



III-070 – ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (REEE) EM BELO HORIZONTE E REGIÃO

Raphael Tobias de Vasconcelos Barros⁽¹⁾

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UFMG)

Francisco de Paula Antunes Lima

Professor do Departamento de Engenharia de Produção (UFMG)

Cinthia Versiani Scott Varela

Bolsista DTI do CNPQ e pesquisadora do Núcleo Alternativas de Produção (EE-UFMG)

Vítor Rocha Santos

Acadêmico de Engenharia Civil (UFMG)

Endereço⁽¹⁾: Escola de Engenharia da UFMG – *campus* Pampulha. Av Antonio Carlos, 6.627, CEP 31.270.901 – Belo Horizonte (MG) – Brasil. Tel 00 55 31 3409 1926. Email: raphael@desa.ufmg.br

Agradecemos a acadêmica de Engenharia Civil da UFMG, Marina Fontes Albuquerque, pelas contribuições dadas no começo da pesquisa.

RESUMO

A geração, o consumo e o descarte dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) se configuram na atualidade como um grande problema para a sociedade em geral, caracterizado pelo aumento nesta geração, pela rápida mudança das características físicas e químicas destes produtos e pela aceleração de sua obsolescência. Até a edição da lei da Política nacional de resíduos sólidos (2010), Belo Horizonte (MG) e região contavam com pouquíssimos instrumentos locais (a Lei estadual de resíduos sólidos é de 2009 e tem uma única referência aos REEE) como, por exemplo, o código de saúde estadual (de 2004). O objetivo deste artigo é conhecer a situação da produção destes resíduos na região de Belo Horizonte, de modo a melhorar sua gestão e a otimizar seu reaproveitamento e reciclagem. Foram feitos levantamentos junto a instituições (visitas presenciais, contatos eletrônicos e telefônicos) que tratam da questão, e baseados em documentos existentes. Os resultados desse estudo - de caráter preliminar - foram divididos em três partes: caracterização dos atores e discussão sobre seu papel, elaboração de fluxograma do caminho percorrido pelos REEE e o levantamento quantitativo de estimativas relacionadas aos REEE em BH e região. Os dados levantados evidenciam a dificuldade de obtenção de informações precisas e fidedignas sobre a produção dos REEE, visto que aqueles de menor porte são descartados sumariamente junto com os resíduos sólidos domiciliares e que esta problemática ainda não é de interesse da população. O mercado, no entanto, começa a mostrar dinâmica diante dos volumes crescentes e da possibilidade de negócios que os REEE representam. Este levantamento é uma fotografia do processo por que passa a gestão de RS de qualquer natureza no Brasil, num momento em que a lei nacional vem se juntar às pressões da opinião pública para melhorar da situação de sua disposição final. Uma tônica deste estudo é a possibilidade de ampliar a atuação na gestão dos REEE das cooperativas de catadores de materiais recicláveis, que em BH têm uma sólida experiência com outros materiais recicláveis.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos eletroeletrônicos, monitoramento, recuperação de REEE, cadeia produtiva da reciclagem de REEE.

INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de um projeto mais amplo em curso, de valorização de resíduos sólidos, realizado com apoio da FINEP, e em rede com outras 4 universidades brasileiras (UFC, UFT, UFBA e Unisinos). Desenvolvido a partir de meados de 2013, este estudo constitui trecho introdutório de pesquisa, que caracteriza a produção dos REEE na região, contextualizando as condições de possível reaproveitamento dos REEE. Este levantamento aqui discutido se deu entre junho de 2013 e o começo de 2014, propiciando portanto elementos que permitam desenvolver as demais etapas previstas na pesquisa.

METODOLOGIA

Para a realização do diagnóstico da situação dos REEE foram feitas revisão bibliográfica e visitas técnicas *in loco* aos atores que estavam envolvidos com esse resíduo. A revisão bibliográfica partiu das publicações que focavam nos REEE em Belo Horizonte e região e depois foi expandida. Foram consultados documentos oficiais (relatórios da Superintendência de Limpeza Urbana/PBH, estudos, leis *etc*), documentos acadêmicos (teses e monografias), anais dos últimos encontros, seminários e congressos de engenharia ambiental e gestão de resíduos sólidos, sítios da *internet*, estudos comparativos elaborados em outras cidades. As fontes foram classificadas em 6 categorias: diagnóstico de geração de resíduos, inclusão de catadores na gestão de REEE, marco jurídico, reuso e acondicionamento, sistemas de gestão de REEE e geral (estudos transversais que abrangem mais de um tema).

Com base nesse levantamento bibliográfico e por meio de pesquisas na *internet* foram identificados os atores que estão envolvidos com os REEE em Belo Horizonte e região. Sintetizadas na Tabela 1, foram feitas entrevistas telefônicas e presenciais com parte desses atores, em que foram utilizados questionários semi-estruturados que orientassem essa intervenção.

Tabela 1 – Empresas identificadas e empresas visitadas de acordo com as atividades executadas por elas

Atividades	Atores	Número de empresas identificadas (NEI)	Número de empresas visitadas (NEV)	(%) NEI/NEV
Reuso e acondicionamento	Organizações assistenciais e públicas	3	1	33
Coleta, triagem e descaracterização de REEE	Associações de catadores, sucateiros, empresas especializadas em REEE	20	7	35
Processamento de PCI ¹	Empresas especializadas PCI proveniente de REEE	2	2	100
Processamento de metais proveniente de REEE	Siderúrgicas em geral	1	0	0
Processam de plásticos proveniente dos REEE	Empresas recicladoras de plásticos proveniente dos REEE	0	0	0
Processamento de vidro proveniente dos REEE	Empresas recicladoras de vidros proveniente de REEE	0	0	0
Disposição final de REEE	Aterros especiais	1	1	100
Órgãos gestores municipais e estaduais	SLU ² , FEAM ³ , GELAI ⁴ , CMRR ⁵	4	3	75
Entidades representantes do setor empresarial	FIEMG ⁶ , ABINEE ⁷	2	2	100

¹ PCI – placas de circuito impresso

² SLU – Superintendência de Limpeza Urbana

³ FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

⁴ GELAI – Gerência de Licenciamento das Atividades Industriais

⁵ CMRR – Centro Mineiro de Referência em Resíduos

⁶ FIEMG – Federação da Indústria do Estado de Minas Gerais

⁷ ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

Estima-se que o número de empresas envolvidas na recuperação e processamento dos REEE seja bem superior ao levantado, que devido a informalidade do setor, presente principalmente nas etapas de coleta, triagem e descaracterização, a identificação dessas empresas fica comprometida. As informações foram organizadas, sistematizadas e analisadas. Na análise dos dados, foram utilizados dados secundários e primários, levantados



através das visitas técnicas. Estes dados, que constituem um levantamento inicial, foram organizados e apresentados em gráficos, tabelas e mapas.

O estudo foi focado em Belo Horizonte; assim, os órgãos gestores levantados são aqueles vinculados à prefeitura municipal da cidade e aqueles que têm abrangência estadual. Em determinados momentos foi necessário extrapolar as fronteiras municipais, principalmente para identificar algumas entidades que processam os REEE produzidos na cidade.

Os equipamentos eletroeletrônicos (EEE), aqueles que dependem de correntes elétricas ou de campos magnéticos para funcionarem, abrangem uma quantidade enorme de diferentes tipos de produtos, que são comumente categorizados como linhas branca, marrom, verde e azul (ABDI, 2013). Neste estudo foram focados alguns materiais [computadores, celulares (linha verde) e televisores (linha marrom)], embora possam ser considerados outros produtos e materiais em determinados momentos.

RESULTADOS

Os resultados desse estudo foram divididos em três partes: caracterização dos atores, fluxograma caminho percorrido pelos REEE e estimativas quantitativas relacionadas aos REEE em BH e região.

Caracterização dos atores

Os elementos da gestão de REEE em Belo Horizonte em região foram divididos em dois grupos. O primeiro está relacionado com os atores que processam os materiais, ou seja, as entidades que trabalham com o reuso e recuperação de REEE (principalmente computadores), coleta, triagem, descaracterização e processamentos dos diferentes tipos de materiais proveniente dos REEE. O segundo grupo são as entidades que desenvolvem políticas e ações no setor de REEE, sejam instituições públicas municipais e estaduais, sejam representantes do setor empresarial.

As informações relacionadas ao primeiro grupo foram sintetizadas na Tabela 2 (os nomes foram omitidos por razões de preservação das fontes e das informações):

Tabela 2 – Atores que processam os REEE em BH e região

Empreendimento	REEE processados	Atividades produtivas	Quant. Processada de REEE (t/mês)	Produtos finais
A	Celulares, computadores e placas	Separação de componentes das placas de celular e PC, produção de ligas metálicas	3 (placas)	Ligas metálicas
B	Resíduos perigosos oriundos de REEE (CRT, baterias etc)	Aterro classe 1 e 2, pré-tratamento de resíduos, co-processamento, tratamento de lâmpadas fluorescentes	Não Informada	Destinação final dos REEE
C	REEE, exceto lâmpadas, geladeiras, pilhas, baterias e outros que são considerados poluentes.	Coleta e descaracterização	40	Metais, vidros, plásticos e PCI
D	Informática geral, motores, eletrodomésticos, televisões, celulares	Coleta e descaracterização	1 (placas)	Metais, vidros, plásticos e PCI
E	REEE em geral (incluindo geladeiras), exceto outros que são considerados poluentes e televisores	Coleta e descaracterização	18	Metais, vidros, plásticos e PCI
F	Placas, HD, <i>drives</i> , <i>cooler</i> , fontes, <i>plugs</i> , celulares e processadores	Triagem de placas de circuito impresso	40	Placas separadas por tipos
G	Informática em geral, exceto <i>disketes</i> e CDs	Recuperação de computadores e cursos de capacitação	Não Informada	Computadores recuperados
H	Informática em geral, telefones, televisores, máquinas fotográficas, DVD e máquinas de jogos de azar apreendidas	Coleta	31 (em todo Brasil)	Informática em geral, telefones, televisores, máquinas fotográficas, DVD e máquinas de jogos de azar

As entidades A, C, F e H processam apenas REEE; já as empresas D e E atuam em outros ramos produtivos (sucatas em geral), sendo que os resíduos eletrônicos abrangem apenas uma parte dos materiais processados. A empresa B aterra vários outros tipos de materiais e a empresa G é uma sociedade de economia mista municipal, responsável pela gestão da informática pública da capital mineira, que tem a missão de promover, integrar e gerenciar soluções de tecnologia da informação, atuando também no reuso e recuperação de computadores.

Cada empresa identificada abrange um leque diferente de produtos processados, dependendo da especialidade do processo em questão, da viabilidade econômica de processar cada tipo de REEE e da legislação vigente. Observa-se que a rentabilidade do reaproveitamento de cada tipo de REEE é bem distinta, o que justifica em parte as escolhas de processar apenas alguns tipos de REEE (aqueles que têm maior valor de mercado, como computadores e telefones celulares).

Essas empresas não produzem um produto de consumo final, elas fabricam matérias primas para outros processos produtivos, abrangendo apenas as primeiras etapas da cadeia produtiva da reciclagem dos REEE¹.

¹ Foram consideradas as atividades realizadas pelas empresas nas unidades existentes em Belo Horizonte. Nessa amostra existe uma empresa multinacional, que envia os materiais para serem beneficiados em outra

A empresa “A” é a que mais avança na cadeia, beneficiando as placas até a produção de ligas metálicas. As outras empresas ficam restritas até as etapas de descaracterização e triagem das placas.

Observou-se também que, além desses atores, outros também recebem REEE nas suas dependências, como as URPV² municipais, as associações e cooperativas de catadores (AC) e os sucateiros em geral (a informalidade do setor dificulta a identificação e o acesso a esses atores). Em todos esses casos, parece que os resíduos eletrônicos abrangem apenas uma parcela pequena dos materiais processados; em alguns casos, chegam a ser insignificantes frente ao montante total processado. Os REEE chegam às AC provenientes da coleta seletiva da prefeitura ou da doação de empresas; já nas URPV, os pequenos caçambeiros, carroceiros e os próprios usuários depositam esses tipos de materiais nas suas dependências. Com relação a iniciativas de coleta dos fabricantes (no quadro da logística reversa), até o momento do levantamento não foi identificada qualquer iniciativa relevante.

Com relação às instituições públicas municipais e estaduais e aos representantes do setor empresarial, as principais políticas e ações relacionados aos REEE foram sintetizadas no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Elementos da gestão de REE em BH e região

GELAI	A Gerência de Licenciamento das Atividades Industriais (GELAI) é responsável pelo licenciamento ambiental das indústrias em geral, inclusive daquelas que processam REEE ou que geram REEE em Belo Horizonte. No caso das indústrias que geram REEE é necessário que elas comprovem a destinação correta desses resíduos, ou seja, a empresa que receber e transportador esses equipamentos deverão ter licença para este fim.
SLU	A Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) é uma autarquia municipal responsável pela elaboração, controle e execução de programas e atividades voltados para a limpeza urbana de Belo Horizonte. Não existe um sistema de gestão específica para os REEE no município. A entidade, através do sítio institucional, indica para onde a população pode direcionar alguns tipos de REEE.
CMRR	O Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) é um programa do Governo de Minas, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) e do Serviço Voluntário de Assistência Social (Servas), em parceria com SEBRAE-MG. Com relação aos REEE, a entidade elabora estudos, como o Diagnóstico da Geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (CMRR, 2010) e realiza eventos sobre REEE, além de executar um curso de recondicionamento de computadores.
FEAM	A Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) é um dos órgãos seccionais de apoio do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) e atua vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad). Com relação aos REEE, realiza estudos, como o Diagnóstico da Geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (FEAM, 2009a) e o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, além de fomentar um grupo de trabalho sobre REEE.
ABINEE	A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) é uma sociedade civil sem fins lucrativos que representa os setores elétrico e eletrônico de todo o Brasil. Com relação aos REEE, a ABINEE nacional está envolvida com as negociações do acordo setorial e elabora estudos sobre a temática. A unidade de Belo Horizonte participa do grupo de trabalho criado para discutir o REEE em Minas Gerais.
FIEMG	A Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG), no campo dos REEE, promove o Bolsa Resíduos, espaço virtual onde as empresas cadastradas podem colocar os seus resíduos a venda e comprar resíduos de outras empresas, inclusive os REEE.

unidade, localizada em outro estado, e que, posteriormente, é enviada a unidades produtivas localizadas em outros países.

² URPV (unidade de recebimento de pequenos volumes) é o nome dado em BH a pontos aos quais os usuários podem levar alguns tipos de resíduos sólidos (principalmente poda, objetos volumosos, entulho) não coletados pelo serviço convencional. No começo de 2014, havia 32 destes equipamentos espalhados pela cidade, a maioria dos quais com problemas de funcionamento, inclusive devido à precária forma de colaboração dos usuários. Tem sido cada vez mais observado o aporte de REEE a estes locais.

Todas as instituições levantadas na pesquisa foram plotadas no mapa abaixo. Esse mapa mostra, em finais de 2013, alguns dos principais elementos da gestão de REEE em Belo Horizonte e região.

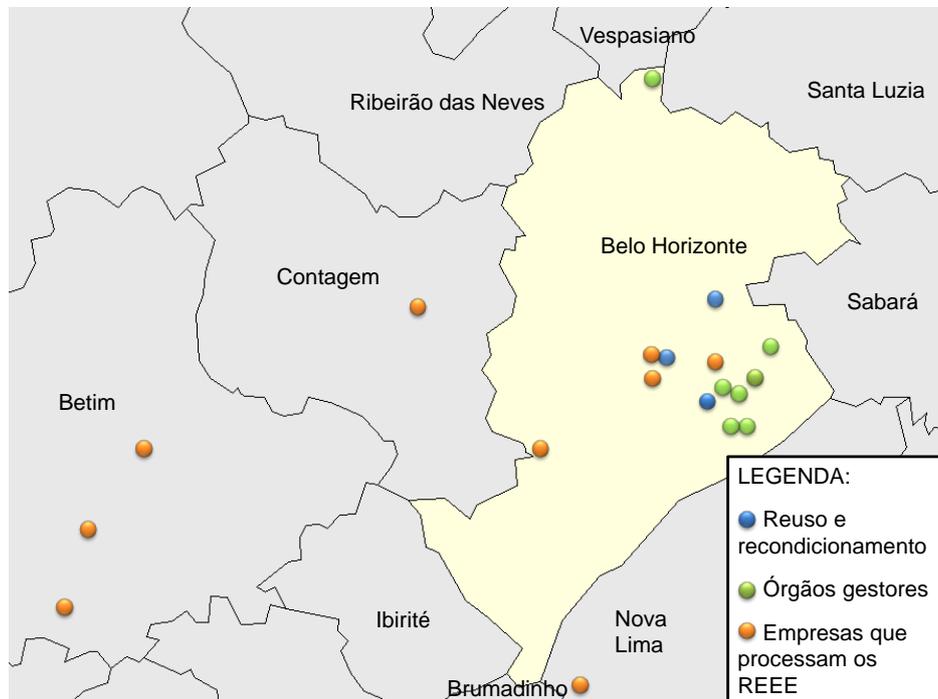
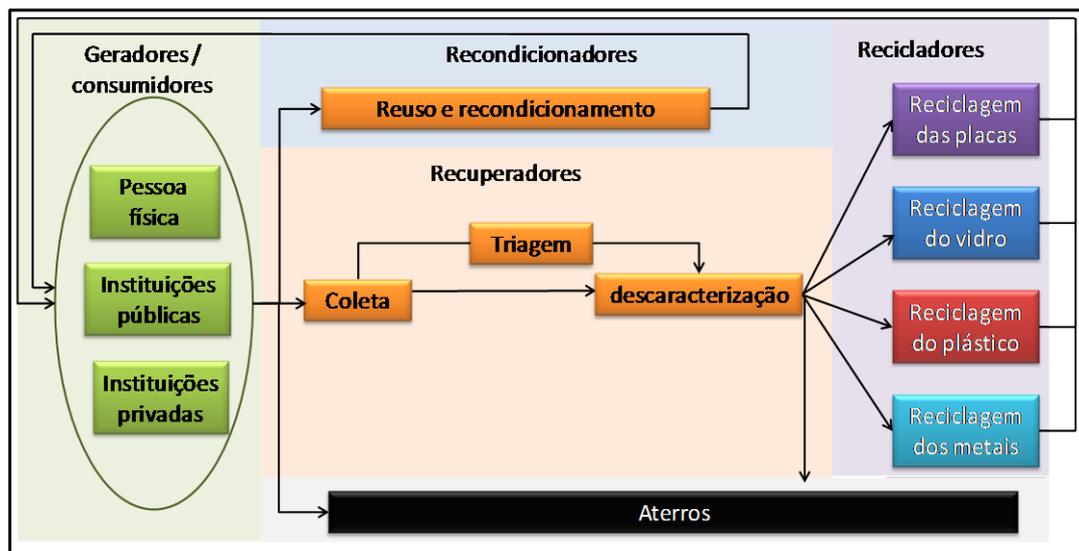


Figura 1 – Mapa de BH e região, com alguns elementos físicos da questão de REEE (2013)

Fluxograma de REEE

A partir das visitas técnicas realizadas, foi elaborado um fluxograma para representar os diversos caminhos que os REEE podem passar, após serem gerados.



Fluxograma 1 – fluxograma dos REEE (2013)



Cada uma das etapas do processo possuem especificidades que foram levantadas através das visitas técnicas, que serão caracterizadas nos tópicos subsequentes.

Etapa de geração

- as instituições privadas utilizam a estratégia de leilões para venderem os seus materiais;
- os canais de logística reversa para a coleta dos materiais proveniente das pessoas físicas ainda são escassos; espera-se que com o advento da lei 12.305, em agosto de 2014, a situação deverá mudar rapidamente, já que os REEE estão entre os resíduos que serão objeto de logística reversa obrigatória;
- os grandes geradores (instituições privadas e públicas) vendem os REEE em lotes, contendo vários tipos de REEE;
- é difícil estimar a quantidade de REEE gerada pelos milhões de micro-produtores – isto é, cada cidadão ou cidadã, no seu dia a dia -, já que uma boa parte deles acaba sendo coletada como se fossem resíduos sólidos domiciliares comuns;
- algumas dessas instituições estão preocupadas com um destino final correto dos seus equipamentos ao fim de sua vida útil e outras nem tanto, destinando os materiais a empresas que pagam melhor pelos materiais (os critérios econômicos sobrepõem aos ambientais).

Etapa de coleta

Diversas estratégias de coleta foram identificadas:

- coleta seletiva municipal do tipo porta a porta (para resíduos sólidos domésticos e comerciais até 100ℓ/d): embora não seja concebida para recuperar os REEE, as pessoas físicas acabam se desfazendo dos seus equipamentos por essa via;
- coleta ponto a ponto: observou-se que algumas empresas criaram uma rede de pontos de coleta para recuperar os REEE dos consumidores (pessoas físicas). Os locais de processamento dos REEE acabam sendo também pontos de coleta. As URPVs, na prática, também servem como local de recebimento principalmente dos REEE de grande porte;
- compra de materiais nos locais de processamento: os consumidores ou catadores vendem seus materiais às empresas que apenas comercializam ou descaracterizam os REEE;
- coleta de REEE nas residências e instituições públicas e privadas: as empresas mediante solicitação dos geradores podem fazer as coletas. No caso dos pequenos geradores observa que é estabelecido um lote mínimo para a coleta domiciliar ou então é cobrada uma taxa de coleta de aproximadamente R\$30,00 para custear o serviço;
- compra de materiais através de leilões.

Observa-se que, para as empresas processadoras de REEE garantirem o material dos grandes geradores, elas oferecem um pacote de serviço de destinação final dos REEE. Assim, elas calculam o valor já considerando o custo desta destinação final de parte do lote.

Etapa de descaracterização

- além de separar os materiais por tipo de metal, vidro, plástico e placas, algumas empresas separam subcomponentes das placas que podem ser vendidos no mercado por um preço mais elevado (esta prática, que agrega mais valor, ainda não está difundida na região);
- informalidade do setor;
- existem poucas empresas em Belo Horizonte e região que se dedicam exclusivamente as atividades de descaracterização;
- os materiais já chegam nesse elo sem parte dos contaminantes que compõe os REEE, como as baterias.

Etapa de reciclagem das placas

- os diversos tipos de placas e componentes, principalmente de computadores e de celulares, podem ser vendidos separadamente para garantir maior valor de mercado;
- existe um processo em que os subcomponentes das placas são separados antes de processados;
- a maior parte das placas vai para fora de Minas Gerais, apenas os materiais da empresa A (conforme a Tabela 2) é beneficiado em Minas Gerais.

Etapa de reciclagem dos metais

- existem empresas siderúrgicas na região metropolitana de Belo Horizonte que absorvem parte dos metais provenientes dos REEE (naturalmente, esta não é a principal fonte de sucata que elas fundem);

Etapa de reciclagem dos vidros

- existe dificuldade, por parte das empresas que descaracterizam, de direcionar os vidros provenientes dos REEE (mesmo os vidros comuns, apesar de coletados seletivamente em quantidades expressivas, não encontravam no momento deste levantamento condições de mercado que justificassem seu reaproveitamento na região, sendo levados quando era o caso para São Paulo). O custo do frete de uma carga de vidro está em torno de R\$ 90,00/t, de Belo Horizonte para São Paulo.

Etapa de reciclagem dos plásticos

- baixo valor no mercado;
- há poucos compradores.

Etapa de recondicionamento

- observa-se que geralmente essa atividade está relacionada com o cunho social, inclusão produtiva de jovens, destinação dos computadores a comunidades carentes *etc*;
- dominada por empresas ligadas ao poder público (custeadas por recursos públicos) ou a ONGs;
- suspeita-se da inviabilidade econômica do processo, no momento deste levantamento;
- atividades também desenvolvidas por empresas que trabalham com manutenção de computadores.

Quantificação do cenário dos REEE em BH e região

Para se ter noções quantitativas do cenário que está sendo analisado, foram propostos 3 indicadores: quantidade de EEE que é vendida, quantidade de REEE gerados e quantidade de REEE que é direcionada à reciclagem em Belo Horizonte e região. O esquema mostrado na Figura 2 ilustra esses indicadores.

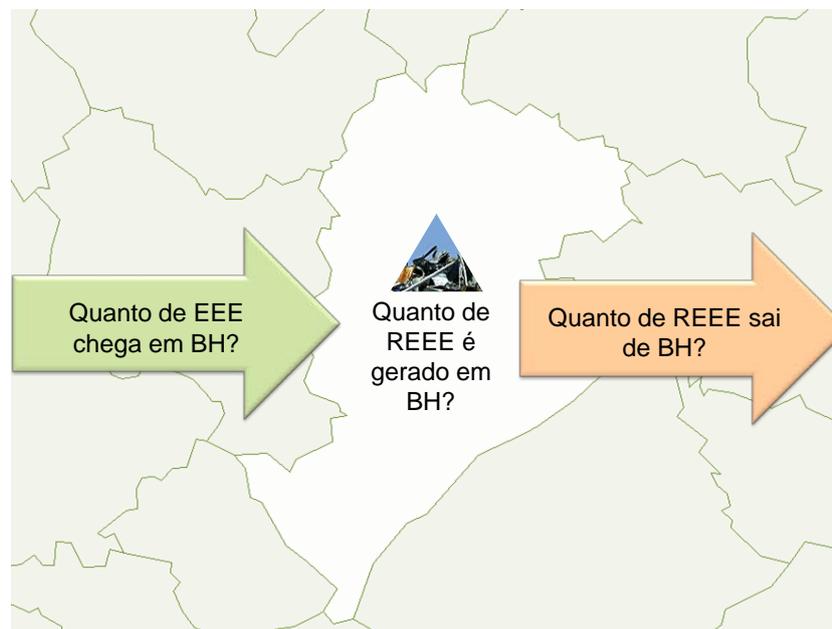


Figura 2 – Esquema da quantificação do cenário dos REEE adotada na pesquisa

1) Quantidade de EEE que é vendida em BH e região

A partir de dados disponíveis na literatura, foram elaborados cálculos para estimar de quantidade de EEE que chega em Belo Horizonte. Foram considerados como EEE apenas os telefones celulares, computadores e televisores, comumente chamados de TICs. Os cálculos partiram dos dados de vendas desses equipamentos no Brasil, que através da porcentagem de vendas desses materiais por região brasileira, estimou-se a quantidade vendida na região Sudeste. Com base nos dados populacionais, projetou-se a quantidade vendida em BH e região. Como os dados de vendas são estabelecidos por unidade, utilizou-se uma estimativa de peso médio por equipamento, para gerar os dados em peso. A tabela abaixo evidencia a base de cálculo utilizada.

Tabela 3 – Estimativa da quantidade vendida de EEE em BH e região

EEE	Qtde vendida de EE no Brasil em 2014 (em 1.000 un.) ¹	% de vendas no Sudeste (%) ²	Total do Sudeste (em 1.000 un.)	% de vendas BH e região (%) ³	Total de vendas em BH e região (em 1.000 un.)	Peso médio do EE (kg) ⁴	Qtde total vendida por ano (t/ano)
Celular	67.689	67,7	45.825	5,43	2.488	0,124	309
Desktop	4.672	67,7	3.163	5,43	172	24,283	4.171
Notebook + tablete	19.256	67,7	13.036	5,43	708	2,386	1.689
Televisão CRT	1.051	61,1	642	5,43	35	37,234	1.298
LCD e plasma	13.535	61,1	8.270	5,43	449	12	5.389
TOTAL	106.203		70.937		3.852		12.855

¹ ABINEE, 2013 (no caso dos celulares, *desktops*, *tablets* e *notebooks* foram utilizados as projeções de vendas para 2014, incluindo o mercado informal). ELETROS, 2013 (para os dados dos televisores CRT, plasma e LCD, foram utilizados os dados de 2013, fonte SUFRAMA)

² ABDI, 2013 (dados ABINEE – Siree 2012)

³ foi utilizada a proporção entre a população de BH e região (considerando os municípios de BH, Brumadinho, Nova Lima, Vespasiano, Sabará, Ibirité, Santa Luzia, Ribeirão das Neves, Betim e Contagem) e a população do Sudeste (4.360.631/80.353.724) (IBGE, 2010), resultando em 5,43%.

⁴ ABDI, 2013. No caso do peso dos *notebooks* + *tablets* foi utilizado o peso dos notebooks.

Conclui-se que a estimativa de venda de equipamento eletroeletrônico (TIC) em Belo Horizonte é de aproximadamente 12.855 t/ano, ou seja, 1071 t/mês.

2) Quantidade de REEE gerado em BH e região

Para estimar a geração de REEE, foram utilizados o dado de geração *per capita* de TICs da região metropolitana de Belo Horizonte contido no Diagnóstico de Geração de Resíduos de Equipamento Elétricos e Eletrônicos (CMRR, 2010) e o dado da população de Belo Horizonte e região. O diagnóstico de geração utilizado foi elaborado em 2010 e traçava uma projeção de geração para 2020³, sendo assim foi necessário fazer uma projeção para gerar o dado referente a 2014.

Tabela 4 – Estimativa da quantidade de REEE gerado em BH e região

	Geração per capita 2010 (kg/ano)	Geração per capita 2020 ¹ (kg/ano)	Geração per capita 2014 ² (kg/ano)	População de BH (hab) e região ³	Total (t/ano)
TICs (computadores, celulares e televisores)	1,49	2,95	2,076	4.360.631	9.053

¹ Média de geração de REEE per capita em 2020: $(2,28 + 3,63) \div 2 = 2,955$ Kg/hab.ano.

² Aumento médio anual no período entre os anos de 2010 e 2020: $(2,955 - 1,49) \div (2020 - 2010) = 0,1465$ Kg/hab. Geração per capita em 2014: $1,49 + 4 \times 0,1465 = 2,076$ Kg

³ IBGE (2010) para BH e região

Estima-se que sejam gerados em Belo Horizonte e região, em 2014, aproximadamente 9.052 t/ano de REEE TICs, ou seja, aproximadamente 754 t/mês.

³ No Diagnóstico do CMRR (2010), são projetados dois cenários: o primeiro considerava uma aumento na geração de 10% e, no segundo, de 20%. Foi considerada uma média desses dois aumentos.

3) Quantidade de REEE encaminhados para a cadeia da reciclagem

Para quantificar os REEE que sai de Belo Horizonte e região, foi tomado como pressuposto que todos os materiais que são encaminhados para a cadeia da reciclagem são transformados em produtos finais fora de BH⁴. Foram considerados os dados de produção das empresas em que foram realizadas as visitas técnicas⁵.

Tabela 5 – Quantidade de REEE processada em BH e região

Empresas	Quantidade processada (t/mês)		Produção (t/mês)
	Placas	REEE	
A	3	1	4
C	–	40	40
D	-	1	1
E	3	15	18
F	40	–	40
TOTAL	46	56	102

Assim, a quantidade de REEE que sai de Belo Horizonte e região pode ser estimada em pelo menos 102 t/mês⁶. Pode haver evidentemente outras empresas além daquelas mostradas no Quadro acima, até então não identificadas que podem aumentar ainda mais esse valor, porém imagina-se que constituam parcela menos significativa deste processo.

Por último é importante ressaltar que as placas correspondem em média 3,1% do peso dos REEE (MORAES, 2010), dessa forma a quantidade de REEE relativo a quantidade de placas processadas seria um valor muito superior daquela apresentada na tabela acima⁷. Porém como não se sabe se o restante desses equipamentos são efetivamente processados, então concluiu-se que é melhor desconsiderar essa correlação.

CONCLUSÕES

Em Belo Horizonte não existe um sistema formal gestão dos REEE, embora exista um mercado que recupera parte desses materiais. O fato de o mercado reger a recuperação dos REEE traz algumas consequências para o sistema: os materiais contaminantes, como as baterias, “desaparecem” do processo (são descartados de maneira inapropriada) e os materiais gerados pelos consumidores (pessoas físicas) de maneira pulverizada atingem baixas taxas de recuperação (a logística de coleta é custosa para as empresas). Neste último ponto os catadores, que em BH têm uma sólida experiência com outros materiais recicláveis, podem assumir um papel importante no interior dessa cadeia produtiva, devida a capilaridade da sua coleta (que muitas vezes acontece em parceria com o poder público).

Na maioria das cidades da região de BH não se cobra taxa de limpeza pública, sendo portanto todos os serviços bancados pelo orçamento municipal. Em particular concernente à coleta e à disposição de REEE, a

⁴ Mesmo para o caso da empresa “A” que produz ligas metálicas em Belo Horizonte e região, considerou-se que essas ligas são vendidas para empresas fora de BH.

⁵ Foram desconsiderados os dados das empresas: “D” pois ela comercializa as placas para a empresa “A”, assim a quantidade não é contabilizada duas vezes; e “H” pois se refere a coleta de materiais feita em todo o Brasil. As empresas “B” e “G” não informaram a quantidade processada.

⁶ Embora esse valor represente a quantidade de REEE que sai de BH e região, não significa que todo esse material é proveniente da cidade. A proveniência de uma parte da matéria prima das empresas estudadas vem também de outras cidades do estado, como é o caso das empresas “A” e “F”.

⁷ De acordo com essa premissa, o total de REEE processado subiria para aproximadamente 1500t/mês.

situação ainda é mais delicada, visto que as prefeituras não têm práticas de registro, havendo portanto um comércio paralelo, sem controles fiscais e ambientais. Algumas cooperativas e associações de catadores ensaiam passos para participarem também da reciclagem destes resíduos em condições precárias de trabalho e sem que o mercado sinalize, de maneira inequívoca, o interesse – representado pelo valor monetário destes resíduos – em participar da gestão.

Na tabela abaixo é apresentado uma síntese dos indicadores quantitativos que foram levantados neste estudo. Esses dados são frutos de estimativas que devem ser analisados com cautela, mas nos revelam uma ordem de grandeza do setor.

Tabela 6 – Indicadores quantitativos do cenário de REEE (TIC) em Belo Horizonte e região

Indicadores	Quantidade (t/mês)
Quantidade de EEE que chega em BH e região	1071 t/mês
Quantidade de REEE gerada em BH e região	754 t/mês
Quantidade de REEE que sai de BHe região	102 t/mês

Os dados levantamentos evidenciam a dificuldade de obtenção de informações precisas e fidedignas sobre a produção dos REEE, visto que aqueles de menor porte são descartados sumariamente com os resíduos sólidos domiciliares. Este levantamento é uma fotografia do processo por que passa a gestão de RS de qualquer natureza no Brasil, num momento em que a lei nacional vem se juntar às pressões da opinião pública para melhorar da situação – embora os usuários ainda não sejam tão colaborativos quanto se pretende.

A Lei nacional de 2010 traz alguns elementos que reforçam a necessidade de ser feita uma gestão de RS digna deste nome, ajudando regulamentos locais (Belo Horizonte tem uma gestão às vezes referida como ‘moderna’ e ‘eficiente’), em que os REEE não têm sido especialmente contemplados. Os REEE, até por seu eventual componente de perigo, enquadram-se numa categoria que exige uma gestão mais aprimorada, ainda que o mercado não precifique esta iniciativa a contento.

Às quantidades produzidas de REEE, crescentes, não se consegue dar um destino adequado (aqui entendendo que o mero aterramento no solo não é uma boa solução tecnológica e menos ainda ambiental), deixando claro a despreocupação da população com a questão, a que as incapacidades dos gestores vêm se juntar. Belo Horizonte, a despeito da experiência e do mérito relativo que tem na gestão de RS, e sua região mostram dificuldades de conseguirem uma situação razoável de gestão dos REEE.

AGRADECIMENTOS

– os autores agradecem à FINEP, ao CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa de MG (FAPEMIG), pelo apoio ao desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDI (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial). *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica*. Brasília (DF). 2013. 179 p.
2. ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica). *Panorama econômico e desempenho setorial*. São Paulo (SP). 2013. 36p. Disponível em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em 28 de janeiro de 2014.
3. BRASIL. Lei federal nº 12.305/2010 [institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (...) e dá outras providências]
4. CMRR (Centro Mineiro de Referência em Resíduos). *Diagnóstico da Geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)*. Belo Horizonte (MG). 2010. 65 p.



5. Eletros (Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos). Linha Marrom: produção de TVs CRT-LCD-Plasma. 2013. Disponível em <http://www.eletros.org.br/a2sitebox/arquivos/documentos/2674.pdf>. Acesso em 15 de março de 2014.
6. FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente / MG). *Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG)*. 2009a. 85 p.
7. FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente / MG). Programa “*Minas sem lixões*” – Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. Belo Horizonte (MG). 2009b. 40 p.
8. FRANCO, R. G. F. *Protocolo de referência para gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte*. Mestrado – Programa de pós-graduação em saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UFMG. Belo Horizonte (MG), 2008, 162 p.
9. IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). *Relatório de Pesquisa - Diagnóstico de Resíduos Sólidos de Logística Reversa Obrigatória*. Brasília. 2012. 42 p.
10. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) – Disponível em <http://www.ibge.org.br>
11. MORAES, V. T. Recuperação de metais a partir do processamento mecânico e hidrometalúrgico de placas de circuito impressos de celulares obsoletos. Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo (SP), 2010, 119p.
12. PERS/09 – Política Estadual de Resíduos Sólidos (do Estado de Minas Gerais) – Lei nº 18.031, de 18/01/09 (dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos)