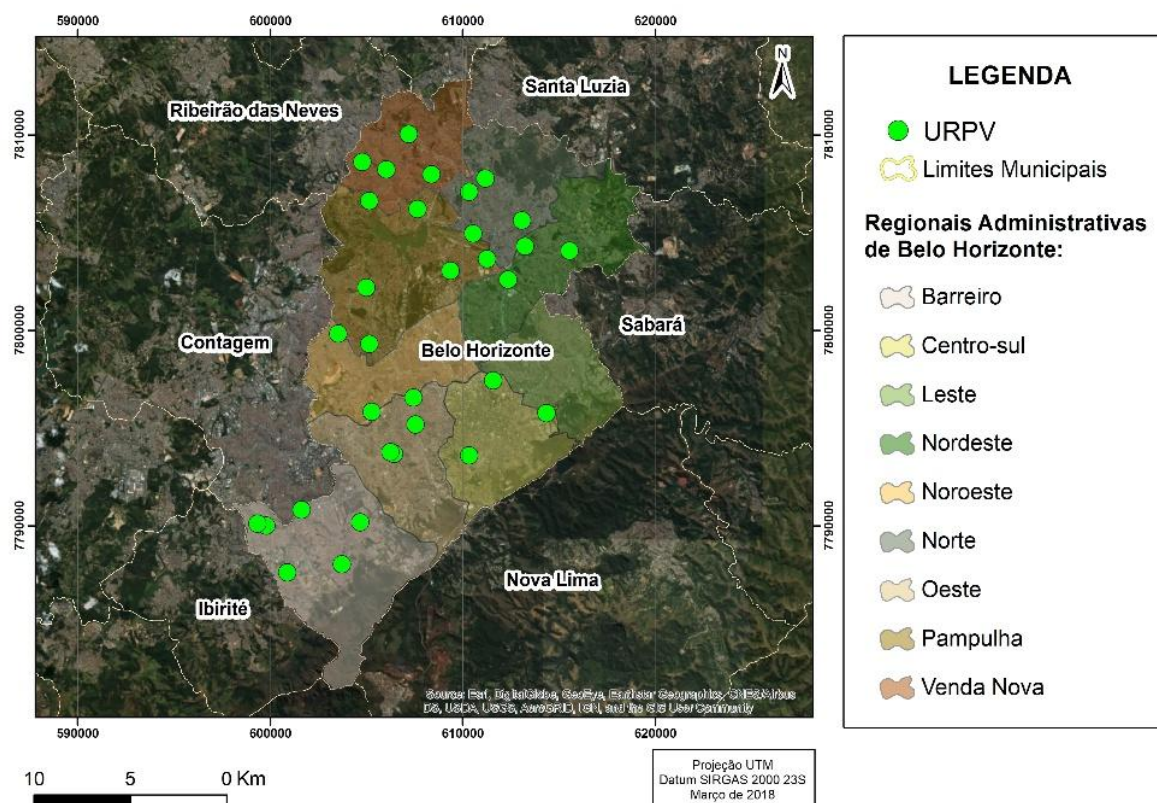


**FIGURA 21:** Distribuição regional das URPVs de Belo Horizonte.  
 Fonte: elaborada pela autora a partir de dados da PBH (2018).

Muito embora haja orientação para o funcionamento e as regras de descarte nas URPVs, são comuns os descartes de REEE dentro das unidades, ou, então, a população deixa do lado de fora, na porta das unidades (Figura 22). Também existe situação que a própria identificação do local descreve que recebe eletrodomésticos apesar de formalmente não receber (Figuras 23).



**FIGURA 22:** Lâmpadas fluorescentes, que contêm mercúrio, substância perigosa para a saúde, descartadas irregularmente no portão principal da URPV do Horto.

Foto: Paulo Filgueiras/EM/D.A PRESS. Data da publicação: 23/02/2018.

Fonte: disponível em: <em.com.br><sup>8</sup>.

| NORMAS DE FUNCIONAMENTO:                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Recebemos até 2m³ por descarga por dia;<br>2 - Veículos leves: uma descarga por dia;<br>3 - Os resíduos devem ser descarregados pelo transportador, por tipo de material, nos locais indicados pelo operador.<br>4 - Proibida a permanência de pessoas estranhas na unidade.       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| RECEBEMOS GRATUITAMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                | NÃO RECEBEMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entulho (Tijolo, telha, concreto, azulejo, etc)</li> <li>- Terra Limpa</li> <li>- Podas</li> <li>- Pneus (2 por gerador)</li> <li>- Madeiras</li> <li>- Metais</li> <li>- <b>Objetos Volumosos (móveis, eletrodomésticos, etc)</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Restos de Alimentos</li> <li>- Lixo doméstico</li> <li>- Animais Mortos</li> <li>- Resíduos Líquidos e Pastosos (óleo, lama, ácidos, graxas, etc)</li> <li>- Resíduos de estabelecimentos de saúde e farmácias</li> <li>- Resíduos de pequenas fábricas</li> </ul> |

**FIGURA 23:** Placa indicado que recebe eletrodomésticos apesar de não receber formalmente URPV Zumbi

Fonte: dados de pesquisa (set. 2015).

<sup>8</sup> Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/23/interna\\_gerais,939624/populacao-despeja-lixo-na-porta-de-unidades-que-recebem-entulho.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/23/interna_gerais,939624/populacao-despeja-lixo-na-porta-de-unidades-que-recebem-entulho.shtml). Acesso em: 31 mar. 3/2018.



**FIGURA 24: Materiais da linha marrom na URPV Zumbi.**

Fonte: dados de pesquisa (set. 2015).

Os LEVs são conjuntos de *containers* distribuídos pelas regionais do município, a fim de fomentar a coleta seletiva proativa (BARROS, 2012). Na sua maioria, eles são destinados à coleta de plástico, papel, metais e vidro, mas ocorrem, eventualmente, campanhas destinadas à coleta de REEE, instalando-se *containers* temporários e pontos de LEVs da cidade (BARROS, 2012; PBH, 2015).



**FIGURA 25: LEVs de Belo Horizonte (Parque Renato Azeredo-Palmares).**

Fonte: dados de pesquisa (abril/2015)



**FIGURA 26: LEVs de Belo Horizonte (dentro de uma URPV São José).**

Fonte: dados de pesquisa (set./2015)

Conforme mencionado, no *site* da prefeitura estão definidos os critérios de recebimento dos resíduos nas URPVs e no LEVs, e nesses não estão incluídos o recebimento oficial de REEE.

Uma das proposições do Plano de Gerenciamento Integrado de REEE (PINHEIRO et al., 2009) foi colocar a necessidade de definir uma estrutura de coleta e armazenamento de REEE, criando-se ecopontos para recebimento/coleta como elo principal para o sucesso do PGIREEE. Portanto, propôs-se que as URPVs e os LEVs fossem utilizados para essa finalidade, inserindo-se nesses locais os coletores exclusivos para os REEE.

#### Geração e fluxo de REEE em Belo Horizonte segundo a literatura

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) possui significativa participação relativa nos totais de REEE gerados no estado. No diagnóstico realizado, ela foi responsável pela geração de 29% (19.700 toneladas) do volume de REEE no Estado, em 2009 (PINHEIRO et al., 2009).

Embora essa participação relativa seja semelhante àquela estimada para 2020, verifica-se que o valor absoluto será 30 vezes maior (FRANCO, 2008; BARROS, 2012; PINHEIRO et al., 2009), considerando-se que a média de geração *per capita* anual, calculada para a RMBH no período compreendido entre 2001 e 2030, é de 3,7 kg/habitante, quantidade superior às médias nacional e estadual, estimadas em 3,4 kg/habitante e 3,3 kg/habitante, respectivamente (PINHEIRO et al., 2009). Deve ser ressaltado que a média do maior gerador mundial *per capita* de REEE, a Alemanha, é de 21,6 kg/hab por ano (BALDÉ et al., 2017). Ressalta-se que existe uma dificuldade de se comparar as diferentes fontes de dados numéricos seja por razão de

diferentes critérios adotados pelos autores e diferentes datas em que os dados foram estimados ou calculados.

**TABELA 13:** Diagnóstico da geração de REEE no Brasil, em Minas Gerais e em Belo Horizonte.

| Local        | Todos os REEE Pesquisados |                            |                                                 | TICC                  |                            |                                                 |
|--------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|
|              | Geração Atual (t/ano)     | Per Capita Média (kg/hab.) | Acumulado de 2001 a 2020 (milhões de toneladas) | Geração Atual (t/ano) | Per Capita Média (kg/hab.) | Acumulado de 2001 a 2020 (milhões de toneladas) |
| Brasil       | 678.960                   | 3,4                        | 22,4                                            | 202.450               | 1,0                        | 6,6                                             |
| Minas Gerais | 68.633                    | 3,3                        | 2,2                                             | 21.240                | 1,0                        | 677                                             |
| RMBH         | 19.700                    | 3,7                        | 625,0                                           | 6.230                 | 1,1                        | 194                                             |

Fonte: Pinheiro et al. (2009).

Os REEE gerados em Belo Horizonte, onde se observa um aumento exponencial de consumo da população, inspiram preocupações no que se refere aos procedimentos de tratamento e disposição final dos resíduos (BARROS, 2012).

**TABELA 14:** Características dos REEE de Belo Horizonte.

| Características                  | Equipamentos |          |           |            |          |
|----------------------------------|--------------|----------|-----------|------------|----------|
|                                  | Refrigerador | Freezer  | Televisor | Computador | Celular  |
| Vida útil (anos)                 | 15           | 15       | 13        | 5          | 2        |
| Peso médio (kg)                  | 53,00        | 53,00    | 25,00     | 22,00      | 0,10     |
| Quant. aparelhos (milhões)       | 1,44         | 0,22     | 1,50      | 0,48       | 3,01     |
| Relação de domicílios (%)        | 97,00        | 14,00    | 97,00     | 32,00      |          |
| REEE gerados (t)                 | 87,98        | 87,98    | 37,50     | 10,56      | 301,00   |
| Ano provável de fim da vida útil | 2.023,00     | 2.023,00 | 2.021,00  | 2.013,00   | 2.012,00 |

Fonte: Barros (2012, p. 385).

Ainda considerando os tipos de REEE caracterizados, Franco e Lange (2011), em um estudo realizado em Belo Horizonte, concluíram que as iniciativas de gerenciamento existentes são oriundas do setor privado e aplicadas somente a equipamentos de informática e telefonia móvel, e que os demais REEE são manipulados sem as devidas precauções com a segurança e com a saúde do trabalhador, o que agrava o problema de valorização dos REEE, fazendo com que eles sejam descartados de forma incorreta no meio ambiente.

O estudo de Franco e Lange (2011) tinha como objetivo determinar o fluxo dos REEE na cidade de Belo Horizonte. Os autores constataram um potencial de geração de 153 mil toneladas de resíduos entre 2008 e 2023 e que os trabalhos existentes naquele ano de pesquisa (2008) estavam focados em sistemas privados e, especificamente, nos materiais relacionados com equipamentos de informática e telefonia móvel. Em sua pesquisa, eles apresentaram um fluxo não formal de REEE (Figura 27).

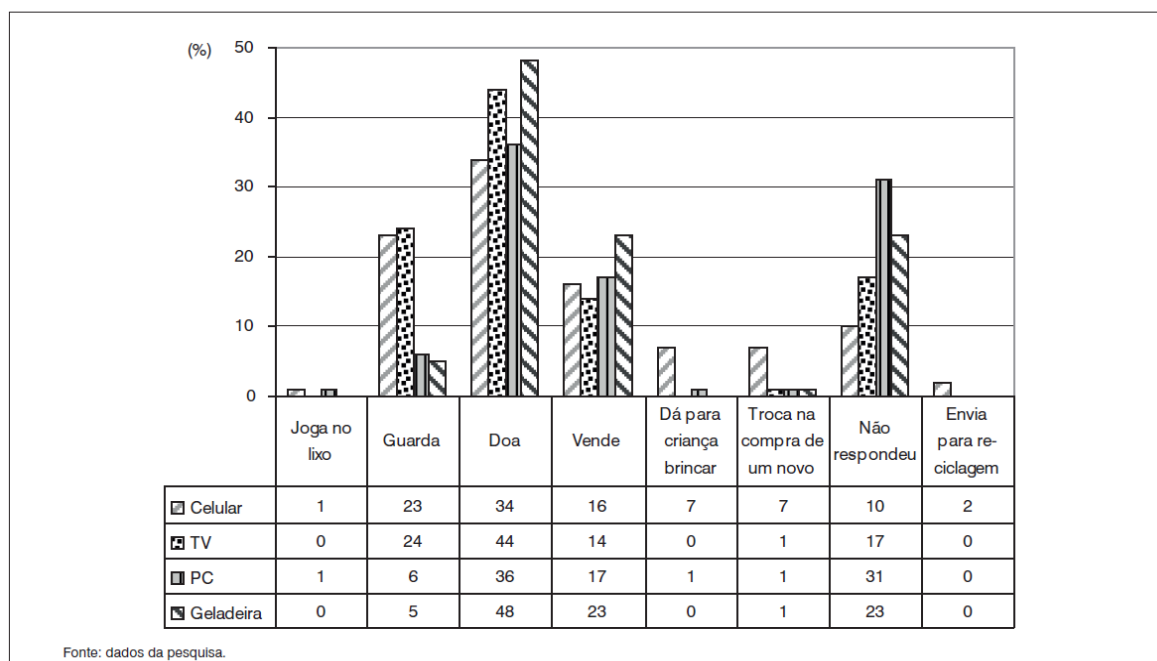


**FIGURA 27:** Destino dado aos aparelhos eletrodomésticos ao final da primeira vida útil. Fonte: Franco e Lange (2011).

O trabalho de Franco (2008), publicado por Franco e Lange (2011), resultou em um Protocolo de Referência para a Gestão de REEE no município de Belo Horizonte, que foi a principal referência para a elaboração dos documentos no Estado de Minas Gerais (Diagnóstico e PGIREEE, 2009, e PERS, 2009). Apenas mais um trabalho sobre o tema foi elaborado por Couto (2016), que avaliou a Gestão da Cadeia Pós-Consumo dos Aparelhos Celulares de Belo Horizonte.

Couto (2016) registrou, em entrevista qualitativa, o apontamento da tendência do crescimento do mercado de reciclagem de REEE e da comercialização de seus componentes no município de Belo Horizonte e nas cidades adjacentes (Figura 28).

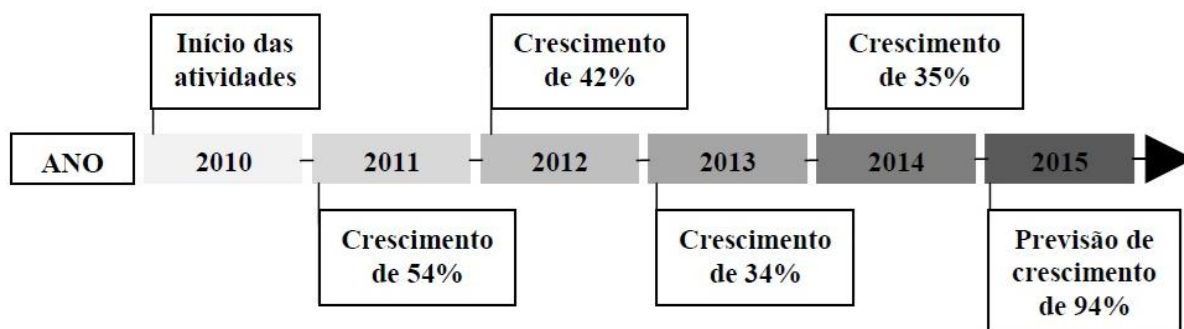


**FIGURA 28:** Fluxo do crescimento do mercado da filial de Betim, nos últimos anos.  
Fonte: Couto (2016).

Duas empresas de reciclagem foram instaladas estrategicamente na região metropolitana, para receber algumas tipologias de REEE geradas em Belo Horizonte. No entanto, essas tipologias se restringem aos materiais que possuem valor mercadológico, como as placas de circuitos, os equipamentos de informática e de telecomunicação, os computadores e os aparelhos celulares (COUTO, 2016), sendo a coleta focada em pontos estratégicos localizados em empresas privadas.

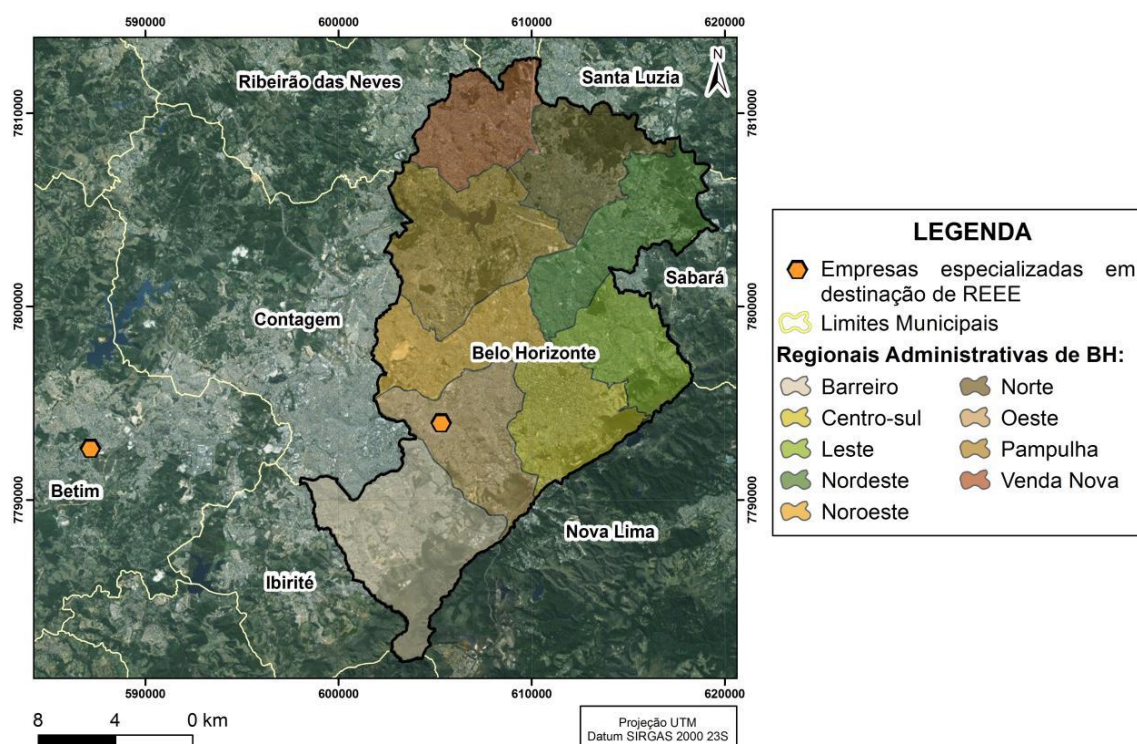


**FIGURA 29:** Distribuição das empresas especializadas em destinação de REEE em Belo Horizonte e região.

Fonte: IBGE (2016) e Couto (2016).

sete trabalham com a separação de REEE (COUTO, 2016). Os destinos são revendas para empresas privadas.

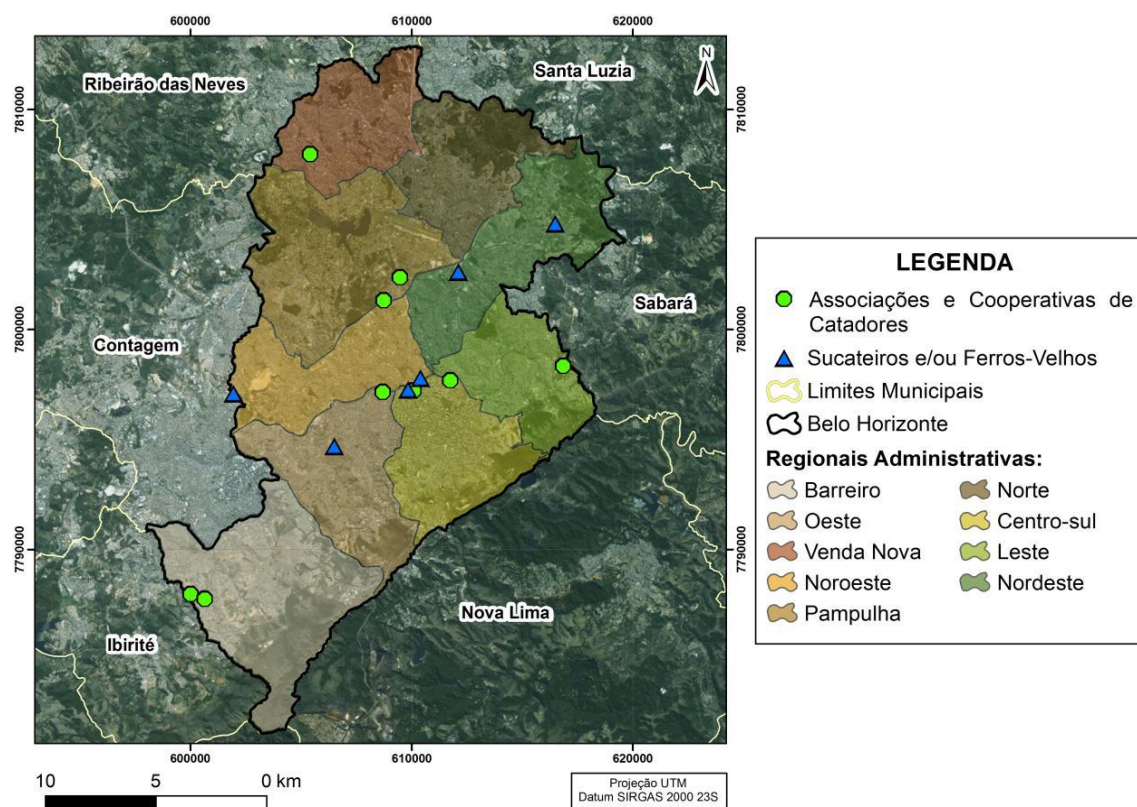


**FIGURA 30:** Distribuição das associações e cooperativas de catadores, sucateiros e/ou ferros-velhos em Belo Horizonte e região.

Fonte: IBGE (2016) e Couto (2016).

Embora haja uma participação dos atores sociais, ainda não mensurada, nem tão pouco formalizada, observa-se nas pesquisas de Franco e Lange (2011) e de Couto (2016) que a maior participação nesse mercado de resíduos reversos é do setor privado, sem relação direta com a fabricação, importação ou revenda desses produtos. Desse modo, não foi identificada a participação dos atores sociais priorizados na PNRS, e nem a participação dos atores que deveriam ter a responsabilidade compartilhada nessa cadeia.

### Políticas públicas existentes para os resíduos sólidos de Belo Horizonte

O Plano Municipal de Saneamento (PMS-BH) de Belo Horizonte, institucionalizado pela sanção da Lei nº 8.260 (2001), é um instrumento do sistema de saneamento do município onde estão definidas as prioridades e as estratégias para investimento em seu período de vigência. O PMS-BH (2016) abrange o período entre 2016 e 2019 e prevê ações para o diagnóstico e a gestão de resíduos sólidos de Belo Horizonte. Muito embora o plano já tenha abrangência para

os resíduos especiais, como os da construção civil, os resíduos da coleta seletiva, a compostagem e os pneus, não considerou a gestão de REEE na sua plataforma de resíduos especiais.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH, 2017), principal e mais recente instrumento de planejamento municipal em relação à gestão dos resíduos sólidos, apresenta em sua primeira parte o resultado de um diagnóstico realizado no município que aponta as lacunas existentes para os resíduos reversos, que incluem: as lâmpadas (fluorescentes, de vapor de sódio, de vapor de mercúrio e luz mista), as pilhas e os demais REEE e, também, para os produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Dentre as lacunas apresentadas pelo diagnóstico no PMGIRS-BH (2017) estão:

- a indefinição do papel do município quanto à gestão dos resíduos reversos;
- a conscientização da população quanto à sua responsabilidade em relação aos resíduos reversos;
- a deficiência na fiscalização dos responsáveis pela implantação dos sistemas reversos no âmbito municipal; e
- o não ressarcimento do poder público pelos serviços prestados.

Na sequência, o PMGIRS-BH (2017) incorpora a etapa de planejamento e um plano de ação para implementação das proposições. Dentre as prioridades estão inseridos os denominados “resíduos reversos”, ou seja, aqueles que compõem o grupo de resíduos que estão definidos na PNRS (2010) para serem destinados dentro da logística reversa. No entanto, os REEE não foram descritos expressamente, nem ao menos mencionados.

Inicialmente, foi mencionado que os resíduos que deveriam ser tratados seriam os vidros e os pneus (PMGIRS-BH, 2017), como também a logística de embalagens, baseando-se no acordo setorial assinado em nível federal, que incluem papel, papelão, plástico, alumínio, aço e cartonados. Para esse último caso (as embalagens), foram estabelecidas ações de implantação dentro do PMGIRS-BH (2017). Para as ações propostas para a implantação da gestão reversa das embalagens, foram apresentadas também estratégias que serão estendidas para preencher, futuramente, as lacunas dos demais resíduos reversos, pressupondo-se que os REEE estejam entre esses.

**TABELA 15:** Proposições para os resíduos reversos.

| Diretrizes                                | Estratégias                                                                                     | objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Melhoria da gestão dos resíduos           | 1 - otimização do controle do fluxo de resíduos                                                 | Adequação e ampliação da capacidade produtiva das cooperativas nas cidades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                           | 2 - Exigência do cumprimento dos requisitos legais e normativos                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Redução dos resíduos dispostos em aterros | 3 - melhoria na destinação dos resíduos e ampliação do aproveitamento / reciclagem dos resíduos | Compra direta ou indireta, a preço de mercado, por meio de comércio atacadista de recicláveis e/ou das recicladoras, das embalagens triadas pelas cooperativas, centrais de triagem ou unidades equivalentes, ou ainda pelos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, respeitando critérios de localização, volume, qualidade e capacidade instalada das empresas envolvidas no processo de reciclagem, em todas as etapas. |

Fonte: adaptada de PMGIRS-BH (2017).

Dentro de suas proposições para o preenchimento das lacunas no PMGIRS-BH (2017), está prevista a necessidade de definição dos pontos de recebimento de embalagens, de responsabilidade dos fabricantes, distribuidores e comerciantes. Apesar do acordo setorial para as lâmpadas também já estar assinado desde 2014 (no âmbito federal), o PMGIRS-BH (2017) concentrou ações na implementação dos acordos para as embalagens e colocou os demais resíduos reversos (incluindo lâmpadas) para metas futuras, sem um detalhamento de como seria a gestão dos resíduos reversos de REEE. Portanto, a gestão de REEE não entrou nas prioridades do município quanto ao planejamento de políticas públicas.

A ampliação da coleta seletiva e a ampliação e reestruturação das URPVs e dos LEVs foram pontos de relevância para o próximo passo quanto à gestão de REEE. O plano prevê metas que vão de emergenciais (2018), de curto prazo (até 2021), de médio prazo (até 2026), até as de longo prazo (2036), ou seja, serão ainda 18 anos sem previsão sobre como será a gestão de REEE em Belo Horizonte, caso não seja elaborado um novo instrumento dentro desse período.

Assis (2012) ressaltou que a gestão de resíduos sólidos urbanos é um processo dinâmico, em que as soluções alternativas devem estar acompanhadas de atitudes e hábitos, e que o sucesso de um programa de gestão está diretamente associado à integração do poder público e à participação da sociedade, em seus vários segmentos. Apenas a elaboração e o planejamento pelo poder público, apesar de importante, não são suficientes. Essa medida deve vir acompanhada da participação social e da implementação daquilo que foi planejado.

Alves et.al. (2016) destacam que houve um avanço nos termos legais mas é preciso promover a operacionalização a partir dos Planos Municipais, uma vez que o município deve ser o motivador desse processo com o envolvimento dos consumidores e a participação daqueles que possuem responsabilidade compartilhada.

Alguns trabalhos avançam na esfera estadual, por meio do órgão ambiental de Minas Gerais (FEAM, 2018), e em algumas situações contemplam o município de Belo Horizonte. Deve ser ressaltado que a FEAM atua nos municípios que não possuem autonomia sobre a gestão ambiental, e que Belo Horizonte tem a sua própria gestão e autonomia.

Em *sites* de empresas privadas e associações, foram localizados pontos de coleta de REEE realizada pela iniciativa privada. Uma associação sem fins lucrativos, dedicada à reciclagem desde 1992, é mantida por empresas privadas de diversos setores. O Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE) possui uma plataforma *online*, que apresenta dados/comtatos de cooperativas, sucateiros, recicladoras, máquinas e equipamentos, mercado e eletroeletrônicos (CEMPRE, 2018). Muito embora a plataforma para a inserção de dados sobre Belo Horizonte esteja estruturada no *site*, nos campos de “serviço eletroeletrônico” de lâmpadas e de baterias ainda não há cadastros e dados sobre REEE até o final do ano de 2017. Outros pontos não listados na *web* foram acrescentados, como administração de shoppings de Belo Horizonte e lojas de EEE.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa consistiu em um estudo de caso, realizado em Belo Horizonte, com enfoque na etapa de coleta de REEE, incluindo-se lâmpadas de vapor de mercúrio, pilhas e baterias. O estudo de caso é uma estratégia usada quando o foco da pesquisa está inserido em um contexto de vida real, preservando as características do evento estudado (YIN, 2001). Foi uma pesquisa exploratória na medida em que o tema de REEE foi abordado nos seus diversos contextos, para dar familiaridade ao leitor e ao próprio pesquisador. Ela é descritiva, quando apresenta os dados levantados em campo, sistematicamente tratados sem a interferência da autora (ANDRADE, 2004). Com uma abordagem aplicada, utilizou-se a técnica quantitativa descritiva para elaborar o inventário, por meio de consulta bibliográfica e em *sites* oficiais acadêmicos, institucionais e empresariais, que foram norteadores da definição do método da coleta de dados de campo, do

tratamento dos dados e da discussão dos resultados. O estudo foi proposto para ser realizado em quatro fases, conforme o delineamento metodológico a seguir.

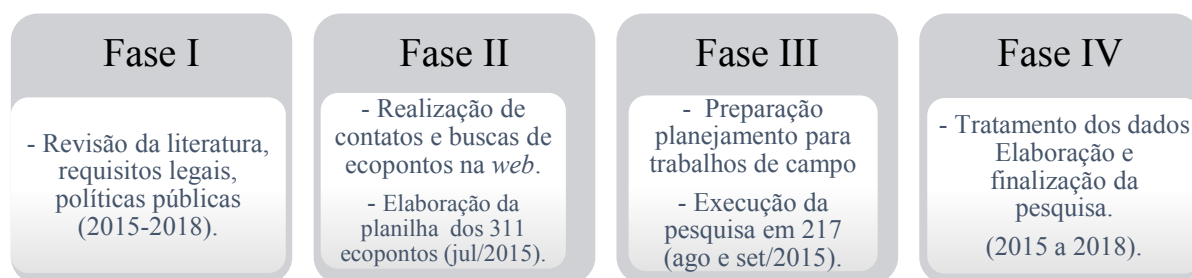


**FIGURA 31:** Esquema metodológico das fases da pesquisa.

Fonte: elaborada pela autora.

Para obter informações sobre os locais de coleta de REEE, foi aplicada também a técnica *snowball* (bola de neve), em que por meio das relações profissionais (*networking*) da pesquisadora e do orientador da pesquisa, as pessoas envolvidas com a gestão de resíduos sólidos e as políticas públicas foram contatadas. Dessa técnica resultou o norteamento para a busca de dados que não estão formalizados em *sites* eletrônicos, além dos dados formalizados. Também resultou no alcance de documentos e registros de discussões, por exemplo, os registros do Fórum Internacional de REEE, ocorrido em Belo Horizonte, em 2009.

Baldin e Munhoz (2011) ressaltaram que a vantagem desse método que utiliza uma rede social específica é que ele favorece a identificação desse membro por outros da mesma rede de relações, sendo um fator relevante para a aproximação do pesquisador com os atores envolvidos em seu objeto de pesquisa. É um método de amostragem não probabilística, que pode ajudar a encontrar novas fontes de informações (GODOI; MATTOS, 2010).

Ressalta-se que inicialmente pretendia-se fazer uma coleta de dados qualitativos, seguida de análise de conteúdo. A metodologia qualitativa passou por submissão durante seis meses (Protocolo nº 112421/2015 e data do pedido: 04/08/2015) e foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (Processo nº 50720015.5.0000.5149 e data da resposta: 25/02/2016) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). No entanto, à medida que a pesquisa avançou, percebeu-se que havia uma escassez de informações, e que elas eram de baixa confiabilidade para uma pesquisa qualitativa, seja por desconhecimento das pessoas que estavam responsáveis pelos ecopontos, seja pela falta de interesse de representantes dos locais em responder as questões, ou, até mesmo, em alguns pontos (especialmente os privados). Em algumas situações a orientação interna nos locais onde havia ecopontos foi de não disponibilizar informações para a

pesquisa. Ao identificar, logo no início, que as respostas alcançariam uma rápida saturação em virtude da repetição de respostas sem informações, o questionário precisou ser substituído por um roteiro mais objetivo, para a caracterização dos dados. Mesmo assim, nem todos os campos puderam ser preenchidos, devido à dificuldade de informações nos pontos de recebimento dos REEE.

Desse modo, a pesquisa teve uma reorientação dos seus objetivos e dos métodos, restringindo-se a uma pesquisa quantitativa, muito embora tenha sido guiada por um roteiro semiestruturado para obtenção de informações e caracterização dos ecopontos.

#### **4.1 Fase I – Pesquisa documental e bibliográfica (julho a dezembro de 2015, janeiro-julho/2016 e janeiro a abril de 2018)**

Essa fase iniciou-se com o levantamento de dados secundários obtidos de periódicos registrados no portal da Capes, de *sites* dos órgãos ambientais nacionais e internacionais, de *sites* de instituições com *expertise* e pesquisas em REEE, de requisitos legais, de livros, de relatórios de desempenho, de normas técnicas e de políticas públicas sobre o tema, além de contato com especialistas envolvidos com a área de gestão de REEE (0 videoconferência, telefone e visita). Alguns contatos resultaram em novos contatos, o que já era esperado em virtude do uso da técnica bola de neve.

Os estudos nessa fase proporcionaram um embasamento para a realização das fases posteriores, norteando os seguintes passos, trazendo uma revisão atualizada da literatura que serviram como pano de fundo para uma reflexão sobre o tema após o tratamento dos dados. Foram registrados no texto 102 referências consultadas entre artigos, relatórios institucionais, livros, teses e dissertações, *sites* de governos e etc dentro de uma pesquisa muito maior que proporcionou a construção do conhecimento sobre o tema de gestão de REEE. Ressalta-se que os relatórios institucionais internacionais e nacionais foram as fontes que mais ofereceram dados sobre os REEE, uma vez que os registros são escassos e as organizações são as que detêm as informações a partir da sua produção de EEE.

Na tabela 16 está apresentado um resumo das principais fontes de pesquisa consultadas para a construção do entendimento sobre a gestão de REEE.

**TABELA 16:** Principais fontes consultadas

| <b>ARTIGOS INTERNACIONAIS</b>                    |                             |                                                      |                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>AUTORES</b>                                   | <b>LOCALIDADE</b>           | <b>INSTITUIÇÃO</b>                                   | <b>TEMA</b>                         |
| Araujo et.al (2012)                              | Brasil                      | <i>Waste Management</i>                              | Estimativa de geração de REEE       |
| Dwinvedy & Mittal (2012)                         | Índia (Nova Delhi)          | <i>Journal of Cleaner Production</i>                 | Investigação sobre o fluxo de REEE. |
| Lepawsky (2012)                                  | Canadá                      | Geoforum                                             | Jurisdição e responsabilidades REEE |
| Corrêa e Xavier (2013)                           | Brazil                      | <i>Journal Operations an Spplly Management</i>       | Logística Reversa                   |
| Lima (2015)                                      | Brasil                      | <i>Latin American Journal of Business Management</i> | Gestão de REEE, LR                  |
| Torres et al (2015)                              | América Latina              | Convenção Latina da Basileia                         | Gestão de REEE                      |
| Dias et al (2017)                                | Brazil                      | <i>Journal of Cleaner Production</i>                 | Gestão de REEE                      |
| Coelho & Lange (2018)                            | Rio de Janeiro              | <i>Resources, Conservation And Recycling</i>         | Soluções para RS e ACV              |
| Heacock et al (2018)                             | EUA                         | Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA              | REEE E Saúde                        |
| <b>RELATÓRIOS INSTITUCIONAIS - INTERNACIONAL</b> |                             |                                                      |                                     |
| <b>AUTORES</b>                                   | <b>LOCALIDADE</b>           | <b>INSTITUIÇÃO</b>                                   | <b>TEMA</b>                         |
| CNPMLTA (2010)                                   | Barranquilla, Bogotá e Cali | EMPA/CNPMLTA                                         | Manejo informal de REEE             |
| Baldé et al (2014)                               | Alemanha, Suíça             | Alemanha (Swico Recycling) UNU                       | Relatório anula de desempenho REEE. |
| Ruscervska et al (2015)                          | Mundial                     | STEP - UNEP- ONU                                     | Waste Crime-Waste risks             |
| Baldé et al (2015)                               | Alemanha, Suíça             | Alemanha (Swico Recycling) UNU                       | Indicadores e resultados REEE       |
| Baldé et al (2017)                               | Alemanha, Suíça             | Alemanha (Swico Recycling) UNU, ITU, ISWA            | Relatório anula de desempenho REEE. |
| Swico (2017)                                     | Mundial e Europa            | Swiss Recycling                                      | Relatório Técnico 2017              |
| <b>ARTIGOS NACIONAIS</b>                         |                             |                                                      |                                     |
| <b>AUTORES</b>                                   | <b>LOCALIDADE</b>           | <b>INSTITUIÇÃO</b>                                   | <b>TEMA</b>                         |
| Leite (1998 <sup>a</sup> )                       | Brasil                      | Rev. Tecnológica                                     | Logística Reversa                   |
| Leite (2005)                                     | Brasil                      | Rev. Eletrônica Gestão Organizacional                | Logística Reversa                   |
| Leite (2009)                                     | Brasil                      | Person Prentice Hall                                 | Logística Reversa                   |
| Franco e Lange (2011)                            | Belo Horizonte              | Engenharia Sanitária e Ambiental                     | Estimativa de Fluxo                 |
| Jardim <i>et al</i> , (2012)                     | Brasil                      |                                                      | Estimativa de Fluxo                 |
| Hernandez et al. (2012);                         | Brasil                      | São Carlos USP                                       | Logística Reversa                   |
| Kobal et al. (2013)                              | Brasil                      | Produto & Produção                                   | Logística Reversa                   |
| Barros et al. (2015)                             | Belo Horizonte              | Congresso Brasileiro (porto Alegre)                  | Fluxo e Gestão de REEE              |
| Rodrigues (2015)                                 | São Paulo                   | Eng. Sanitária e Meio Ambiente                       | Geração de REEE domiciliar          |
| Alves et al. (2016)                              | Brasil (Uberlândia) UFU     | Maringá                                              | Logística reversa e PNRS            |

|                                                         |                   |                         |                                                                   |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Demajorovic et al. (2016)                               | Brasil            | Ambiente e Sociedade    | Logística Reversa de REEE                                         |
| <b>LIVROS NACIONAIS</b>                                 |                   |                         |                                                                   |
| Barros (2012) Livro                                     |                   |                         | Gestão de RS e REEE                                               |
| Miguez (2012) (livro)                                   | Brasil (SP)       | Qualitymark (RJ)        | Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico |
| XAVIER et AL (2014) (LIVRO)                             | BRASIL            | Elsevier (RJ)           | Gestão de Resíduos Electrónicos                                   |
| Godoi et al (2010)                                      | Brasil            | Saraiva                 | Técnica de Pesquisa                                               |
| Tarjra et al (2012)                                     | Brasil            | Actas de Saúde Coletiva | PDCA                                                              |
| <b>PESQUISAS ACADÊMICAS NACIONAIS</b>                   |                   |                         |                                                                   |
| <b>AUTORES</b>                                          | <b>LOCALIDADE</b> | <b>INSTITUIÇÃO</b>      | <b>TEMA</b>                                                       |
| Franco (2008); dissertação                              | Belo Horizonte    | DESA-UFMG               | Protocolo de referencia para gestão de REEE                       |
| Rodrigues (2012) tese                                   | São Paulo         | USP                     | Fluxo de REEE                                                     |
| Assis (2012) tese                                       | Belo Horizonte    | DESA-UFMG               | Gestão de RS em BH                                                |
| Reidler (2012) Tese                                     | São Paulo (USP)   | USP                     | Gestão de REEE na USP                                             |
| Rios (2012) dissertação                                 | Belo Horizonte    | UEMG                    | Design de productos EEE                                           |
| Sant'ana (2014). Dissertação                            | Brasil            | UFLA                    | Gestão de REEE                                                    |
| Castro (2014); tese                                     | Brasil            | São Carlos USP          | Diagnostico REE e LR                                              |
| Macedo (2015) dissertação                               | Belo Horizonte    | DESA-UFMG               | LR de medicamentos                                                |
| Couto (2016) dissertação                                | Belo Horizonte    | DESA-UFMG               | Gestão REEE- Aparelhos Celulares                                  |
| Oliveira (2016)                                         | Brasil            | Guaratinguetá UEP       | Melhoria de REEE no Brasil                                        |
| Azevedo (2017) tese                                     | Brasil            | UFOP                    | Logística Reversa de REEE                                         |
| Couto (2017) tese                                       | Brasil            | DESA-UFMG               | LR de Embalagens                                                  |
| <b>RELATÓRIOS INSTITUCIONAIS E DOCUMENTOS NACIONAIS</b> |                   |                         |                                                                   |
| <b>AUTORES</b>                                          | <b>LOCALIDADE</b> | <b>INSTITUIÇÃO</b>      | <b>TEMA</b>                                                       |
| BANCO SANTANDER (2006)                                  | BRASIL            | SANTANDER               | Programa papa-pilhas                                              |
| <i>Rocha et al (2009) EMPA-FEAM</i>                     | Belo Horizonte    | EMPA/FEAM               | Diagnóstico de REEE                                               |
| Pinheiro et al (2009)                                   | Minas Gerais      | FEAM                    | PGIREEE                                                           |
| Pinheiro et al (2009)                                   | Minas Gerais      | FEAM                    | PGIPBL                                                            |
| ABNT 16.156/2013                                        | BRASIL            | ABNT                    | REEE- Manufatura reversa                                          |
| ABDI (2013)                                             | Brasil            | ABDI                    | Estudo de Viabilidade LR de REEE                                  |
| ABNT 14.001 (2015)                                      | BRASIL            | ABNT                    | SGA - ACV                                                         |
| ABELPRE (2016)                                          | Brasil            | ABELPRE                 | Panorama de RS no Brasil                                          |
| Sebrae (2016)                                           | BRASIL            | Sebrae                  | Relatório - Reciclagem de REEE                                    |
| PBH (2016)                                              | Belo Horizonte    | Prefeitura de BH        | PMSB 2016-2019                                                    |
| BANCO SANTANDER (2016)                                  | BRASIL            | SANTANDER               | Relatório de Sustentabilidade (2016)                              |
| ABINEE (2017)                                           | Brasil            | ABINEE                  | Cartilhas compras sustentáveis                                    |
| PBH (2017)                                              | Belo Horizonte    | Prefeitura de BH        | PMGIRS-BH                                                         |
| ABINEE (2018)                                           | Brasil            | ABINEE                  | Relatório Anual de 2017                                           |

A figura 32 ilustra os principais relatórios e documentos institucionais consultados.

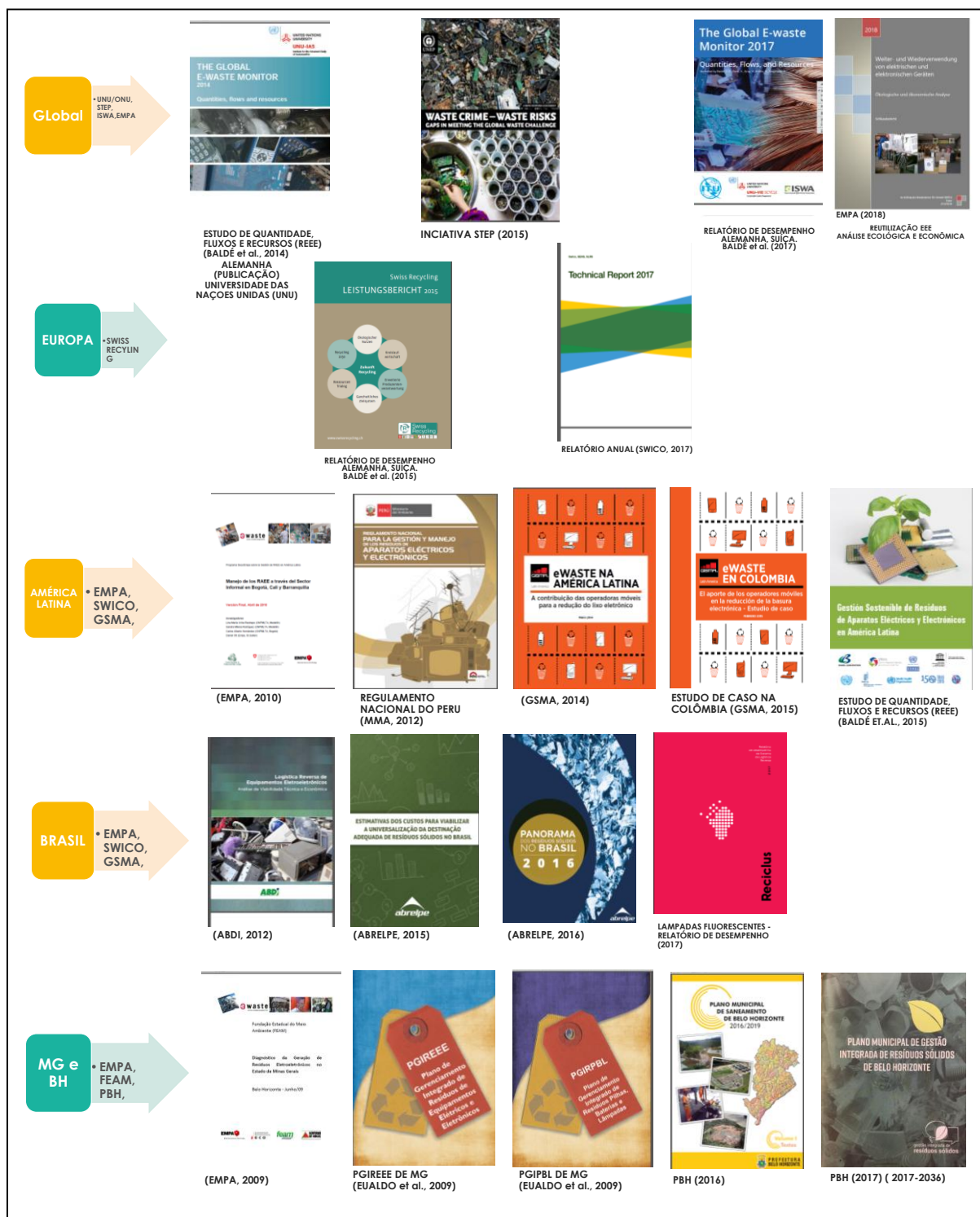


**FIGURA 32:** Relatórios e documentos Institucionais consultados

Fonte: Elaborado pelo autor (ago.-set./2015 e abril /2018)

Durante a consulta bibliográfica observou-se um maior número de documentos técnicos especialmente relatórios de desempenho em relação ao número de artigos sobre o tema. Pode-se observar que esse resultado se deveu pelo fato de que as fontes de dados estão mais restritas à empresa do setor de EEE ou de reciclagem ou Gestão.

É importante explicar que fase iniciou-se no segundo semestre de 2015 quando ocorreu a coleta de dados de campo e foi paralisada entre 2016-2017, tendo sido retomada em janeiro a abril de 2018, quando toda a documentação e fonte de consulta foram revisadas e atualizadas.

#### ***4.2 Fase II – Identificação dos ecopontos no município de Belo Horizonte (julho de 2015)***

Nessa etapa, foi realizado o levantamento de dados iniciais pela *web*, a fim de identificar os pontos de coleta de REEE em Belo Horizonte que foram denominados de ecopontos. O período de levantamento dos endereços dos pontos de coleta foi de um mês (julho de 2015).

A busca para a identificação dos ecopontos contou com a consulta e as informações dos diversos atores envolvidos no processo de logística reversa e de valorização de REEE (fabricantes, comerciantes, empresas recicladoras, etc.) e também com atores da iniciativa pública envolvidos com o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, em Belo Horizonte. Nessa fase, também foi utilizada a técnica bola de neve.

Muitos contatos foram promovidos pelo orientador deste projeto, por meio da sua rede de relacionamento como especialistas e professores, e outros contatos foram realizados por meio de participações passadas e presentes em eventos técnicos sobre os temas relacionados com resíduos sólidos urbanos, industriais e REEE, em Belo Horizonte, pela pesquisadora. Vale ressaltar que em 2009 o município sediou um seminário internacional de REEE, que deixou um legado de materiais e contatos que também contribuíram para a revisão da literatura desta pesquisa. Foi um seminário realizado pelo governo de Minas Gerais, com o objetivo de reunir os diversos setores envolvidos com REEE no Brasil e trazer casos de sucesso internacionais para a troca de experiências.

As buscas de informações sobre localização de ecopontos foram realizadas via telefone, reuniões presenciais e por vídeoconferência com pessoas da área de gestão de resíduos e áreas afins. Na *web* foram localizados também muitos ecopontos privados, como em supermercados, bancos, faculdades, escolas, etc., distribuídos pela cidade, e ecopontos públicos, geridos pela

Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte, e na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

No *site* da prefeitura de Belo Horizonte (PBH, 2015), foram pesquisados os locais onde funcionam os equipamentos públicos destinados ao recebimento de resíduos volumosos ou resíduos da coleta seletiva, onde foram encontrados os endereços dos pontos de coleta de resíduos sólidos especiais (diferentes daqueles coletados porta a porta). A prefeitura possui dois tipos de locais para a coleta de resíduos especiais: as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs) e os Locais de Entrega Voluntária (LEVs). Apesar desses equipamentos públicos não receberem REEE (PBH, 2015) oficialmente, eles foram incluídos para compor a amostragem como potenciais ecopontos públicos, já que, muitas vezes, os REEE são depositados nesses locais de modo clandestino por parte da população.

Os LEVs são destinados à coleta de plástico, papel, metais e vidro, mas eventualmente ocorrem campanhas destinadas à coleta de REEE, instalando-se *containers* temporários e pontos de LEVs na cidade, onde, muitas vezes, parte da população deposita os REEE. Por essa razão, os LEVs foram incluídos na pesquisa quantitativa para a composição do inventário como potencial equipamento de coleta de REEE, muito embora esteja entendido por meio das informações do *site* da Prefeitura que esses equipamentos (LEVs) não são destinados à coleta de REEE.

O produto dessa fase foi uma planilha contendo 311 potenciais ecopontos, com o elenco de nomes, de tipologias de ecopontos (público ou privado), de materiais que eram recebidos (sempre que possível obter a informação) e do endereço desses potenciais. Optou-se por visitar todos os ecopontos, com a ajuda de três turmas de alunos do curso de Engenharia Civil, dentro da disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Locais que não foram considerados na pesquisa:

A construção do inventário de ecopontos não contou com as lojas dos shoppings populares localizados no centro de Belo Horizonte. Essas lojas são conhecidas pelas intensas atividades de vendas e reparos de EEE, especialmente aparelhos celulares, entretanto o foco das atividades não inclui pontos de coleta de REEE para o consumidor final, para fins de logística reversa. Cabe ressaltar que essas atividades foram estudadas, paralelamente à presente pesquisa, por Couto (2016), que usou técnicas de abordagem qualitativa com estudo de profundidade e identificou os shoppings populares como pontos potenciais de geração de REEE, mas não

destinados à coleta de descartes pelo consumidor final, e sim pelas atividades de manutenção e venda de equipamentos eletroeletrônicos.

Os sucateiros também não foram incluídos no levantamento desta pesquisa, por entender que não são todos que funcionariam como ecoponto. Ao iniciar o levantamento de dados sobre os sucateiros, algumas dificuldades foram encontradas, como a falta de informação na *web* sobre sua localização, a ausência de dados dos sucateiros itinerantes (sem endereço fixo) e a informalidade. Ademais, entendeu-se que esse tema cabe a uma pesquisa específica com o uso da técnica qualitativa, para se conhecer com mais profundidade o papel do sucateiro no gerenciamento de resíduos sólidos de Belo Horizonte.

#### ***4.3 Fase III – Caracterização dos ecopontos (agosto a setembro de 2015)***

A partir da execução da etapa anterior, foi elaborado um formulário padronizado para o levantamento físico desse universo de 311 ecopontos, distribuídos pelas regionais de Belo Horizonte, contendo também um roteiro semiestruturado para a realização de perguntas básicas sobre o tema (Anexo I). Somente nos ecopontos situados nas ruas, onde não era possível encontrar um responsável imediato, não foram feitas as perguntas do roteiro, mas foi feita a caracterização do ecoponto.

As visitas técnicas foram realizadas com a ajuda de três turmas de alunos da graduação do quinto período do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Os alunos trabalharam em grupos com média de quatro pessoas, perfazendo um total de 19 grupos.

Previamente, os alunos receberam 16 horas/aula de orientação técnica dos trabalhos extracurriculares, ou seja, além das aulas da grade curricular sobre o tema, eles foram orientados e coordenados durante todo o processo, até a entrega do material escrito. A apresentação oral dos resultados também foi atividade avaliativa para a disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

O levantamento dos dados de campo, a devolução dos formulários/roteiros preenchidos e a apresentação dos trabalhos foram realizados entre os meses de agosto e setembro de 2015 (60 dias).

O produto dessa fase foi a elaboração e a atualização de um inventário consistente e efetivo dos ecopontos existentes no município de Belo Horizonte.

#### **4.4 Fase IV – Tratamento dos dados**

O tratamento deve duas partes:

- A primeira parte está relacionada com as fases 1 e 2, que resultaram em uma planilha com os 311 potenciais ecopontos que foram tratados e aqueles com dados inconsistentes ou que não estavam na cidade de Belo Horizonte, foram excluídos. Obteve-se, então, um registro contendo 283 locais para ser visitados, mas foram encontrados fisicamente 217 ecopontos.
- A segunda parte está relacionada com a fase 3, quando ocorreu a atualização do inventário físico dos ecopontos.

O material da pesquisa foi compilado um a um, de maneira que a planilha elaborada antes de ir para o campo foi sendo atualizada e foram elaborados gráficos, que apresentaram os dados iniciais e os dados que foram efetivamente levantados no local (endereço e tipo de resíduo coletado). Informações adicionais relevantes para a pesquisa e as dificuldades encontradas foram registradas no presente trabalho.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Inventário dos ecopontos em Belo Horizonte, MG**

Foram identificados, por meio de dados secundários, 311 potenciais locais de coleta de REEE. Desse universo, foram visitados 283 locais dentro do período proposto. Após a análise dos formulários de campo, alguns locais foram excluídos do elenco, porque os registros estavam inconsistentes ou pelo fato de deixarem dúvidas quanto à existência ou não de ecopontos nos locais. Quando foram procurados os pontos físicos 66 locais não faziam mais coleta ou foram desativados. Ao final, foram visitados e encontrados 217 unidades físicas de coleta de resíduos sendo que 96 locais eram ecopontos de REEE (Figura 33).

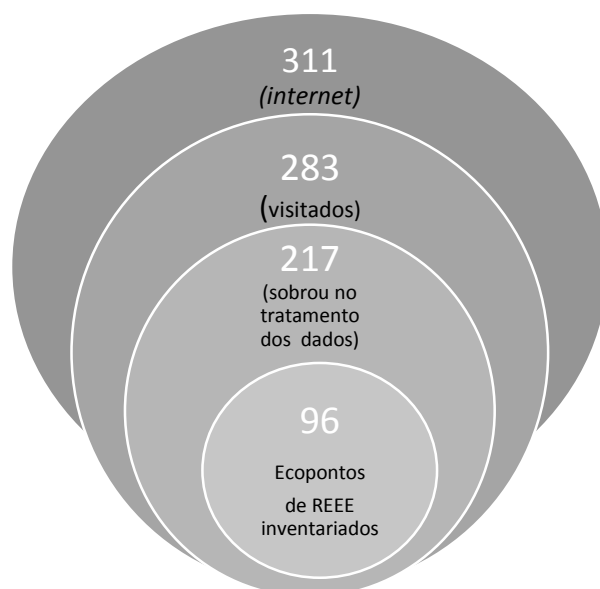


**FIGURA 33: Elaboração do inventário dos ecopontos de REEE**

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015 e abril /2018)

Dentre o total de 217 locais encontrados, 82 pertenciam à iniciativa privada e 135 pertenciam à rede de recebimento/coleta pública (URPVs e LEVs), conforme apresentado na Figura 33.

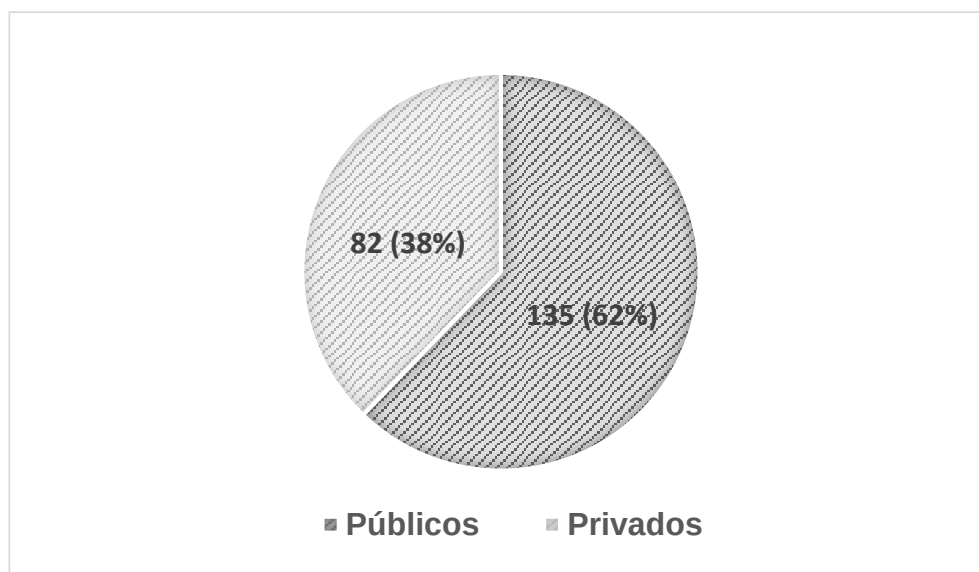


**FIGURA 34: Locais visitados entre agosto e setembro de 2015.**

Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015).

Após a realização das visitas em 283 locais foram encontrados 217 pontos de coleta de algum tipo de resíduo e somente 96 ecopontos recebiam algum tipo de REEE (44%). Dentre os ecopontos que recebiam efetivamente os REEE, 72 eram ecopontos privados e 24 eram

ecopontos públicos. A iniciativa privada teve a maior representação em ecopontos em Belo Horizonte, com 75% do total identificado, conforme apresentado nas Figuras 35 e 36.

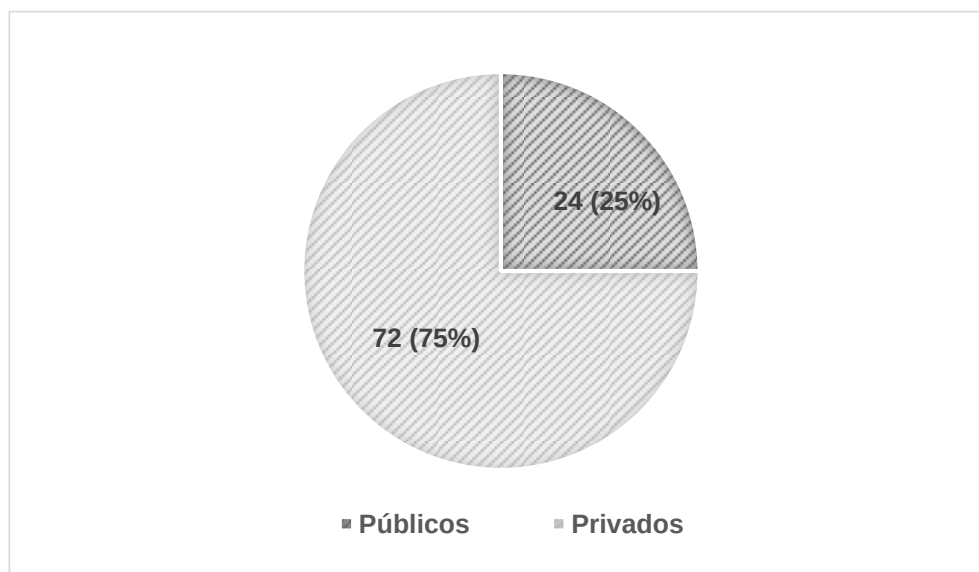


**FIGURA 35:** Ecopontos de coleta de algum tipo de REEE (agosto a setembro de 2015).  
Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015).

A Figura 36 apresenta a relação entre os pontos privados e públicos listados na *web* e os pontos existentes no local.

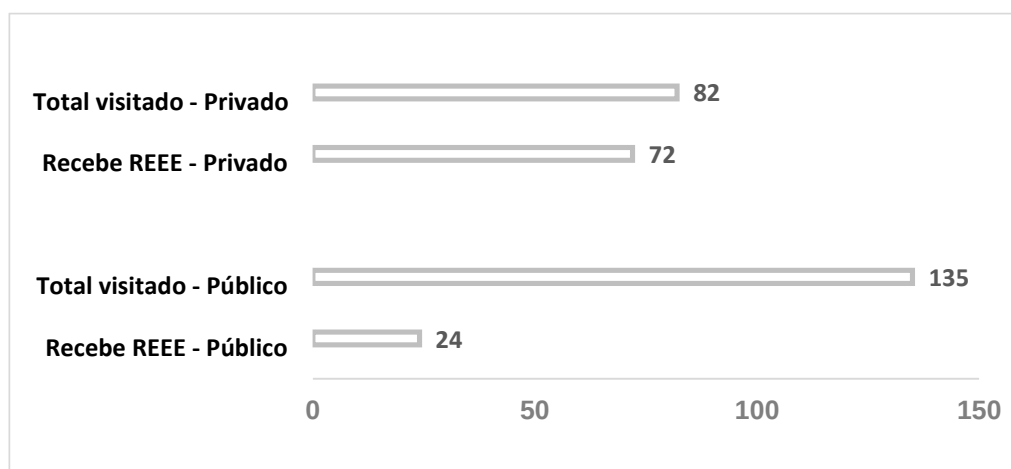


**FIGURA 36:** Total de locais visitados e ecopontos de REEE identificados  
Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015).

Algumas divergências de informações sobre os quantitativos dos equipamentos públicos em relação ao que foi encontrado no local e o que estava denominado no *site* da prefeitura foram recorrentes quanto à denominação (se eram URPVs ou LEVs) e também quanto ao material efetivamente coletado. O número de URPVs identificados nessa pesquisa foi de 30 unidades; no *site* da prefeitura estão listadas 34 e Couto (2016) listou 32 unidades.

O inventário físico dos ecopontos visitados de agosto a setembro de 2015 é apresentado na Tabela 17.

**TABELA 17:** Análise dos locais visitados e ecopontos encontrados para REEE (agosto a setembro de 2015).

| <b>Ecopontos</b> | <b>Total visitado/encontrado<br/>(217 ecopontos )</b> | <b>Coleta REEE<br/>(96 ecopontos)</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| LEVs – PBH       | 105 (48%)                                             | 6 (5,6%)                              |
| URPVs - PBH      | 30 (14%)                                              | 18 (19%)                              |
| Privados         | 82 (38%)                                              | 72 (75%)                              |

Obs.: Ressalta-se que dos seis equipamentos que recebiam REEE dos LEVs, três ecopontos possuíam estruturas de URPVs, mas foram mantidos na tabela pelo nome original dado pela PBH.

Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015). .

Pode-se verificar que existe uma diferença significativa entre as informações existentes em *sites* oficiais e a prática. A falta de consonância entre o que está descrito nos *sites* eletrônicos e a realidade encontrada também foi identificada na pesquisa de Dias et al. (2017), que inicialmente listaram em sua pesquisa, por meio dos *sites* do governo do estado de São Paulo, 276 empresas de reciclagem de REEE no Brasil, mas após a constatação em campo, essa margem reduziu-se para apenas 19 empresas (7% do quantitativo inicial) que trabalham diretamente com essa tipologia de material. Os autores ainda acrescentaram em sua pesquisa de campo um elenco de mais 41 empresas de reciclagem de REEE que não estavam nessa relação do governo, ou seja, atividades desconhecidas pelo governo.

Esses resultados demonstram que não há ainda uma organização sobre os pontos de coleta de REEE e o fluxo real desses, o que revela uma grande informalidade no setor. Foi comum encontrar na literatura a existência dessa informalidade em pesquisas realizadas nos países em desenvolvimento (CNPMLTA, 2010; DWIVEDY; MITTAL, 2012; ALAVI et al., 2014). Percebe-se que o controle dos meios de comunicação pode ser um instrumento relevante para o desempenho da coleta de REEE.

## **5.2 Caracterização dos ecopontos de Belo Horizonte, MG**

### **5.2.1 Ecopontos públicos (LEVs e URPVs)**

Era esperado que não haveria ecopontos de REEE nos equipamentos públicos, uma vez que no *site* da prefeitura está expresso o não recebimento dessa tipologia de resíduo. No entanto, no decorrer da pesquisa, foram confirmados e identificados equipamentos públicos que recebiam

REEE (LEVs e URPVs), embora não tivessem essa função. Foi frequente encontrar lâmpadas fluorescentes (descarte inadequado) em coletores de vidro, como também pilhas alcalinas.

Apesar da prerrogativa de que não havia coletores nos LEVs para REEE, foram encontrados seis locais que realizam coleta formal de algum tipo de REEE, devendo ser ressaltado que cinco deles recolhiam pilhas e baterias (localizados dentro do Zoológico Municipal) e um local possuía coletor de lâmpadas fluorescentes (Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais) (Tabela 18).

**TABELA 18:** Inventário dos LEVs que recebem (informalmente) REEE (agosto a setembro de 2015)

| Qde | LEVs                                           | Tipo de REEE Recebido                                 |
|-----|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1   | Bandeirantes/Zoológico - Moradia do Hipopótamo | Recebem pilhas e baterias que são recolhidas pela PBH |
| 2   | Bandeirantes/Zoológico - Moradia dos Macacos   |                                                       |
| 3   | Bandeirantes/Zoológico - Restaurante           |                                                       |
| 4   | Bandeirantes/Zoológico - Viveiro do Elefante   |                                                       |
| 5   | Bandeirantes/Zoológico - Zoobotânica           | Recebem lâmpadas fluorescentes.                       |
| 6   | UFMG – Rua Reitor Pires Albuquerque (IGC)      |                                                       |

Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015).

Em geral, os LEVs foram encontrados em condições inadequadas, com equipamentos depredados e descartes misturados com outros tipos de resíduos não apropriados para o coletor. Também foi frequentemente encontrado material disposto ao lado do equipamento, em vez de dentro do coletor. Portanto, em todas as situações a caracterização física indicou baixa qualidade e quantidade de coleta seletiva.

Três locais denominados como LEVs no *site* da PBH na verdade eram URPVs, e foram contabilizados como tal. Não foi possível obter informações sobre quantitativos mensais e locais de destino dos materiais de REEE coletados nos LEVs. Essa informação não seria acessível porque nem a própria prefeitura reconhece oficialmente esses locais.



**FIGURA 37:** LEVs dentro da URPV Dona Clara – Lâmpada colocada ao lado do coletor de vidro

Fonte: dados de pesquisa (set/2015)

Das 30 URPVs visitadas, 18 (60 %) recebiam eletrodomésticos, segundo informações dos funcionários de cada local, muito embora esses equipamentos públicos não tenham essa função originalmente (BARROS, 2012; PBH, 2018). No entanto, foram identificados depósitos de materiais diversos (REEE), principalmente aqueles pertencentes ao grupo de materiais da linha branca (fogões, televisores e geladeiras), como demonstrado nas Figuras 38 e 39.



**FIGURA 38:** REEE coletados nas URPVs.

Fonte: dados de pesquisa (ago.set./2015)



**FIGURA 39:** REEE coletados nas URPVs. (abril/2018)

Fonte: dados de pesquisa (abril/2018)

Também foram registradas situações em que os materiais descartados eram selecionados para reaproveitamento ou revenda pelo pessoal que trabalha nesses locais (Figura 40).



**FIGURA 40:** REEE coletados nas URPVs (material reservado para reaproveitamento).  
(abril/2018)

Fonte: dados de pesquisa (abril/2018)

Não foi possível obter os registros oficiais de volumes e de frequências de recebimento desses materiais, bem como a comprovação da sua destinação. A falta de dados oficiais quanto à destinação dos REEE foi recorrente para todos os locais.

**TABELA 19:** Inventário das URPVs que recebem REEE informalmente (agosto a setembro de 2015).

| Quant. | URPVs                                                                                                            | Tipo de REEE Recebido                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Átila de Paiva - Av. do Canal, 68, Conj. Átila de Paiva, Barreiro                                                | Recebe REEE de maior porte, TVs e monitores, celulares e baterias, pilhas e baterias, refrigeração e condicionadores, equipamentos de informática e sucata elétrica em geral.                                                                                                                                   |
| 2      | Flávio de Oliveira - Rua Itapetininga, 2, Conj. Flávio de Oliveira, Barreiro - Próximo à Rua Flamengo            | Recebe REEE de maior porte, TVs e monitores, celulares e baterias, pilhas e baterias, refrigeração e condicionadores, lâmpadas equipamentos de informática e sucata elétrica em geral.                                                                                                                          |
| 3      | Jatobá - Av. Agenor Nonato de Souza, 710, Jatobá - Próximo à Rua Francisco Martins Marques                       | Recebem REEE de maior porte, TVs e monitores, equipamentos de informática, sucata elétrica em geral.                                                                                                                                                                                                            |
| 4      | Lindéia - Rua Antônio de Souza Gomes, 110, Barreiro - Esquina com Rua Sebastião dos Santos                       | Recebe REEE de maior porte, TVs e monitores, refrigeração e condicionadores, lâmpadas equipamentos de informática e sucata elétrica em geral.                                                                                                                                                                   |
| 5      | Túnel de Ibitité - Rua Marly Passos, 10, Conj. Túnel de Ibitité, Barreiro - Esquina com Rua Sabino José Ferreira | Recebe REEE de maior porte, TVs e monitores, refrigeração e condicionadores, lâmpadas equipamentos de informática e sucata elétrica em geral.                                                                                                                                                                   |
| 6      | Fazendinha - Av. Mém de Sá, 1.860, Novo São Lucas - Referência: Adutora da Copasa                                | Recebe REEE de maior porte, selecionados para reaproveitamento com destino desconhecido tanto para a reutilização, reciclagem e disposição final. Os resíduos podem chegar misturados com entulhos.                                                                                                             |
| 7      | Leste Andradas I - Av. dos Andradas, 5.965, Pompeia - Próximo ao pátio de manobra da Rede Ferroviária            | Recebem REEE eventualmente, mas não segregam.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8      | Norte - Bacuraus - Rua Adolfo Bezerra de Menezes, 401, Campo Alegre - Próximo à Rua dos Bacuraus                 | Recebe REEE de maior porte, eletrodomésticos, TVs e aparelhos de áudio, mas não informaram o destino.                                                                                                                                                                                                           |
| 9      | Centro-Sul - Av. Arthur Bernardes, 3951 (URPV Santa Lúcia)                                                       | Recebe REEE de maior porte. São selecionados para reaproveitamento com destino desconhecido tanto para a reutilização, a reciclagem, quanto para a disposição final. Os resíduos podem ir misturados com entulhos para o aterro sanitário.                                                                      |
| 10     | Oeste Barão - Av. Barão Homem de Melo, 300, Nova Suíça - Acesso pela Rua Cacuí, 121                              | Recebe REEE misturados com entulhos e na unidade fazem a separação. O material é destinado a uma unidade de reciclagem no Barreiro. Recebe REEE de maior porte e esses são armazenados em cômodo compartilhado com os funcionários. Os materiais REEE são enviados para a empresa de reciclagem, sem separação. |
| 11     | Rua das Flores - Rua José Furletti, 45, Betânia - Próximo à Av. Tereza Cristina                                  | Quando recebem eventualmente, o próprio trabalhador faz uma triagem e vende o material.                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | Castelo - Rua Castelo de Veiros, 315,<br>Castelo - Esquina com Av. Atlântida                                                       | Recebe REEE de maior porte, TVs e monitores. Os materiais recicláveis são recolhidos pelo caminhão da coleta seletiva da PBH. O que não serve vai para o aterro sanitário.                                                                                               |
| 13 | Dona Clara - Rua Rita Alves Castanheira, 50, Dona Clara - Próximo à Rua Orozimbo Nonato - (31) 3277-7922. Horário de funcionamento | Recebe REEE de maior porte, TVs, monitores, lâmpadas, refrigeradores equipamentos de informática e outros (entulho, madeira e poda). Existe a reclamação de que os materiais são deixados na porta no fim de semana, por carroceiros. O que não serve vai para o aterro. |
| 14 | Santa Amélia - Av. Deputado Anuar Menhem, 550, Santa Amélia - Esquina com Rua Conceição Maia                                       | Não prevê recebimento de REEE, mas recebe eventualmente.                                                                                                                                                                                                                 |
| 15 | Venda Nova - Céu Azul - Av. Luiz Cantagalli, 52, Céu Azul - Esquina com Rua Maria Gertrudes Santos                                 | REEE de maior porte vão para aterro de Ravena.                                                                                                                                                                                                                           |
| 16 | Rio Branco - Rua Augusto dos Anjos, 1.983, Piratininga - Esquina com Efigênio Nunes Pereira                                        | Recebe REEE de maior porte. O material vai para aterro sanitário uma vez por mês.                                                                                                                                                                                        |
| 17 | São João Batista - Rua Elce Ribeiro, 340, São João Batista - Esquina com Rua Bernardino de Oliveira Pena                           | Recebe REEE de maior porte. O material vai para aterro sanitário uma vez por mês.                                                                                                                                                                                        |
| 18 | Vilarinho - Av. Vilarinho, 4.441, Letícia - Esquina com Rua Alberto Ambrósio dos Santos                                            | Recebe REEE de maior porte. O material vai para aterro sanitário.                                                                                                                                                                                                        |

Fonte: dados de pesquisa (ago-set/2015).

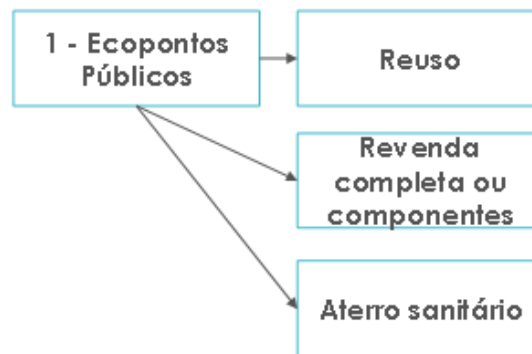
No entanto, durante os questionamentos seguindo o roteiro de dados de campo (Anexo I), foi informado que alguns REEE de valor comercial, como aparelho celular, monitores de computador e fios elétricos, são reaproveitados, após concerto, pelas próprias pessoas que trabalham no local. Caso não haja a possibilidade de reuso dos componentes de valor econômico retirados dos equipamentos, eles são vendidos a sucateiros ambulantes. O restante do material considerado de baixo ou sem valor comercial é disposto nos aterros sanitários - Centrais de Tratamento de Resíduos (CTR Macaúbas<sup>10</sup> em Ravena, ou Maquiné em Santa Luzia), que atendem ao município de Belo Horizonte. O destino depende da rota de cada URPV ou LEV, de acordo com a menor distância a ser percorrida.

Diante da dificuldade de explicar a destinação de cada material, não foi possível acrescentar os volumes mensais coletados e as tipologias de dados de disposição final dos REEE. E as rotas desses resíduos foram delineadas segundo a figura 41.

<sup>10</sup> A CTR Macaúbas S/A presta serviços de destinação final de resíduos sólidos não perigosos domiciliares (Classe II-A e II-B) para os municípios da região metropolitana de Minas Gerais e clientes privados. Disponível em: < <http://www.ctrmacaubas.com.br/servicos> > . Acesso em: 15 mar. 2018.

### 1 Linhas:

- Branca
- Azul
- Verde
- Marrom;



### 2 -

- Lâmpadas
- Pilhas
- baterias



**FIGURA 41: Destinos dos REEE a partir dos ecopontos.**

Fonte: Fonte: dados de pesquisa

Quando Couto (2016) pesquisou o fluxo de aparelhos celulares descartados em Belo Horizonte, ele visitou algumas URPVs. O autor teve acesso ao formulário interno para controle do recebimento de materiais volumosos, e por meio de suas entrevistas qualitativas registrou elementos que permitiram o delineamento da rota dos REEE em geral, a partir das URPVs. Seu fluxo pode ser replicado para os resultados encontrados na presente pesquisa, uma vez que as informações sobre a disposição final foram convergentes (Figura 42).

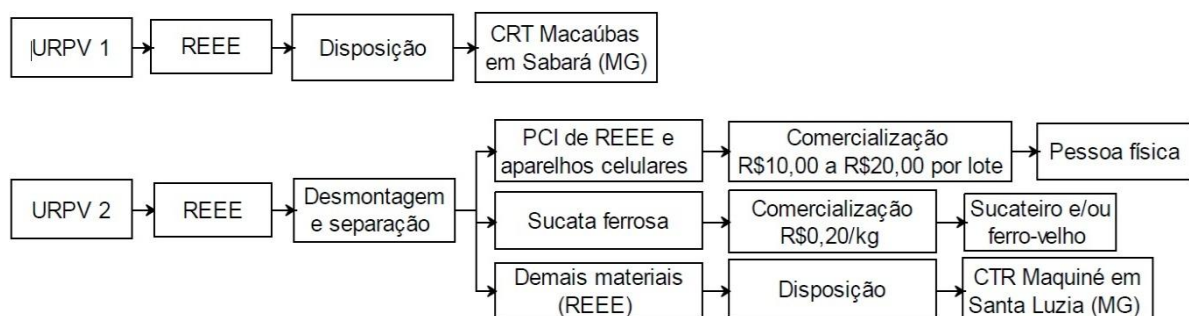


**FIGURA 42: Fluxo dos REEE nas URPVs.**

Fonte: Couto (2016).

Portanto, ficou claro que ainda não existe, para nenhuma tipologia de REEE, a prática de devolução de resíduos reversos por parte da iniciativa pública para seus fabricantes e importadores, como está determinado nas PERS-MG (2009) e PNRS (2010), nem mesmo para os materiais deixados pela população.

### **5.2.2 Ecopontos privados**

Os demais locais identificados foram denominados ecopontos privados, por não fazerem parte da coleta pública, e sim da iniciativa privada. Dentre os locais privados, incluem-se supermercados, administração de shopping centers, lojas de telefonia móvel, de informática e de aparelhos eletroeletrônicos (de todas as linhas), correios e escolas, identificados na *web* como locais de coleta de algum tipo de REEE. Portanto, foram selecionados somente locais da iniciativa privada que estavam relacionados na *web* como receptores formais de REEE.

Dentre o percentual de ecopontos de REEE ativos visitados, constatou-se que a maior parte (75%) pertencia às instituições privadas, mas foi possível inferir, com base nos registros e nas verificações em campo, que o ecopontos privados possuíam os maiores volumes de coleta.

Assim como no caso dos ecopontos públicos, nos ecopontos privados foi verificada uma informalidade da atividade de coleta de REEE, não tendo sido possível também registrar os quantitativos mensais coletados, as tipologias e os dados consistentes de distinção/disposição final. Durante a verificação em campo, pode-se perceber com propriedade que os coletores das lojas de informática amostradas nesta pesquisa recebem os maiores volumes de REEE.

Os dados dos ecopontos foram segregados por locais, para que fosse identificado o tipo de negócio privado que está recebendo os REEE. Essa análise indicou que alguns locais de recebimento não possuem relação direta com o mercado de EEE; no entanto, são locais de maior circulação de pessoas (Figura 43).

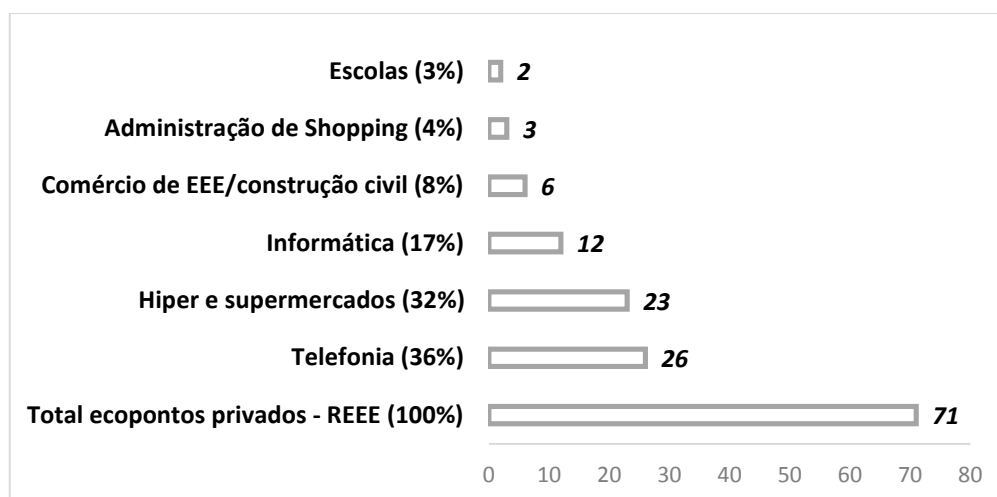


**FIGURA 43:** Número de unidades que possuem ecopontos (agosto a setembro de 2015).  
Fonte: dados de pesquisa.

#### a) Escolas (dois ecopontos)

Foram identificadas duas (3%) escolas (Colégio Santa Maria e Colégio Militar, situados na região da Pampulha) que recolhem REEE por meio de coletores instalados por empresa especializada em coleta, desmontagem e reciclagem de REEE (EMILE, 2018). Esses ecopontos pertencem à empresa privada e neles eram depositados materiais de informática, celulares e baterias, televisores e lâmpadas fluorescentes. Também não foram informados o quantitativo mensal e a frequência de envio desses materiais.

#### b) Administração de shopping (três ecopontos)

Foram visitadas as administrações dos maiores e principais shoppings de Belo Horizonte e dois shoppings populares, perfazendo um total de 16 locais. Apesar de terem sido encontrados ecopontos ativos nos shoppings de Contagem e Betim, eles foram excluídos do tratamento de dados, permanecendo somente os de Belo Horizonte.

Somente o Shopping Pátio Savassi possuía ecoponto de REEE disponível para o público, em 2015 (Tabela 20). Segundo o representante do shopping, todo REEE de pequeno volume (até o tamanho de monitores) pode ser depositado nesse ecoponto. O material coletado é recolhido e enviado para uma empresa especializada em desmonte e revenda de componentes, na cidade de São Paulo (SP); no entanto, não foram informados o quantitativo mensal gerado e a tipologia dos materiais enviados para a reciclagem.

Cabe ressaltar que ao final da pesquisa, em abril de 2018, outros dois shoppings (Minas Shopping e Ponteio), que não recebiam REEE em 2015, passaram a contar com ponto de coleta de materiais de pequeno porte (Tabela 20), que eram enviados para uma empresa especializada em coleta, reciclagem e destinação REEE (RECICLAR MINAS, 2018)

**TABELA 20:** Inventário de ecopontos privados: administração de shopping.

| Quantidade | Administração de Shopping | Tipo de REEE Recebido                                | Data de verificação                  |
|------------|---------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1          | Pátio Savassi             | Qualquer REEE, exceto de linha branca de maior porte | Agosto a setembro de 2015            |
| 2          | Minas Shopping            | Qualquer REEE, exceto de linha branca de maior porte | Abril de 2018<br>Não recebia em 2015 |
| 3          | Ponteio Lar Shopping      | Qualquer REEE, exceto de linha branca de maior porte | Abril de 2018<br>Não recebia em 2015 |

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015 e abril/2018).

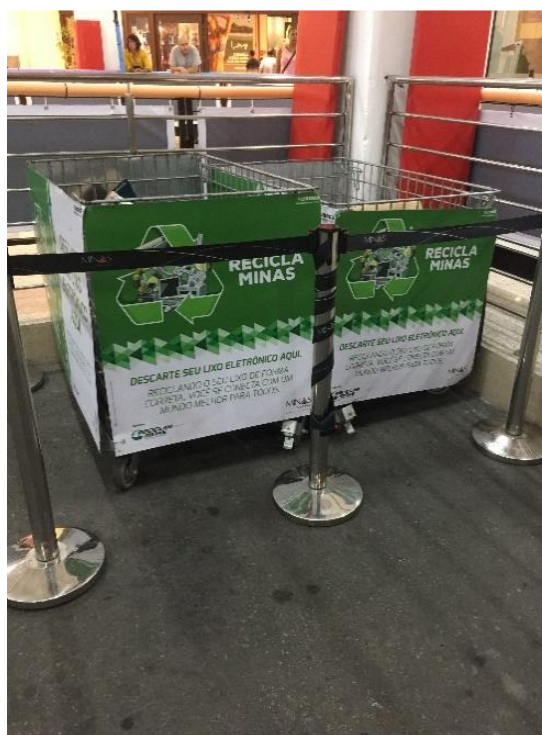


**FIGURA 44:** Coleta de REEE no Minas Shopping.

Fonte: dados de pesquisa (abril/2018).



**FIGURA 45:** Coleta de REEE no Ponteio Lar Shopping.

Fonte: dados de pesquisa (abril/2018).

### **c) Comércio de EEE/Construção civil (seis ecopontos)**

Nesse grupo foram segregados os “outros” ecopontos, por exemplo, lojas diversas de equipamentos elétricos e de materiais de construção que fizeram parte da amostragem. Dentre eles havia um ecoponto que estava listado no *site* da prefeitura como URPV, e quando foi visitado verificou-se que se tratava de uma unidade particular de “ferro-velho” (URPV Milionários - Rua Dona Luiza, 865, Milionários). Não foi disponibilizado no local o quantitativo mensal e para onde seria enviado o material.

Também foi segregado nesse grupo um ecoponto das Lojas Americanas do Minas Shopping (Belo Horizonte) que possuía coletores de pilhas e de baterias de celular, mas não foram informados os quantitativos mensais e os dados sobre a destinação desses materiais.

Foram pesquisadas, ainda, as principais lojas de comercialização de eletrodoméstico, que juntas possuem um total de 63 unidades distribuídas em Belo Horizonte, nos principais shoppings e nas lojas de rua (Casas Bahia -13, Magazine Luiza -9, Ponto Frio - 9, Ricardo Eletro - 20, *Fast Shop* - 6 e *Polishop* - 9). A amostragem dessas lojas foi realizada dentro de todos os maiores shoppings (14 unidades), para verificação da existência de ecopontos para REEE.

No entanto, constatou-se que dentre todas as lojas de eletrodomésticos visitadas, somente a do Ponto Frio do Shopping Pátio Savassi recebia algum tipo de REEE. O recolhimento para a

destinação final era realizado semanalmente. Mesmo assim, não foi possível verificar os quantitativos e ter informações sobre os locais de destino.

É oportuno avaliar que se o universo de lojas de EEE fosse somente as 63 unidades em Belo Horizonte, essa rede estaria com 1,5% de sua capacidade para coleta de REEE, considerando a possibilidade de existir um coletor por unidade. Esse quantitativo é insignificante para atender aos descartes domésticos da cidade, evidenciando, para esse caso, a inexistência da aplicação das PERS (2009) e PNRS (2010), que definem que o comerciante é corresponsável pela logística reversa dos EEE que vendem.

Duas lojas de construção civil, que incluem a venda de EEE (Telha Norte), recebiam lâmpadas fluorescentes mediante a comprovação de compra na loja. No entanto, os quantitativos e o destino não foram informados.

Ao final da pesquisa (2018), foi identificado um novo ponto de coleta de REEE na loja Leroy Merlin de Belo Horizonte, hipermercado de construção civil e EEE que foi incluído no elenco do inventário (Tabela 21).

**TABELA 21:** Inventário de ecopontos privados: lojas de EEE/construção civil

| Quant. | Lojas de EEE                                 | Tipo de REEE Recebido                                                                                                                                                                             | Data Verificação                     |
|--------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1      | URPV Milionários (VPM-Ferrometal Reciclagem) | Recolhe REEE de maior porte, TVs e monitores, pilhas e baterias, celular e baterias, refrigeradores e condicionadores de ar, equipamentos de informática e sucata elétrica. Não recolhe lâmpadas. | Agosto a setembro de 2015            |
| 2      | Lojas Americanas – Minas Shopping            | Pilhas e baterias.                                                                                                                                                                                |                                      |
| 3      | Telha Norte – Lagoinha                       | Lâmpadas adquiridas na loja.                                                                                                                                                                      |                                      |
| 4      | Telha Norte - Belvedere                      | Lâmpadas adquiridas na loja.                                                                                                                                                                      |                                      |
| 5      | Ponto Frio – Shopping Pátio Savassi          | Pilhas, baterias, celular, <i>tablets</i> , <i>modem</i> e acessórios de celular.                                                                                                                 | Abril de 2018<br>Não recebia em 2015 |
| 6      | Leroy Merlin – Minas Shopping                | Pilhas, celular, baterias, <i>tablets</i> , <i>modem</i> e acessórios para celular.                                                                                                               |                                      |

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015 e abril/2018).



**FIGURA 46:** Coleta de REEE no Leroy Merlin.  
Fonte: dados de pesquisa (abril/2018).

#### **d) Lojas de informática (12 ecopontos)**

Foram visitadas algumas lojas de informática dentro de shoppings e em outras lojas de rua, que foram identificadas por meio da *web*, indicando que possuíam ecopontos. Todas as lojas de rua identificadas durante as pesquisas iniciais na *web* estavam efetivamente recebendo REEE.

Essas lojas ativas para coleta de REEE de informática (12 unidades) possuíam coletores disponibilizados por uma empresa terceirizada especializada na valorização desses materiais (EMILE, 2018). Dentre essas lojas, duas também coletavam lâmpadas/pilhas e informaram repassar alguns materiais para sucateiros, mas não possuíam registros de quantitativos. Em um dos endereços de loja de informática na *web*, foi constatado que era um estacionamento de veículos que possuía coletores de REEE de informática, informação disponibilizada por Emile (2018). Cabe ressaltar que não eram recebidos materiais da linha branca.

Para todos os casos, os coletores pertenciam a uma mesma empresa (EMILE, 2018), localizada na cidade de Betim (RMBH) (Figura 467). Visualmente, esses locais foram os maiores em quantitativos, contendo até mais de um coletor cheio de equipamentos e materiais da informática. Os coletores eram utilizados pelas próprias empresas de informática, que faziam algum tipo de reparo, e também disponibilizados para o consumidor final.



**FIGURA 47:** Coletores de REEE em lojas de informática colocados por empresa especializada em reciclagem.

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015).

No entanto, em nenhum dos locais foi possível apurar quantitativos mensais coletados. Constatou-se que os ecopontos e os coletores tinham manutenção de recolhimento, que variou entre frequências semanais, quinzenais e mensais, feita pela empresa responsável pelo recolhimento e pela reciclagem dos REEE. A Tabela 22 apresenta as empresas de informática.

**TABELA 22:** Inventário de ecopontos privados: Lojas de Informática (agosto a setembro de 2015)

|    | Locais                        | Lojas de Informática          |
|----|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | Shopping Paragem              | Telecell                      |
| 2  | Av. Afonso Pena, 4000         | Assespro                      |
| 3  | Rua Padre Eustáquio, nº443    | Litium                        |
| 4  | Rua Pouso Alegre, 2892        | Átria Informática             |
| 5  | Rua Aimorés, 462 - Sala 105   | Amitecno                      |
| 6  | Av. Petrolina, 1111 – Letícia | Unidata                       |
| 7  | Rua Padre Pedro Pinto, 2631   | Brasil Informática            |
| 8  | Rua Mirabella 239             | Tec Mart                      |
| 9  | Rua Grão Mongol, nº 842       | Estacionamento (Privado)      |
| 10 | LT – Av. do Contorno, 4168    | Servicenter Eletrônica        |
| 11 | Av. Prudente de Moraes ,1030  | Belo Horizonte Prudente       |
| 12 | Av. Abílio Machado ,1036      | Belo Horizonte Alípio de Melo |

\*On-line informática não recolhe REEE, somente cartuchos de tintas usados em impressoras.

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set. de 2015).

#### e) Hipermercados/Supermercados (23 ecopontos)

Os supermercados representaram 24% do número de ecopontos identificados para a coleta de REEE pela iniciativa privada. A maior parte deles (22 unidades) era destinada à coleta de pilhas e baterias e apresentou um aspecto de pouca rotatividade, visto que os coletores estavam mais vazios e misturados com papel ou plástico (Tabela 23).

**TABELA 23:** Inventário de ecopontos privados: hipermercados e supermercados

| Supermercados/Hipermercados |                                                             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1                           | Carrefour - Av. Barão Homem de Melo 629                     |
| 2                           | Carrefour - Av. Amazonas, 5320                              |
| 3                           | Carrefour Av. Presidente Carlos Luz, 3001                   |
| 4                           | Carrefour - Av. Presidente Carlos Luz, 4055                 |
| 5                           | Carrefour - Av. Prudente de Moraes, 374                     |
| 6                           | Carrefour - Rua Venezuela, 455                              |
| 7                           | Carrefour - Bairro Rua Antônio de Albuquerque, 1080         |
| 8                           | Carrefour - Praça Dep. Renato Azeredo - Sion                |
| 9                           | Carrefour - R. Dom José Pereira Lara, 33                    |
| 10                          | Carrefour Bairro - Rua Ceará 1700                           |
| 11                          | Carrefour Alaska – Praça Dep. Renato Azeredo, Sion          |
| 12                          | Carrefour – BH Shopping . Av. Nossa Senhora do Carmo, 3049  |
| 13                          | Super Nosso Av. Portugal 2481                               |
| 14                          | Super Nosso - Av. Nossa Senhora do Carmo, 2.780,            |
| 15                          | Super Nosso - Rua Guaicuí, 355, Coração de Jesus Luxemburgo |
| 16                          | Extra – Belvedere - Rua Maria Luiza Santiago, 10, Belvedere |
| 17                          | Extra - BH centro - Av.Francisco Sales, 898                 |
| 18                          | Verdemar - Rua Viçosa, 572                                  |
| 19                          | Verdemar - Avenida Nossa Senhora do Carmo, 1900, São Pedro  |
| 20                          | Verdemar - Rua Viçosa, 572                                  |
| 21                          | Verdemar - Avenida Professor Mário Werneck, 1500, Estoril   |
| 22                          | Epa Plus - Av. Antônio Carlos 8000 São Luiz                 |
| 23                          | Epa Plus - <i>Shopping Falls</i>                            |

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015).

Já o restante (seis unidades) dos supermercados (Verdemar e Extra) recebia todos os tipos de REEE de menor porte (do tamanho de um monitor), além de outros materiais, como óleo de cozinha e recicláveis (papel cartonado, plástico, papelão e vidro). Para os dois últimos, foi

informado que eram feitos envios mensais para uma empresa especializada. No entanto, os representantes não souberam informar os quantitativos e qual empresa receberia esses REEE.

Apesar da falta de informação por parte dos representantes de cada unidade, por falta de conhecimento ou de interesse, pode-se verificar por outras fontes na *web*, a partir da revisão da literatura, que os materiais são levados para os seguintes locais:

- Rede Carrefour: Programa Abinee Recebe Pilhas (ABINEE, 2018), que encaminha os materiais para uma empresa especializada (GM&CLOG Soluções em Logística Reversa e Reciclagem), situada em São José dos Campos (SP). Os quantitativos não puderam ser apurados. A operação é custeada e rateada por 11 marcas que integram o Programa Abinee (2018). Em Belo Horizonte, segundo a Abinee (2018), estão instalados 30 ecopontos em locais cujas empresas participam do programa. Os 12 ecopontos representados pelas unidades dos hipermercados Carrefour puderam ser identificados como participantes do programa, portanto o fluxo de distinção dos resíduos puderam ser confirmados.

- Rede Extra: Programa Ecycle: uma parceria entre o Extra e a P&G para a coleta de recicláveis e a distinção dos materiais a cooperativas, por isso durante a visita não foi identificado para onde seriam enviados os REEE. Pode-se deduzir que o destino dos REEE seja o mesmo do supermercado Carrefour, porque o Extra participa do programa Recebe Pilhas da Abinee (2018).

Para os supermercados Verdemar, Supernosso e Epa Plus, não foi possível identificar os destinos dos materiais coletados. Somente foi informado que iriam para uma empresa especializada no estado de São Paulo.

#### **f) Telefonia (26 ecopontos)**

Foram amostradas todas as lojas de vendas de aparelhos de telefones celulares dentro dos shoppings (44 unidades em 12 *shoppings*). Ressalta-se que o número dessas lojas é maior, uma vez que existem também lojas de rua, que não foram visitadas. No entanto, dentro dos *shoppings* está a maior parte delas. Optou-se pela amostragem dentro dos *shoppings* por uma questão de proximidade para acesso aos dados pelos grupos de trabalho, dentro de um menor espaço de tempo. Dentro desse universo amostrado, 59% fazia algum tipo de coleta, sendo 26 ecopontos ativos; o restante dos locais foi desativado por falta de uso ou não existia (Tabela 24).

**TABELA 24:** Inventário de ecopontos privados: Telefonia (agosto a setembro de 2015).

| <i>SHOPPING</i>                  | <i>EMPRESAS DE TELEFONIA MÓVEL</i>             |
|----------------------------------|------------------------------------------------|
| Minas Shopping<br>3 unidades     | Claro / Tim / Samsung                          |
| Boulevard Shopping<br>3 unidades | Tim / Oi/ Vivo                                 |
| Pátio Savassi<br>2 unidades      | Tim / Vivo                                     |
| DiamondMall<br>5 unidades        | Claro / Tim / Vivo / Samsung - Iplace          |
| Shopping Cidade<br>3 unidades    | Claro LJ 1 / Claro LJ 2 / Samsung              |
| BH Shopping<br>5 unidades        | Claro/ Tim / Samsung / Vivo / Oi               |
| Shopping Del Rey<br>5 unidades   | Claro LJ 2 /Vivo LJ 1 /Vivo LJ 2 / Oi/ Samsung |

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015).

Esses locais restringem-se a receber pilhas/baterias diversas e baterias de celulares. No entanto, os representantes das lojas não sabiam informar os quantitativos mensais coletados e para onde exatamente seriam enviados os materiais, exceto a loja da Tim, que informou enviar os resíduos para São Bernardo do Campo (SP), para a empresa especializada GM&CLOG (GM&CLOG, 2018). A maior parte informou que os volumes estavam nos coletores (cerca de dez a 15 pilhas, por exemplo) há mais de 90 dias, o que demonstra o baixo desempenho da coleta e a falta de funcionalidade do coletor. Havia coletores também com papel e plástico junto com as pilhas. Muitas vezes, o registro fotográfico na era autorizado.

**FIGURA 48:** Coletores de pilhas e baterias (REEE) nas lojas de telefonia.

Fonte: dados de pesquisa (ago.-set./2015).

Azevedo (2017) concluiu que as empresas do ramo da telefonia ainda relutam em implementar planos de reciclagem de aparelhos celulares, sobre o pretexto dos problemas que envolvem a rede de comercialização e a dificuldade na desmontagem de certos aparelhos, muito embora deve manter os ecopontos nos seus comerciantes. Azevedo (2017) propõe que essa responsabilidade seja dos fabricantes/importadores, que devem elaborar alguma estratégia para atrair o consumidor, pois considera que só dessa maneira seria possível recuperar todos os aparelhos vendidos.

Apesar das dificuldades, de modo geral, em obter informações sobre a destinação dos REEE nos ecopontos inventariados, foi possível visualizar suas rotas ao reunir elementos da literatura e dos *sites* institucionais.

Barros et al. (2015) registraram o fluxo de materiais. Apesar de a maioria dessas atividades relacionadas com a coleta de REEE ainda estar na informalidade, os dados do autor são os que se aproximam da realidade encontrada quanto às práticas de destinação de REEE em Belo Horizonte, após as coletas (Figura 49).

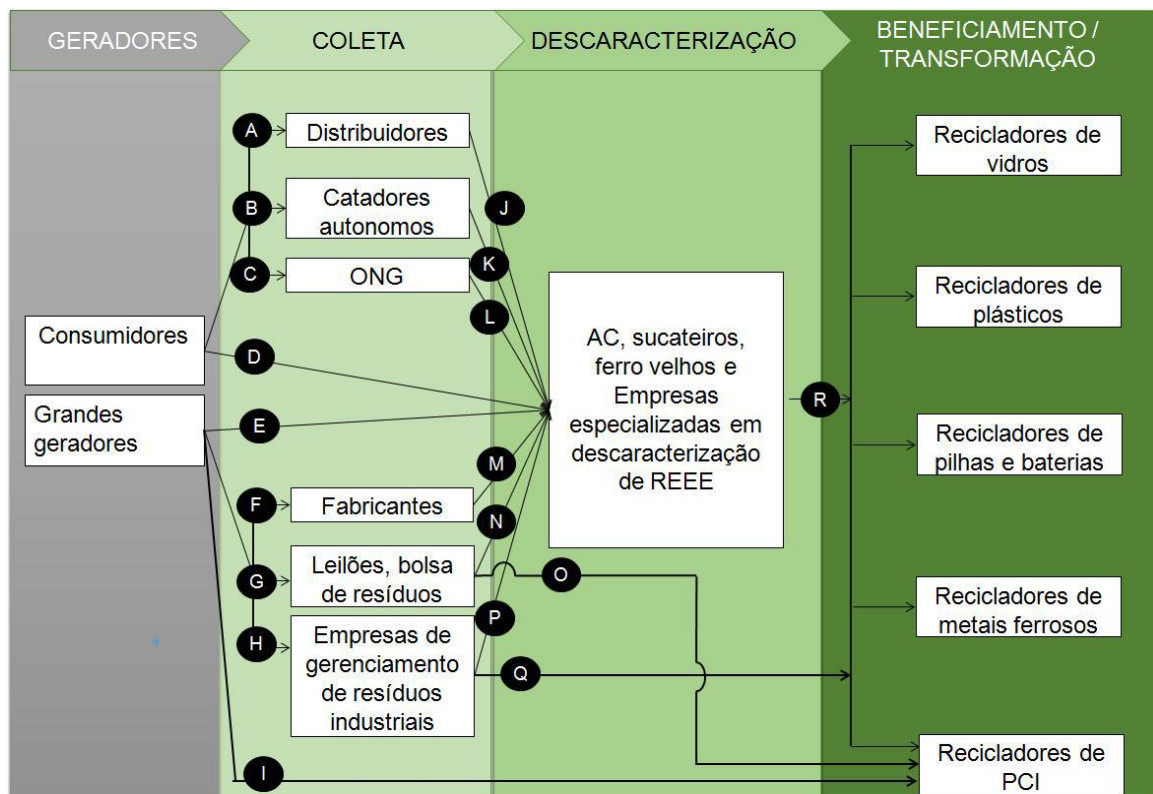


**FIGURA 49:** Fluxograma das relações entre atores da cadeia de reciclagem de REEE.

Fonte: Barros et al. (2015).

Legenda:

Aquilo que é gerado por consumidores são direcionados para:

[A] Distribuidores e comerciantes: segundo a PNRS, os consumidores devem devolver os REEE, após o uso, a esses. Este ainda não é um canal logístico relevante em Belo Horizonte, embora alguns comerciantes e distribuidores recebam certos tipos de REEE (como as lojas que comercializam celulares [J]);

[B] Catadores autônomos: são indivíduos que coletam e vendem os REEE gerados por terceiros. Como esse é um processo informal e que envolve muitas pessoas dispersas geograficamente, é difícil localizar esses atores e estimar quantidades, embora eles sejam fornecedores importantes de REEE para o elo subsequente do processo; [C] ONG: é uma organização não governamental que possui ecopontos (locais específicos para recebimento de resíduos) e faz campanhas de recolhimento de REEE;

[D] Associações e Cooperativas de Catadores (AC): entidades que processam materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva da Prefeitura de Belo Horizonte. Existem consumidores que destinam, de forma equivocada, alguns tipos de REEE junto com os materiais recicláveis. Na cidade existem seis delas. A quantidade de REEE processada por esses grupos é baixa. Os sucateiros e os ferros-velhos: compram os REEE de catadores autônomos [K], de consumidores [D], de empresas privadas [E] e de outros sucateiros menores. Eles descaracterizam os produtos e depois os comercializam para empresas beneficiadoras e transformadoras [R]. Esses atores processam grande parte dos REEE gerados em BH; devido à informalidade do setor, a quantificação desses atores fica comprometida. As empresas especializadas em descaracterização de REEE: foram identificadas quatro empresas, duas na cidade, uma com sede no estado de São Paulo e unidade em BH, e a última, uma multinacional que possui dois galpões de estoque. Eles descaracterizam o produto e fazem a triagem de placas de REEE na região. Os materiais provenientes de grandes geradores seguem para: [E] Sucateiros, ferros-velhos e empresas especializadas na descaracterização de REEE; [F] Fabricantes: identificou-se que alguns fabricantes possuem uma estrutura de logística reversa, oferecendo aos seus clientes, entidades públicas e privadas, a coleta depois de finalizada a vida útil dos equipamentos fornecidos por elas. [G] Leilões: as empresas que organizam leilões, assim como o projeto Bolsa Resíduos da FIEMG, promovem a venda dos REEE, geralmente para sucateiros, ferros-velhos, empresas especializadas em descaracterização [N] e para recicladores de PCI [O], atuando na etapa de coleta. [H] Empresas de gerenciamento de resíduos industriais: coletam e comercializam para empresas especializadas em descaracterização de REEE [P] e algumas atuam também na descaracterização de REEE, comercializando os materiais para recicladores [Q]. [I] Recicladores de PCI: compram os materiais das empresas que descaracterizam e coletam [R], também compram por meio de leilões e de bolsa de resíduos [O] e fazem contratos com grandes geradores para garantir matéria-prima direto da fonte [I] (BARROS et al., 2015).

Couto (2016) também desenhou o fluxo da cadeia reversa de aparelhos celulares, delineado a partir dos principais atores identificados em Belo Horizonte. Nesse caso, ele identificou que as quatro principais empresas de telefonia enviam os equipamentos descartados para indústrias recicladoras, onde são feitas a descaracterização e a reciclagem desses equipamentos (Figura 50).

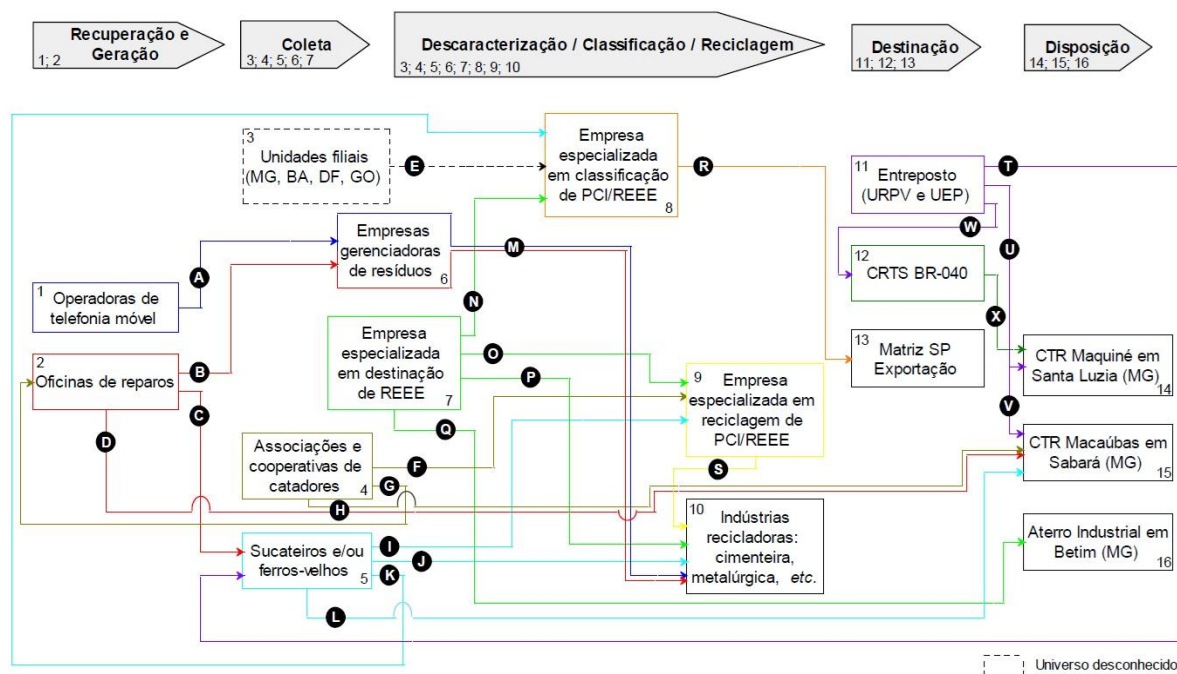


**FIGURA 50:** Fluxo dos principais atores envolvidos na cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares.

Fonte: Couto (2016).

Legenda:

As ATA [B] enviam seus resíduos para empresas gerenciadoras de resíduos [M], que realizam a coleta, a descaracterização e a destinação final até as indústrias recicladoras. Algumas ATE [C] comercializam parte de seus resíduos (principalmente as PCI) com os sucateiros e/ou ferros-velhos e as pessoas físicas, que realizam o papel de atravessadores até a destinação final desses materiais. Grande parte dos resíduos de aparelhos celulares é descartada no lixo comum e segue, posteriormente, para o CTR Macaúbas em Sabará (MG) [D].

Unidades filiais (MG, BA, DF, GO) [E]: São unidades filiais de uma empresa multinacional que realizam a coleta de REEE nas suas regiões e enviam para a unidade de Betim (MG), que é especializada em classificação de PCI/REEE. Após a separação e classificação dos REEE, eles seguem para a unidade-matriz em São Paulo (SP), onde grande parte desses materiais é posteriormente exportada para as unidades purificadoras [R].

Associações e cooperativas de catadores [F, G e H]: Realizam a coleta de REEE, incluindo os aparelhos celulares. Os principais compradores de aparelhos celulares das associações e cooperativas de catadores são as ATE [G], que reutilizam os componentes para a recuperação de outros aparelhos. Algumas pessoas físicas também compram esses materiais e desempenham a função de atravessadores até a empresa especializada em reciclagem de PCI/REEE [F]. As partes dos REEE que não são comercializadas são descartadas no lixo comum e seguem, posteriormente, para o CTR Macaúbas em Sabará (MG) [H].

Sucateiros e/ou ferros-velhos [I, J, K e L]: Os resíduos de aparelhos celulares são geralmente comercializados com a empresa especializada em classificação de PCI/REEE [K] e com a empresa especializada em reciclagem de PCI/REEE [I]. Os acessórios dos aparelhos celulares são comercializados junto com a sucata ferrosa dos REEE e os demais materiais, e seguem para a indústria metalúrgica [J]. Os outros materiais que não são comercializados são enviados para o CRT Macaúbas em Sabará (MG) [L].

Empresa especializada em destinação de REEE [N, O, P e Q]: Essa empresa está localizada na região de Belo Horizonte e realiza a coleta, a descaracterização e a destinação adequada dos resíduos dos aparelhos celulares de pessoas físicas e jurídicas. As PCI são comercializadas com as empresas de classificação [N] e reciclagem [O] de PCI/REEE.

As baterias dos aparelhos celulares são enviadas para um aterro industrial particular em Betim [Q], e os outros materiais seguem para as respectivas indústrias de reciclagem [P].

Empresa especializada em reciclagem de PCI/REEE [S]: Os principais rejeitos gerados no processo de reciclagem dos aparelhos celulares são as carcaças plásticas e uma “borra”, que é constituída basicamente por fibra de vidro, epóxi e sílica. Uma empresa gerenciadora de resíduos industriais é paga para realizar a destinação adequada desses materiais (que seguem para indústria cimenteira para coprocessamento).

Entrepósito (URPV e UEP) [T, U, V e W]: São locais existentes em Belo Horizonte para a população destinar parte de seus resíduos (ex.: resíduos de construção civil - RCC, resíduos volumosos – RV; ver Anexo B). Constatou-se que essas unidades não possuem um controle rigoroso e adequado para recebimento e acondicionamento desses resíduos, respectivamente. Os RCC são enviados posteriormente para o CTRS BR-040 [W], para reciclagem. Os demais resíduos seguem para o CTR Macaúbas [V] em Sabará (MG) e para o CTR Maquiné [U] em Santa Luzia (MG). Foi também identificada em uma URPV a comercialização de parte dos REEE que chegam até a unidade. Os funcionários realizam a desmontagem e a separação dos materiais. Em geral, a sucata metálica é comercializada com um sucateiro e/ou ferro-velho [T] e as PCI são vendidas para uma pessoa física. Acredita-se que essa pessoa seja um atravessador desses materiais para as grandes empresas do seguimento.

CTRS BR-040 [X]: Possui uma unidade para reciclagem de resíduos de construção civil. No seu processo de reciclagem, partes dos REEE são identificadas como rejeito. Esse material é enviado para o CTR Maquiné em Santa Luzia (MG).

Ficou claro e destacado neste estudo que a coleta de REEE em Belo Horizonte ainda não está implementada e que não existe nenhum tipo de controle efetivo por parte do governo/prefeitura. Consequentemente, não há a aplicação de sistema de logística reversa ou a aplicação de algum item mencionado na PNRS em relação à gestão de REEE. No entanto, foi possível se traçar como têm sido os fluxos ou as rotas dos REEE em Belo Horizonte (Figuras 51, 52 e 53).

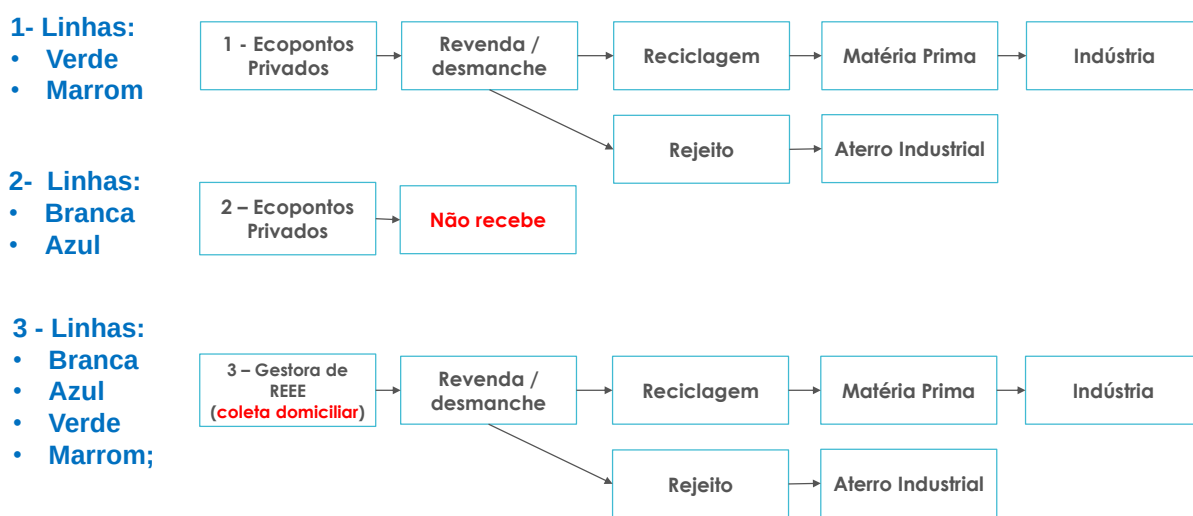


**FIGURA 51:** Fluxo alternativos dos REEE Belo Horizonte

Fonte: dados de pesquisa

Os REEE das linhas verde e marrom (*desktops*, *notebooks*, impressoras, aparelhos celulares, televisor de Tubo/monitor, televisor de Plasma/LCD/monitor) puderam ser identificados em duas situações de fluxos (Figura 51). Os REEE da linha branca e azul (geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-louças, ar condicionado, DVD VHS, produtos de áudio,

batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras) de um modo geral são enviados somente para os ecopontos públicos. Se existir em condições de reuso ou de venda de componentes esse é feito, caso contrário, são destinados para o aterro sanitário. Os REEE de lâmpadas, pilhas e baterias puderam ser identificados em possibilidades de fluxo (Figura 52):

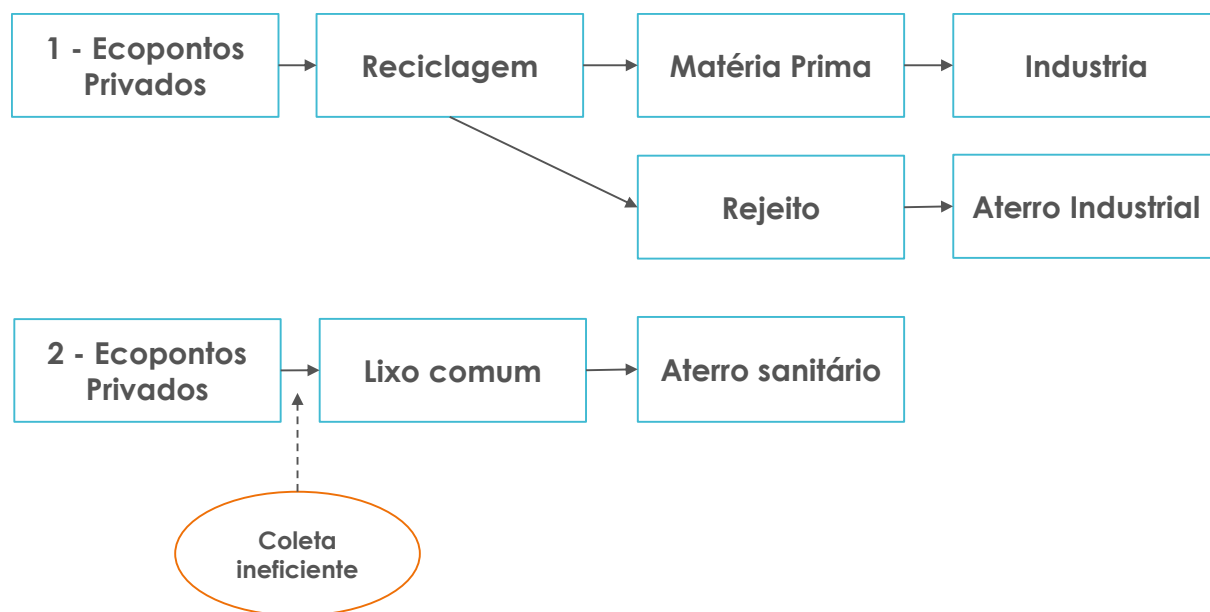


**FIGURA 52:** Fluxos dos REEE (lâmpadas, pilhas e baterias) em Belo Horizonte  
Fonte: dados de pesquisa

A partir dos ecopontos foi possível identificar quais as rotas dos REEE coletados em Belo Horizonte nos ecopontos privados (Figura 53).

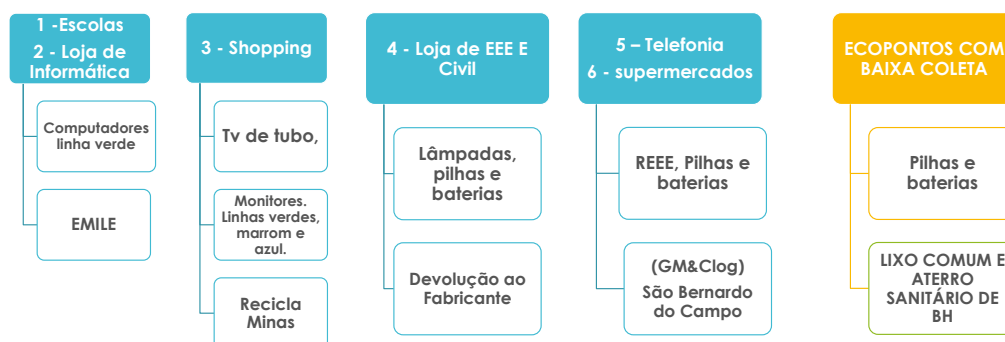


**FIGURA 53:** Resumo da rotas identificadas nesse estudo para os REEE gerados em Belo Horizonte

Fonte: dados de pesquisa

No estudo sobre a logística reversa de embalagens, Couto (2017) elaborou uma síntese apresentando os principais desafios a serem enfrentados para a implantação da logística reversa no Brasil. Sua síntese inclui os mesmos desafios a serem enfrentados para o retorno dos REEE por meio do sistema reverso (Tabela 25).

**TABELA 25:** Desafios do Sistema de Logística Reversa no Brasil em relação aos aspectos políticos e legais.

| <b>Categoria</b>          | <b>Desafio</b>                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Legislação e normatização | Necessidade de revisão da legislação em relação às questões relacionadas ao gerenciamento dos resíduos perigosos que estão no SLR.                                                                                                             |
|                           | Necessidade ou não de termo de doação dos resíduos, no caso da transferência de resíduos eletrônicos.                                                                                                                                          |
|                           | Custeio de produtos órfãos.                                                                                                                                                                                                                    |
|                           | Complementação de marco regulatório com o objetivo de não favorecer o desenvolvimento de negócios sem atendimento aos requisitos legais e técnicos relacionados aos SLR.                                                                       |
| Aspectos tributários      | Estabelecimento de critérios para isenção de tributação da atividade de LR.                                                                                                                                                                    |
|                           | Definição de critérios para isenção de tributação da atividade de LR.                                                                                                                                                                          |
|                           | Promoção do mercado da reciclagem por meio de incentivos fiscais pelo uso de material reciclado, venda de produtos com conteúdo reciclável ou com <i>design</i> ecológico.                                                                     |
| Instrumentos financeiros  | Linhas de créditos para investimentos em infraestrutura das recicladoras regionais.                                                                                                                                                            |
|                           | Criação de incentivos no mercado para vários atores envolvidos nos SLR.                                                                                                                                                                        |
| Controle ambiental        | Promover a articulação entre fabricantes, importadores, comércio, recicladores e poder público, para alinhamento dos objetivos do SLR, com a criação de instrumentos de controle para garantir que todos se vinculem aos seus respectivos SLR. |
|                           | Regulamentação dos acordos setoriais, possibilitando a fiscalização dos procedimentos estabelecidos.                                                                                                                                           |

Fonte: elaborada por Couto (2017), a partir de Grant Thornton (2011), ABDI (2012, 2013); IBAM (2012; SINDICOM (2012).

Dias et al. (2017) complementam essa afirmação constatada em seu estudo, destacando a escassez de informações e a falta de controle sobre o mercado de reciclagem de REEE como sendo importantes desafios na aplicação dos requisitos legais relacionados. No relatório *The Global E-Waste Monitor*, emitido em 2017, Baldé et al. (2017) destacam a necessidade de conhecer melhor as informações dos REEE, para que os atores envolvidos com as políticas públicas possam acompanhar e identificar as necessidades de ações para promover a gestão dos REEE. Essa é uma necessidade imediata, visto que ainda não há nem se quer a publicação de registro

de quantitativos para a estruturação de uma cadeia de retorno desses resíduos, a partir do sistema de logística reversa.

Existe, certamente, um fosso entre os números de empresas de reciclagem de REEE divulgados e os números reais, pois as operações informais são difíceis de ser identificadas (DIAS et al., 2017). O mesmo ocorreu neste estudo, ao se inventariar os ecopontos de REEE em Belo Horizonte, pois houve um número significativo de divergências entre os *sites* oficiais e o que foi visto *in loco*. Muitos dos ecopontos identificados apresentaram baixa eficiência, provavelmente pelo nível de participação e conhecimento dos próprios responsáveis, o que subentende que não existe uma comunicação adequada voltada para a aplicação desse coletor em ponto estratégico para receber o resíduos doméstico (REEE). Dessa maneira, assim como aconteceu com alguns locais visitados, há grande chance de muitos desses ecopontos terem sido desativados, caso não seja realizado o acordo setorial e sua aplicação para o cumprimento da PNRS (2010).

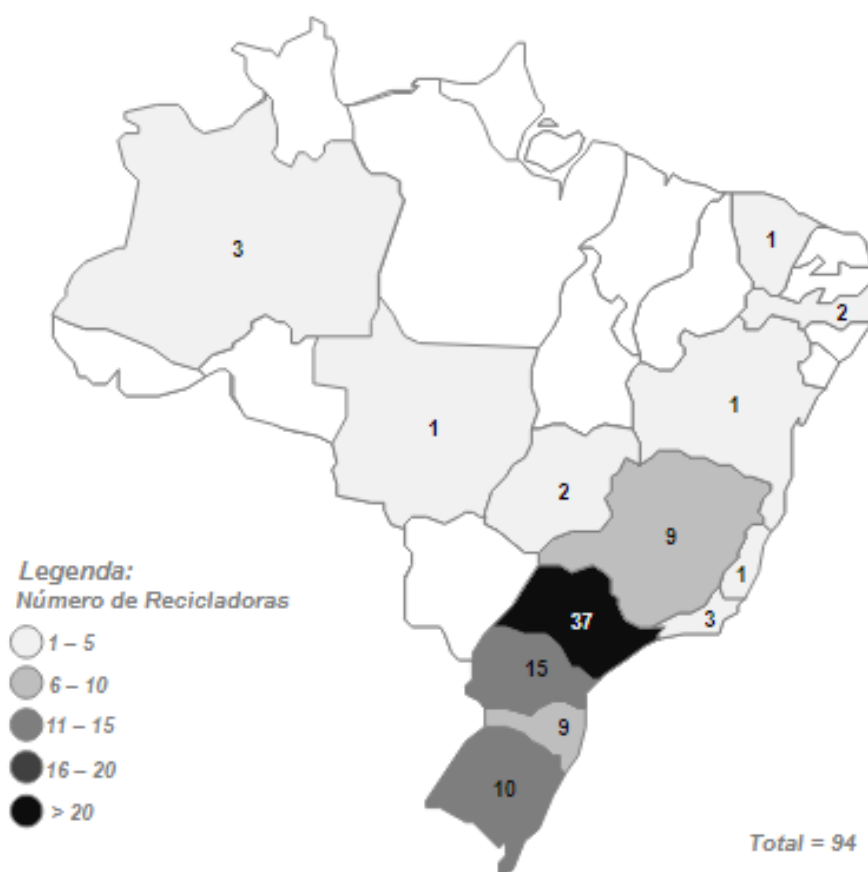


**FIGURA 54:** Empresas de reciclagem de REEE no Brasil.

**Fonte:** ABDI (2012)

Um dos fatores de relevância concluídos por meio da pesquisa de Demajorovic et al. (2016) é que a aplicação da PNRS está ameaçada em seu ponto mais inovador, que é a inclusão dos atores sociais no papel dos catadores e das cooperativas, uma vez que os acordos setoriais tomam outros rumos, ponderados pelas possibilidades discutidas no grupo de estudos, que encontram somente o caminho privado para a sustentabilidade da aplicação da logística reversa, onde se inclui a gestão dos pontos de coleta REEE. Corrêa et al. (2013) ressaltaram que a presença dos catadores na logística reversa de REEE é um fato que adiciona mais complexidade ao sistema.

O que pode ser percebido é que quando os materiais oriundos de REEE são coletados e destinados a um ecoponto, a rota segue para as recicladoras que estão em cidades da região metropolitana de Belo Horizonte, para desmontagem, e depois para São Paulo, onde está o polo mais próximo dentro da Região Sudeste.

Em outra situação, os REEE coletados podem seguir diretamente para São Paulo e dar a sequência de desmontagem e exportação de componentes para a reciclagem. Esse seria um cenário otimista, em que os resíduos coletados teriam uma destinação ambientalmente correta.

Também existe o cenário pessimista, diante da falta de informações básicas sobre a quantidade mensal coletada e o destino dos REEE nos ecopontos visitados, que aponta que esses resíduos coletados cumprem ali o seu objetivo de transmitir uma imagem ambientalmente correta, entretanto, pode ser o retorno para a rota dos aterros sanitários com a inserção dos REEE na rota dos resíduos sólidos urbanos, em outras palavras, o descarte desses matérias nas lixeiras comuns, lembrando que os aterros municipais não são adequados para o recebimento de REEE, dado o seu potencial de periculosidade, conferido, por exemplo, pelos altos níveis de níquel e cádmio em baterias de celular (KOBAL et al., 2013; LIMA et al., 2015).

Se por um lado este estudo apontou que a coleta de REEE em Belo Horizonte não está em fase de implementação e que não existe, ainda, se quer uma formalização de coleta dessa tipologia no município, por outro lado, percebe-se que não existe também uma estrutura formalizada que suportaria uma coleta eficiente para que a logística reversa fosse efetiva, como está definido na PNRS. Demajorovic et al. (2016) relataram que a implantação em larga escala da logística reversa em países em desenvolvimento ainda possui diversos problemas a serem enfrentados, dentre eles: *o volume de coleta insuficiente para sustentar financeiramente a operação; os gaps tecnológicos; e a exportação ilegal de REEE.*

Apesar de ter se passado uma década, as proposições de Franco (2008) para a gestão de REEE em Belo Horizonte continuam atuais, pois nada foi implementado pelo poder público desde os primeiros e principais estudos feitos para o município.

- Formular regulamentos específicos para gestão do descarte de equipamentos elétricos e eletrônicos.
- Estabelecer políticas públicas que incluam a responsabilidade estendida do produtor.
- Retomar o grupo de trabalho do Conama referente a resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos.
- Caracterizar os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos na composição dos resíduos sólidos urbanos dos municípios.
- Estudos acadêmicos sobre os impactos ambientais do descarte inadequado desses resíduos.
- Desenvolver processos de reciclagem ambientalmente adequados, considerando-se a realidade econômica nacional.
- Quantificar os demais resíduos eletrônicos no município.
- Estimar a geração dos resíduos eletrônicos em nível nacional.
- Promover campanhas educativas para conscientização da população sobre o descarte ambientalmente adequado.
- Incorporar o conceito de *ecodesign* e a logística reversa na indústria de equipamentos elétricos e eletrônicos (FRANCO, 2008).

Questões como a periculosidade dos REEE são discutidas, pois impactam o aumento dos custos com os controles operacionais, como o armazenamento desses materiais nos ecopontos e o transporte até o destino/disposição final. Ressalta-se que o município de Belo Horizonte e o Estado de Minas Gerais possuem requisitos legais bem-definidos em relação à tratativa da gestão de resíduos perigosos, embora não estejam implementados para os REEE.

Os importadores questionam os materiais que entram no País de modo clandestino. Seria improvável eles se responsabilizarem pelos produtos que não fazem parte do seu grupo de materiais de importação. Além disso, materiais piratas são importados de outros países que não possuem as mesmas regras de fabricação; portanto, não respeitam os percentuais de metais pesados, por exemplo, em pilhas. Por essa razão, não arcariam com os custos envolvidos com a logística reversa dos materiais que não importaram.

Uma comparação entre as figuras 55 e 56 que representam a avaliação dos instrumentos de gestão existentes para o Estado de MG (que inclui Belo Horizonte) durante esse estudo registra

que os avanços existem mas acontecem em passos lentos e ainda sem uma solução definitiva para a gestão de REEE.

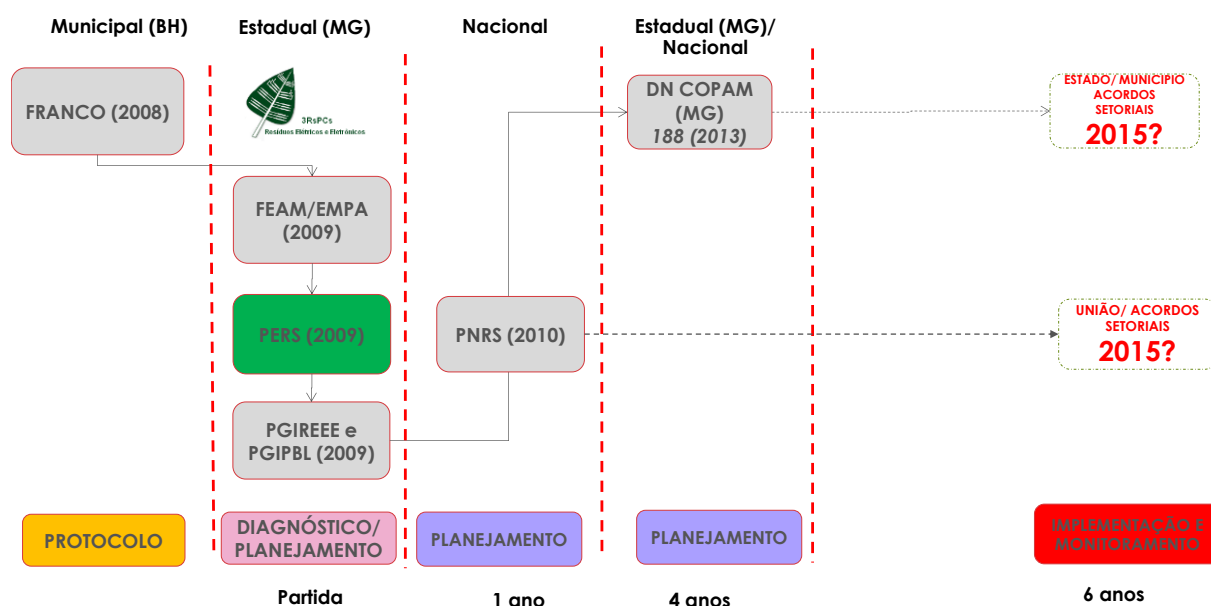


**FIGURA 55:** Estudo dos instrumentos de gestão de REEE no início da pesquisa em 2015.  
Fonte: dados de pesquisa

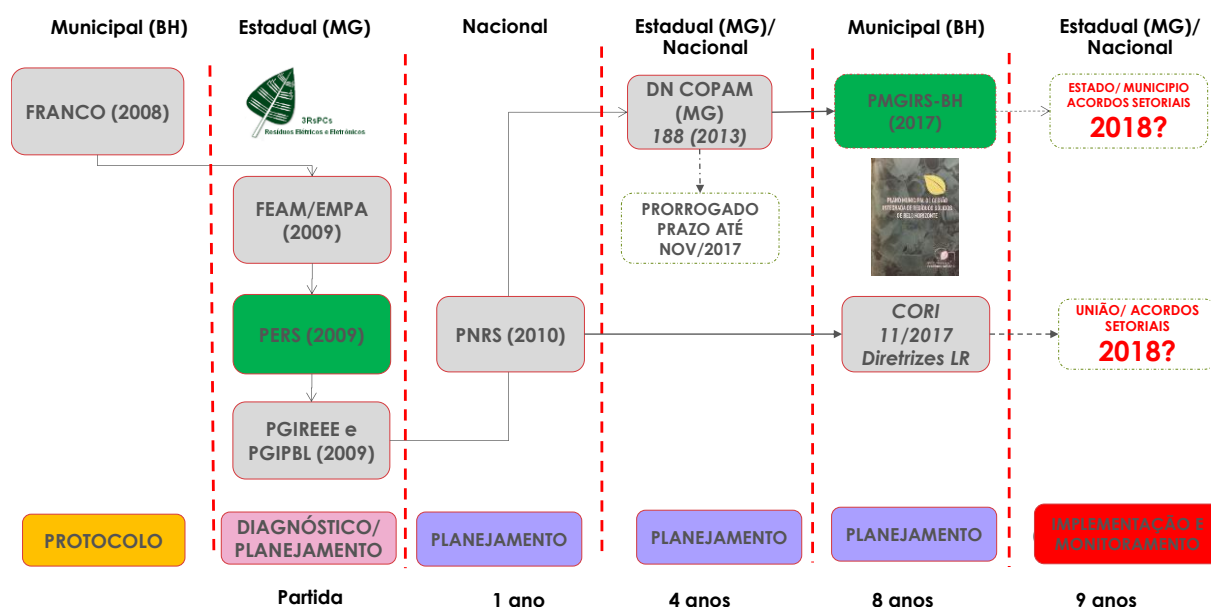


**FIGURA 56:** Estudo dos instrumentos de gestão de REEE no início da pesquisa em 2018.  
Fonte: dados de pesquisa

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo geral foi cumprido, na medida em que foi possível “*analisar a coleta de REEE nos ecopontos de Belo Horizonte*”, no período pesquisado.

O município ainda não possui uma efetiva gestão de REEE, porque não existe ainda uma estruturação das etapas de gerenciamento para implantação da logística reversa e menos ainda um sistema de Gestão definido para essa tipologia de resíduo. Muito embora as responsabilidades já estejam definidas nas Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, ainda não existe uma aplicação mais severa dessas leis. De acordo com o andamento das discussões que ainda estão em curso verificou-se uma tendência de que o poder público deverá atuar exclusivamente na gestão e na fiscalização de uma futura aplicação da logística reversa. A responsabilidade dessa estruturação e da operacionalização da cadeia reversa será definitivamente do fabricante/importador sendo que os custos deverão ser assumidos pelos consumidores, por meio da cobrança antecipada de uma taxa de reciclagem que deverá ser recolhida no ato da aquisição do produto, seguindo alguns modelos internacionais apresentados na literatura, muito embora essa prática não tenha sido definida claramente na PNRS e dependerá das negociações dos acordos setoriais.

O primeiro objetivo específico foi cumprido ao passo em que “*os ecopontos de coleta de REEE foram identificados e caracterizados*” finalizando com um inventário físico de suas localizações na cidade de Belo Horizonte. Para o cumprimento desse primeiro objetivo específico foi necessário passar pelas três fases metodológicas (I – pesquisa documental e bibliográfica, II – identificação dos ecopontos e III – caracterização dos ecopontos). Através da pesquisa em *sites* eletrônicos foi construída uma planilha com endereços de 311 potenciais locais de coleta e ao final se chegou a um total de 96 pontos que coletam algum tipo de REEE. Muitos desses locais listados nos *sites* eletrônicos não existiam ou foram desativados. E dentro os 96 ecopontos inventariados nenhum deles recebiam todas as tipologias de REEE ao mesmo tempo.

Somente foi possível o cumprimento do segundo objetivo específico a partir da triangulação de todos os dados obtidos, da compreensão dos contextos trabalhados em todas as quatro fases metodológicas e finalizando com o cruzamento de poucas informações sobre os ecopontos e os destinos desses resíduos com as informações disponíveis nas poucas literaturas sobre o tema, especialmente para Belo Horizonte.

A literatura existente foi fundamental para apoiar a discussão sobre os resultados uma vez que os dados sobre o fluxo desses resíduos a partir dos ecopontos muitas vezes eram fornecidos de modo subjetivo, inconsistente ou até eram indisponíveis. Foram, portanto, *“identificados os elementos que interferem no desempenho da coleta de REEE, em Belo Horizonte e como eles afetam os resultados das etapas posteriores para a implantação da logística reversa e a valorização desses resíduos”*.

A finalização das discussões e a assinatura do acordo setorial parecem ser os principais limitadores para a implantação da coleta de REEE na cidade, pois se espera dele uma definição de responsabilidades, de padrões operacionais e de requisitos que envolvam todas as etapas da gestão de REEE para que a legislação relacionada com a logística reversa possa ser aplicada.

Questões operacionais, como o adequado armazenamento e o transporte de resíduos perigosos de acordo com as normas técnicas e as leis pertinentes, são pontos de discussão para os quais ainda não existe um entendimento, uma vez que os fabricantes /importadores querem que esses materiais sejam tratados como não perigosos, o que facilitaria toda a operação de armazenamento e transporte, mas implicaria em alteração de normas regulamentadoras e de requisitos legais. Mantendo-se a condição de periculosidade dos REEE serão necessárias adequações substanciais para a regularização das condições de coleta/armazenamento, transporte e destinação desses materiais.

As questões tributárias também são discutidas, com o objetivo de desonerar as operações para o retorno dos materiais descartados, uma vez os empreendimentos alegam que os tributos já foram pagos no ato da expedição do seu produto.

Outra questão discutida é que a viabilidade econômica para implantação da logística reversa envolve os custos e as condições para instalações de linhas para a recuperação de materiais, especialmente aqueles que não são de interesse econômico das empresas de reciclagem. Esses são alguns dos muitos elementos que interferem no funcionamento efetivo da coleta de REEE no município de Belo Horizonte. Também existe um impasse sobre quem assumiria as responsabilidades sobre os resíduos “órfãos” gerados por aqueles produtos que entram de modo ilegal no país sendo que não existe uma rastreabilidade de produção dentro das especificações técnicas tais como níveis de metais pesados o que implicaria em maiores custos ao final do ciclo de vida desse produto; portanto, no tratamento e distinção final dos mesmos.

Enquanto existirem os gargalos que impeçam a assinatura dos acordos setoriais para a implantação da logística reversa de REEE, a etapa de coleta ficará comprometida.

As poucas empresas privadas com atividades relacionadas com a reciclagem de alguns tipos de material de maior valor não são amplamente divulgadas, e na maioria delas existe a limitação da informação como se fosse um segredo industrial, prática que dificulta a produção acadêmica sobre o tema. A literatura existente conta somente com estimativas baseadas em produção/venda para se produzir dados potenciais de geração (qualitativo e quantitativo) sobre a coleta de REEE.

Há que se ressaltar, que durante a pesquisa, concluiu-se que o interesse voluntário no negócio da reciclagem de REEE pelo setor privado esteve relacionado com o valor comercial que seus componentes possuem, especialmente, os das linhas verde (materiais de informática) e marrom (TVs e telas).

Por outro lado, foi evidenciada a inexistência no recebimento por parte da iniciativa privada dos REEE das linhas brancas (geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado e etc) e azul (batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras e etc), considerados de menor valor comercial. Esses materiais somente foram encontrados nas URPVs, ecopontos público.

Dentro do cenário atual da gestão de resíduos sólidos em Belo Horizonte, considerando a densidade populacional, o baixo nível de informação das pessoas, o horizonte para a implantação da logística reversa para REEE parece um pouco mais distante.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH, 2017), ainda que atual, não considera a gestão de REEE como tema prioritário e nem de longo prazo para o município. No entanto, estão previstas ações pelo Estado de Minas Gerais, onde os acordos setoriais (estaduais) e as articulações para a logística reversa de REEE encontram-se em níveis mais avançados e a capital Belo Horizonte poderá sediar os projeto-piloto.

A participação e a conscientização da população foram pouco discutidas nas pesquisas estudadas; portanto, observou-se uma lacuna importante a ser preenchida a partir do pressuposto de que a entrega voluntária dos REEE depende do nível de conscientização das pessoas. Por um lado, a população não sabe ou não participa dessa entrega de REEE nos

ecopontos existentes; por outro lado, também não há ainda estrutura sistêmica que promova a continuidade das etapas posteriores à coleta de todas as tipologias de REEE para que a logística reversa seja efetivamente implementada.

Questões como o planejamento e a implementação para a distribuição e a operacionalização dos ecopontos, o monitoramento de registros consistentes, as definições de indicadores e de metas para maximizar a coleta de REEE, a criação de meios de comunicação que atinjam e envolvam a população em seu papel de responsabilidade quanto consumidor são questões básicas a serem definidas para assegurar uma coleta de boa qualidade que viabilize uma estrutura de logística reversa de REEE.

## **7 PROPOSIÇÕES**

Imaginado-se que já existem discussões avançadas para a definição dos termos dos acordos etoriais para os REEE, optou-se por propor ações em escala local visando a aplicação pontual dentro de uma realidade que foi evidenciada por essa pesquisa. Diante do exposto propõe:

- Pesquisar e inventariar potenciais ecopontos em atividades de sucateiros, cooperativas e associações de reciclagem, com a finalidade de se identificar as informalidades identificar esses outros fluxos dos REEE que não puderam ser mapeados nessa pesquisa;
- Pesquisar as empresas gestoras de reciclagem que recebem os REEE de BH com a finalidade de confirmar os fluxos delineados nessa pesquisa e fechar o ciclo de geração e destino final dos REEE.
- Apurar os quantitativos recebidos pelas empresas gestoras que recebem os REEE de BH com a finalidade de se criar um banco de dados de quantitativos destinados a partir de BH, substituindo assim os dados estimativas por dados reais.
- Identificar nas empresas gestoras os elementos que interferem e prejudicam os seus processos causados a partir de coleta de má qualidade e o que seria uma coleta de boa qualidade.
- Avaliar estrategicamente qual seria a distribuição ideal de Ecopontos de REEE pelas regionais.

## REFERÊNCIAS

- ALAVI, N.; SHIRMARDI, M.; BARBAEI, A.; TAKDANSTAN, A.; BAGHERI, N. *Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of ahvaz city, Iran. Journal of the Air & Waste Management Association*, v. 65, Issue 3, p. 298-305, 2014.
- ALVES, L.A.; SILVA, A.R.P.; PIMENTEL, L.R. *Resíduos Eletrônicos: Considerações sobre a Logística Reversa e sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Universidade Federal de Uberlândia (UFU)-Instituto de Geografia. Maringá, v. 34, n. 3, p. 16-29, 2016. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 2016.
- ANDRADE, M. M. *Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- 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 Manag.*, v. 32, n. 2, p. 335-42, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA (ABDI). *Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise técnica de viabilidade técnica econômica*. Brasília, DF, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS SÓLIDOS ESPECIAIS (ABELPRE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. São Paulo: Abrelpe, 2016. 66 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). *Desempenho setorial em 2017*. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em: 30/05/2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). *Relatório Anual de 2017*. 2018. 124 p, Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/prog18.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). *Cartilha compras sustentáveis*, 2017. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/cartimp.pdf>>. Acesso em: 01/04/2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16156 de 18/03/2013. *Resíduos de equipamentos eletrônicos – Requisitos para a atividade de manufatura reversa*
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Introdução à ABNT NBR ISO 14001:2015*. Sistema de gestão ambiental. São Paulo: ABNT, 2015.
- ASSIS, C. M. *Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte*. 2012. 404 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) –Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

AZEVEDO, L. Peres. *Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo : visão da sustentabilidade*. 2017. 194 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

BALDÉ, C.P., WANG, F., KUEHR, R., HUISMAN, J. *The global e-waste monitor*. United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany, 2014.

BALDÉ, C. P.; KUEHR, R.; BLUMENTHAL, K.; FONDEUR GILL, S.; KERN, M.; MICHELI, P.; MAGPANTAY, E.; HUISMAN, J. *E-waste statistics: Guidelines on classifications, reporting and indicators*. United Nations University, Bonn: IAS-SCYCLE, 2015

BALDÉ, C. P.; FORTI, V.; GRAY, V.; KUEHR, R.; STEGMANN, P. *The global e-waste monitor*. 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. B. Snowball (bola-de-neve): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. In: Congresso Nacional de Educação, 10.; Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 1., 2011. *Anais...* Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011.

BANCO SANTANDER. *Programa de gestão papa-pilhas*. Disponível em: <<http://sustentabilidade.santander.com.br/pt/Praticas-de-Gestao/Paginas/Papa-Pilhas.aspx>>. Acesso em: 29 out. 2015.

BANCO SANTANDER. *Relatório de Sustentabilidade de 2016*. Disponível em: <<https://sustentabilidade.santander.com.br/pt/Praticas-de-Gestao/Paginas/Relatorio-de-Gestao-Ambiental-2016.aspx>>. Acesso em: 19/04/2018.

BARROS, R. T. V. *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.

BARROS, R. T. V.; DUARTE, S. F.; ALMEIDA, S. M.; COUTO, R. C. A.; VARELLA, C. V. S.; BARROS, R. T. V. Análise do fluxo e gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em Belo Horizonte e região. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., Porto Alegre, 2015. *Anais...* Porto Alegre: Ibeas, 2015.

BASEL CONVENTION. Controlling transboundary movements of hazardous and their disposal. Suíça, 1989. Disponível em: <<<http://www.basel.int/Home/tabid/2202/mctl/ViewDetails/EventModID/8051/EventID/330/xmid/8052/Default.aspx>>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Lei nº 8.260 de 03 de dezembro de 2001, que instituiu a Política Municipal de Saneamento. Diário oficial do município, 2001.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. *Planejamento estratégico de Belo Horizonte 2030: cenários exploratórios para Belo Horizonte 2010-2010*. 109p. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<https://bhmetasereultados.pbh.gov.br/content/planejamentoestrat%C3%A9gico-2030>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Superintendência de Limpeza Urbana (SLU). Estatísticas 2016. Disponível em: <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&IdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=42830&lang=pt\\_BR&pg=5600&taxp=0](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&IdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=42830&lang=pt_BR&pg=5600&taxp=0)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Obras e de Infraestrutura. *Plano municipal de saneamento básico de Belo Horizonte - PMSB 2016-2019*. Belo Horizonte, 2016.

BHAZ. *Bairros de Belo Horizonte tomados por lixo após um dia de greve dos garis*. Disponível em: <<https://bhaz.com.br/2016/12/27/bairros-de-bh-sao-tomados-por-lixo-apos-paralisacao-de-garis/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

BRASIL. Lei Federal 12305/2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 3 de ago. 2010.

BRASIL. Deliberação Cori 11. *Cori disciplina a implementação de sistemas de logística reversa. Regulamenta a implementação de sistemas de logística reversa pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, e produtos eletroeletrônicos e seus componentes, entre outros*. Diário oficial da Uniao 26 de setembro de 2017.

BRASIL. Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017. *Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências*. Diário Oficial da União 24/10/2017

CASTRO, M. A. S. *Diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e proposta de modelo em um contexto em Green Supply Chain Management*. 2014. 326 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CEARÁ. Lei nº13103/2001. *Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e da outras providências*. Diário Executivo. Ceará. 24 de jan. 2001.

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DA COLÔMBIA (CNPMLTA). *Manejo de los RAEE a través del sector informal en Bogotá, Cali y Barranquilla*, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpml.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=2](http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=2)>. Acesso em: 07 jun. 2015.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/DD-076-2018-C.pdf>> Acesso em: 20/06/2018).

CICLOSOFT 2016. Radiografando a coleta seletiva. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). *Serviços eletroeletrônicos*. Disponível em: <<http://cempre.org.br/servico/eletroeletronicos/lista/v1/11>> Acesso em: 29 nov. 2018.

COELHO, L. M. G.; LANGE, L. C. Applying life cycle assessment to support environmentally sustainable waste management strategies in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 128, p. 438-450, January 2018.

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

COUTO, R. C. A. *Gestão da cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares em Belo Horizonte (MG)*. 2016. 155 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

COUTO, M. C. L. *Modelo logístico para localização de instalações destinadas à logística reversa de embalagens pós-consumo*. 2017. 258 p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - 2017.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L.C.; ROSA, R.A.;COUTO,P.R.L.. Planning the location of facilities to implement a reverse logistic system of post-consumer packaging using a location mathematical model. *Waste Management & Research*, by Associate Editor Alberto Bezama, Vol. 35 (12) 1254-1265, Agosto de 2017. 2017.

DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E. E. F.; SOUZA, M. T. S.. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XIX, n. 2 p. 119-138, abr.-jun. 2016.

DEMAJOROVIC, J.; MASSOTE, B.. Acordo Setorial de Embalagem: Avaliação à Luz da Responsabilidade Estendida ao Produtor. *Revista de Administração de Empresas-FGV-EAESP*, São Paulo, v. 57, n. 5 p. 470-482, set.-out. 2017.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). *Acordo setorial para logística reversa de lâmpadasfluorescentes, de vapor de sódio e de luz mista*. Brasília: DOU, 2015.

DIAS, P.; MACHADO, A.; HUDA, N.; BERNARDES, A. M. Programa de Pós-graduação ao em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGE3M), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). *Journal of Cleaner Production*. Disponível em: <file:///C:/Users/user /Documents/01.%20D%C3%A9bora/2018/Disserta%C3%A7%C3%A3o/DIAS%20et%20all,%202017.htm>. Acesso em: 19 out. 2017.

DINAMICA AMBIENTAL. *Conheça alguns exemplos de logística reversa e a reutilização do lixo industrial*. Publicado em 10 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.dinamicaambiental.com.br/blog/sustentabilidade/conheca-exemplos-logistica-reversa-reutilizacao-lixo-industrial/>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

Diretiva WEEE (2002/96/EC). Disponível em: <[http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ac89e64f-a4a5-4c13-8d96-1fd1d6bcaa49.0004.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ac89e64f-a4a5-4c13-8d96-1fd1d6bcaa49.0004.02/DOC_1&format=PDF)>. Acesso em: 21 agosto 2018.

DWIVEDY, M.; MITTAL, R. K. An investigation into e-waste flows in India. *Jornal of Cleaner Production*, Índia. v. 37, p. 229-242, 2012.

EMILE-Descarte de Eletrônicos. Disponível em:< <https://emile.net.br/>> Acesso em: 08/04/2018).

ECO ELETRO. *Projeto de reciclagem de eletrônicos – fase 2. Manual de Implementação*. Instituto Gea – Ética e Meio ambiente & Laboratório de Sustentabilidade. São Paulo: Abril, 2015.

SWISS FEDERAL LABORATORIES FOR MATERIALS TESTING AND RESEARCH (EMPA). Disponível em: <<http://www.empa.ch/>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

EM. *População despeja lixo na porta de unidades que recebem pequenos volumes de entulho*. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/23/interna\\_gerais,939624/populacao-despeja-lixo-na-porta-de-unidades-que-recebem-entulho.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/23/interna_gerais,939624/populacao-despeja-lixo-na-porta-de-unidades-que-recebem-entulho.shtml)>. Acesso em: 31 mar. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). *Apresentação de propostas para logística reversa de eletroeletrônicos tem prazo prorrogado*. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1578-apresentacao-de-propostas-para-logistica-reversa-de-eletroeletronicos-tem-prazo-prorrogado#>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). *Seminário internacional discute soluções para resíduos eletroeletrônicos*. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/625-seminario-internacional-discute-solucoes->>. Acesso em: 21 mar. 2018.

FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C. Manual de normalização de publicações técnico-científicas. 9. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

FRANCO, R. G. F. *Protocolo de referência para a gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte*. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) –Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

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, 2011. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 16. n. 1, p. 73-82, 2011.

GM&CLOG.*Soluções em Logística Reversa e Reciclagem*. Disponível em:< <http://www.gmclog.com.br/site/>>. Acesso em: 08/04/2018.

GODOI, C. K.; MATTOS, P. L. C. L. Entrevista qualitativa: instrumento de pesquisa e evento dialógico. In: GODOI, C. K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A. B. (Org). *Pesquisa, estratégia e métodos*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 301-323.

GREEN ELETRON. *Gestora de logística reversa*. Disponível em: <<https://www.greeneletron.org.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

GSMA- Economia móvel- América Latina e Caribe. Disponível em:<<https://www.gsma.com/latinamerica/mobile-economy-latin-america-2017>>. Acesso em: 05/04/2018.

HEACOCK, M.; KELLY, C. B.; ASANTE, K. A.; BIRNBAUM, L. S.; BERGMAN, Å. L.; BRUNÉ, M.-N.; BUKA, I.; CARPENTER, D. O.; CHEN, A.; HUO, X.; KAMEL, M.;

LANDRIGAN, P. J.; MAGALINI, F.; DIAS-BARRIGA, F.; NEIRA, M.; OMAR, M.; PASCALE, A.; RUCHIRAWAT, M.; SLY, L.; SLY, P. D.; van der BERG, M.; WILLIAM, A. E-waste and harm to vulnerable populations: A growing global problem. Suk1. *Environmental Health Perspectives*, v. 124, n. 5, , p. 550-555, May 2016. Disponível em: <<https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/124/5/ehp.1509699.alt.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

HERNANDEZ, C. T.; MARTINS, A. S.; CASTRO, R. C. Modelo de gerenciamento da logística reversa. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 445-456, jun. 2012.

HYLA. *Why Hyla?* Disponível em: <<http://www.hylamobile.com/why-hyla/>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Instrução Normativa nº 13, 18 de dezembro de 2012. *Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, com base na necessidade de padronizar a linguagem utilizada para a prestação de informações sobre a geração destes produtos, facilitando a gestão e o gerenciamento nos diversos níveis, desde a geração, até a destinação final ambientalmente adequada*. Brasília: Diário Oficial da União, Seção 1, n. 245, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: 02 mar. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

INSTITUTO GEA-ÉTICA E MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

KOBAL, A. B. C.; SANTOS, S. M.; SOARES, F. A.; 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, fev. 2013.

LEITE, Paulo Roberto. *Canais de Distribuição Reversos*. Revista Tecnológica. São Paulo, Março/1998a.

LEITE, R. L.; BRITO, E. P. Z. *Logística reversa de produtos não-consumidos*: Práticas de empresas no Brasil. *Revista Eletrônica Gestão Organizacional*, v. 3, n. 3, p. 214-229, set./dez. 2005.

LEITE, P. R. *Logística reversa: Meio ambiente e competitividade*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEPAWSKY, J. Legal geographies of e-waste legislation in Canada and the US: Jurisdiction, responsibility and the taboo of production. *Geoforum*, v. 43, Issue 6, p. 1194-1206, November 2012.

LIMA, A. F. O.; SABIA, R. J.; TEIXEIRA, R. N. P.; JÚNIOR, F. A. V. S. Gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. *Latin American Journal of Business Management*, v. 6, n. 2, p. 109-126, jan.-jun. de 2015.

MACEDO, L. A. R. *Avaliação do gerenciamento dos resíduos de medicamentos domiciliares no município de Belo Horizonte, MG*. 2015. Dissertação (Mestrado Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

MIGUEZ, E. C. *Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: Benefícios ambientais e financeiros*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 18031/2009. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e da outras providências. Diário Executivo. Minas Gerais. 13 de jan. 2009.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. Assuntos Internacionais. Disponível em: <<http://www.sain.fazenda.gov.br/assuntos/politicas-institucionais-economico-financeiras-e-cooperacao-internacional/ocde>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 05 out. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 de novembro de 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

OLIVEIRA, U. R. *Contribuições para a melhoria da gestão de resíduos eletroeletrônicos no Brasil, no contexto da sustentabilidade ambiental*. 2016. 197 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL (ONUBR). Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

PECORA, V.; VELÁZQUEZ, S. M.; COELHO, S. Aproveitamento do biogás proveniente dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia elétrica: Estudo de caso em São Paulo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 4., Curitiba, PR, 2009. *Anais...* Curitiba, PR, 2009.

PROGRAMA SUSTENTARE. Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.sustentare.rs.gov.br/o-que-e>>. Acesso em: 05/04/2018.

PINHEIRO, E. L. P.; MONTEIRO, M. A.; ALMEIDA, R. N.; FRANCO, R. G. F.; PORTUGAL, S. M. *Plano de gerenciamento integrado de resíduos de equipamentos elétricos, eletrônicos – PGIREEE*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.

PINTO, T.; GONZÁLEZ, J. (Coord.). *Manejo e gestão de resíduos da construção civil*. v. 1. Brasília: CEF, 2005.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). *Endereços de ecopontos*. Disponível em: <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=34907&lang=pt\\_BR&pg=5600&taxp=0](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=34907&lang=pt_BR&pg=5600&taxp=0)>. Acesso em: 02 abr. 2018.

PROGRAMA DA ONU PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>> Acesso em: 13 mai. 2015.

RECICLAR MINAS. Disponível em: <<http://www.reciclarminas.com.br/home>>. Acesso em: 08/04/2018.

REIDLER, N. M. L. *Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em instituições de ensino superior. Estudo de caso e diretrizes para a elaboração de um plano de gestão integrada*. 2012. 210 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de saúde Pública da USP, São Paulo, 2012.

RIOS, I. G. T.. *Registros Ambientais no processo de design de Produtos eletrônicos – Contribuições para a gestão da obsolescência*. 2012. Dissertação (Mestrado em Design) - Pós-Graduação em Design. Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte. 2012.

ROCHA, G. H. T.; GOMES, F. V. B.; PORTE, M. S.; PORTUGAL, S. M.; ALMEIDA, R. N.; RIBEIRO, J. C. J. *Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2009. 85 p.

RODRIGUES, A. C. *Fluxo domiciliar da geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo, SP: Caracterização e subsídios para políticas públicas*. 2011. 247 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós Graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.

RODRIGUES, A. C.; GUNTHER, W. M. R.; BOSCOV, M. E. G. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de origem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo. *Engenharia Sanitária e Meio Ambiente*, v. 20, n. 3, p. 437-447, jul./set. 2015.

RUCEVSKA, I.; NELLEMAN, C.; ISARIN, N.; YANG, W.; LIU, N.; YU, K.; SANDNÆS, S.; OLLEY, K.; MCCANN, H.; DEVIA, L.; BISSCHOP, L.; SOESILO, D.; SCHOOLMEESTER, T.; HENRIKSEN, R.; NILSEN, R. *Waste crime – Waste risks: Gaps in meeting the global waste challenge*, United Nations Environment Programme, 2015. 68 p. Disponível em: <[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9648/-Waste\\_Crime\\_-\\_Waste\\_Risks\\_Gaps\\_in\\_Meeting\\_the\\_Global\\_Waste\\_Challenge\\_a\\_Rapid\\_Response\\_As.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9648/-Waste_Crime_-_Waste_Risks_Gaps_in_Meeting_the_Global_Waste_Challenge_a_Rapid_Response_As.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>. Acesso em: 26 out. 2017.

SANT'ANA, L. T. *A gestão de resíduos de eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: Legislações, práticas e formas de cooperação interorganizacionais*. 2014. 254 p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2014.

SEBRAE. *Relatório de Sustentabilidade, 2016*. Disponível em: <<https://sis.sebrae-sc.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/reciclagem-de-residuos-eletronicos/5774001d355332190018883b>>. Acesso em: 19/04/2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR). *Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos*. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/2.5-planos-municipais-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR). *Acordo setorial de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista*. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/acordo-setorial-de-lampadas-fluorescentes-de-vapor-de-sodio-e-mercurio-e-de-luz-mista>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

STEP – *Solving The E-Waste Problem*. Disponível em: <http://www.step-initiative.org/step-e-waste-world-map.html>. Acesso em: 04 abr. 2018.

SWICO. *Tecnical Report 2017*. Disponível em: <[www.erecycling.ch/download/file/fid/1462](http://www.erecycling.ch/download/file/fid/1462)>. Acesso em: 11 out. 2017.

TAJRA, F. S.; LIRA, G. V.; RODRIGUES, A. B.; JUNIOR, L. G. PDCA como proposta metodológica associada à Auditoria em Saúde: relato de experiência de Sobral, Ceará. *Revista Eletrônica Tempus – Actas de Saúde Coletiva*. Dez 2012. Disponível em: <<http://www.tempusactas.unb.br/index.php/tempus/article/view/1216>>. Acesso em: 13 set. 2017

TORRES, D.; GUZMÁN, S.; KÜHR, R.; MAGALINI, F.; DEVIA, L.; CUEVA, A.; HERBECK, E.; KERN, M.; ROVIRA, S.; DRISSE, M. N. B.; SILVA, A. S.; PASCALE, A.; LABORDE, A.; KITSARA, I.; SOUZA, G. C. G.; RIVERO, I. B. *Gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina*. UIT, Convenio de Basileia, CRBAS. UNESCO, OMS, ONUDI, OMPI, CEPAL: Centro Regional Basileia para América del Sur, 2015.

UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 2012/19/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 04 de junho de 2012*. Referente ao resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (reformuladas). Jornal Oficial da União Europeia, 27 jul. 2012. p. 38-70.

VOLPY. *Le concept*. Disponível em: <<https://www.volpy.com/#concept>>. Acesso em: 16 out. 2017.

YIN, R. Estudo de caso: Planejamento e métodos. 2. ed. Trad. de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.

# ANEXO 1 – ROTEIRO – CARACTERIZAÇÃO DOS ECOPONTOS

Folha 1- frente

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE ECOPONTOS DE BELO HORIZONTE E REGIAO – COLETA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS - REEE</b>                                                                                                                                                                                                              |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      | Revisão: 01<br>Data: 03/08/15<br>Elaboração: Débora Ferreira<br>Verificação: Dr. Raphael Tobias |  |
| Aluno:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                   |      | Data da coleta da informação:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                                                                                                 |  |
| Curso:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                                                                                   |      | Período:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                 |  |
| <b>1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO ECOPONTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Nome                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Endereço                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Bairro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          | Município                                                                         |      | UF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      | CEP                                                                                             |  |
| DDD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | Fone                                                                              |      | E-mail                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                                                                                 |  |
| <b>3. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DO ECOPONTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Assinalar Datum:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          | [ ] SAD 69                                                                        |      | [ ] WGS 84                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      | [ ] Córrego Alegre                                                                              |  |
| Formato:<br>Lat/Long                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Latitude |                                                                                   |      | Longitude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                                                                                                 |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Grau:    | Min:                                                                              | Seg: | Grau:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Min: | Seg:                                                                                            |  |
| <b>4. CARACTERIZAÇÃO DO ECOPONTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| <b>4.1 TIPO DE ECOPONTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Tamanho:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | Altura:                                                                           |      | Largura:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      | Profundidade:                                                                                   |  |
| Capacidade:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          | (colocar a unidade: kg, m³, etc)                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Fotos e croqui:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          | (colocar aqui o registro fotográfico e o croqui do coletor e local de instalação) |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| Tipo de Ecoponto:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| <input type="checkbox"/> URPV <sup>1</sup> da PBH<br><input type="checkbox"/> Sucateiro<br><input type="checkbox"/> Coletor particular: _____<br><input type="checkbox"/> Shopping: _____<br><input type="checkbox"/> Loja: _____<br><input type="checkbox"/> Coleta itinerante: (especificar a entidade)<br><input type="checkbox"/> Ong: (nome) _____ |          |                                                                                   |      | <input type="checkbox"/> LEV <sup>2</sup> da PBH<br><input type="checkbox"/> Supermercado: _____<br><input type="checkbox"/> Repartições públicas: _____<br><input type="checkbox"/> Praça<br><input type="checkbox"/> Empresa privada: _____<br><input type="checkbox"/> Cooperativa: __ (nome) _____<br><input type="checkbox"/> Outros: (citar) _____ |      |                                                                                                 |  |
| <b>4.2 - TIPOLOGIAS COLETADAS (veja lista no anexo I)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |
| <input type="checkbox"/> 1- EEE maior porte<br><input type="checkbox"/> 3 - Televisores e monitores<br><input type="checkbox"/> 5 - Pilhas e baterias<br><input type="checkbox"/> 7 - Celular baterias de celular<br><input type="checkbox"/> Observação: veja observação                                                                               |          |                                                                                   |      | <input type="checkbox"/> 2 - Refrigeração e condicionamento de ambientes<br><input type="checkbox"/> 4 - Lâmpadas<br><input type="checkbox"/> 6 - equipamentos de informática<br><input type="checkbox"/> 8 - Outros: sucata elétrica em geral, afiação e etc                                                                                            |      |                                                                                                 |  |
| <b>4.3. DESCRIÇÃO DO ECOPONTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                                                                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                 |  |

<sup>1</sup> Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

<sup>2</sup> Local de Entrega Voluntária



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DE ECOPONTOS DE BELO HORIZONTE E REGIAO – COLETA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS - REEE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Revisão: 01<br>Data: 03/08/15<br>Elaboração: Débora Ferreira<br>Verificação: Dr. Raphael Tobias |
| <p><b>Nome do Ecoponto:</b> _____</p> <p><b>Descrever as condições de conservação:</b> <i>(adequadas ou inadequadas: especificar)</i></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>Tempo de armazenamento:</b> _____</p> <p><b>Destino:</b> _____</p> <p><b>Quantidade armazenada no dia da coleta de dados:</b> _____</p> <p><b>Observações:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |
| <p align="center"><b>ANEXO I</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |
| <p>1 – EEE de Maior Porte: máquina de lavar roupa, secadora, máquina de secar roupa, máquina de lavar louça, micro-ondas, forno elétrico, equipamentos de maior porte.</p> <p>2 – Aparelhos de ar condicionado e refrigeradores/geladeiras.</p> <p>3 – Televisores e monitores de TV,</p> <p>4 – Lâmpadas: compactas, fluorescentes, vapor de sódio, xênon.</p> <p>5 – Pilhas e baterias de pequeno porte: pilhas alcalinas, bateria em geral.</p> <p>6 – Equipamentos de informática: equipamentos de mesas, <i>notebook, tablet</i>, impressora, copiadora.</p> <p>7 – Celular e baterias de celular: <i>smartphones, aparelhos de celular em geral, baterias de telefones celulares.</i></p> <p>8 – Outros: sucata elétrica em geral: fios, componentes elétricos, condutores, equipamentos desportivos, equipamento eletroeletrônico de menor porte como aspirador de pó, liquidificador.</p> |                                                                                                 |