

III-406 - ANÁLISE DO FLUXO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ATIVIDADE DE REPARO DE APARELHOS CELULARES EM BELO HORIZONTE (MG)

Renato de Carli Almeida Couto⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

Raphael Tobias de Vasconcelos Barros

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG).

Luiz Henrique Siqueira Resende

Engenheiro Ambiental e Sanitarista. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

Eliny Rodrigues Fonseca

Engenheira Ambiental (FACCI/FUNCESI).

Samuel França Duarte

Graduando em Engenharia Ambiental (UFMG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Dona Modestina, 178 - Quatorze de Fevereiro - Itabira - MG - CEP: 35900-238 - Brasil - Tel: (31) 99197-5007 - e-mail: renatodecarli@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a gestão da cadeia pós-consumo da atividade de reparo de aparelhos celulares a partir da identificação, caracterização e discussão do fluxo dos resíduos gerados em Belo Horizonte (MG). Esta pesquisa foi desenvolvida em duas fases, delineadas pelos objetivos específicos com as respectivas técnicas de coleta e análise de dados que foram aplicadas em cada fase. Na fase 1 os atores foram identificados a partir de revisão bibliográfica, documental e visitas técnicas *in loco* aos atores que trabalham com os REEE, em especial os atores que atuam na cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares. Utilizaram-se ainda sítios da *internet* e contatos telefônicos para complementar a busca de novos atores e para levantar informações adicionais. A fase 2 consistiu em caracterizar a atividade de reparo de aparelhos celulares e analisar o fluxo dos resíduos de aparelhos celulares gerados. A partir do diagnóstico apresentado é possível afirmar que os programas de logística reversa ainda são carentes e incipientes em Belo Horizonte. Os programas existentes encontram falhas e precisam ser mais estudados. Embora exista um mercado incipiente que recupera parte dos resíduos dos aparelhos celulares, em Belo Horizonte ainda não existe um sistema formal de gestão de REEE. Portanto, faz-se necessária a implantação de um plano de gerenciamento para os REEE gerados no município para que seja possível criar mecanismos de controle e fiscalização das atividades de remanufatura, desmontagem e destinação desses resíduos que estão em crescimento constante, além de propor a valorização desses materiais por meio da reciclagem. Existe também a necessidade da criação de acordo setorial para a implementação do sistema de logística reversa para os produtos eletroeletrônicos e para o estabelecimento de metas de recuperação de materiais por meio da reciclagem, uma vez que a disposição final desses resíduos está diretamente relacionada a preservação do meio ambiente e ao bem estar da saúde humana. Além disso, é fundamental propor não somente metas para recolhimento dos produtos que são lançados no mercado, mas sim alteração na maneira como são concebidos e projetados esses produtos de forma a aumentar a sua vida útil ou minimizar os seus efeitos nocivos como resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduo eletroeletrônico, reparo, aparelho celular, Belo Horizonte.

INTRODUÇÃO

A problemática da gestão de resíduos sólidos (RS), associada às causas e consequências da questão de produção desenfreada, vem se destacando com maior frequência nas discussões acerca de políticas sociais e econômicas atreladas ao desenvolvimento da saúde e do meio ambiente em escala global. Ressalta-se que o crescimento populacional desordenado, com a elevação do poder de compra associada à redução dos preços de venda, e à estabilidade financeira, acarreta a geração desenfreada de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), sendo pela rápida mudança das características dos produtos e pela aceleração de sua obsolescência, demandando uma maior extração de recursos naturais. Entre os vários tipos de equipamentos eletroeletrônicos (EEE), como televisores, computadores, geladeiras, utensílios de cozinha (ex.: batedeira,

liquidificador), destacam-se os aparelhos celulares, como REEE, pela crescente quantidade gerada em função do pequeno tempo de vida útil, e ainda associada aos potenciais impactos ao meio ambiente e à saúde quando dispostos de forma inadequada.

Vários estudos têm sido realizados no Brasil para diagnosticar a geração dos produtos eletroeletrônicos pós-consumo (REEE), incluindo os aparelhos celulares. Geralmente os métodos utilizados para os aparelhos celulares se baseiam em dados de produção, estimativas de vendas (os fluxos e seus estoques no tempo e espaço específicos), tempo de vida útil, pesos médios. Uma questão que vem sendo discutida é a proposta de reuso, a partir do reparo, recondicionamento ou remanufatura dos EEE em resposta ao encurtamento do tempo de vida útil dos produtos, como opções que antecederiam as etapas de destinação e/ou disposição final desses materiais.

Um aparelho celular é composto essencialmente por quatro partes: carcaça plástica e metálica, tela e teclado, bateria e PCI, que são constituídos por metais, materiais cerâmicos e resinas termofixas. Com relação à fabricação do teclado, eles já foram constituídos por plásticos, silicone, entre outros materiais. Com o avanço tecnológico houve a diminuição da concepção destes teclados pelo surgimento das telas *touchscreen* (telas sensíveis ao toque). Estas telas (*touchscreen*), por sua vez, são compostas por um mineral raro, o Índio (In). A carcaça metálica dos aparelhos celulares é fabricada a partir de derivados de bauxita e a carcaça plástica a partir de uma mistura de polímeros. Existem dois tipos predominantes de bateria, de níquel e cádmio (Ni-Cd) e as de íon de lítio (Li-ion). Um aparelho celular pode conter mais de 40 elementos da tabela periódica, incluindo metais, como, por exemplo, o cobre (Cu) e estanho (Sn), metais especiais, tais como o cobalto (Co), índio (In) e antimônio (Sb), e metais preciosos incluindo a prata (Ag), ouro (Au) e paládio (Pd).

Destaca-se que, para cada tonelada de aparelhos celulares (sem bateria), a composição básica de metais seria em torno de: 3,5kg de Ag, 340g de Au, 140g de Pd, bem como 130kg de Cu. Além disso, as baterias de um aparelho celular contêm cerca de 3,5g de Co. Os aparelhos celulares, apesar de seu pequeno tamanho, têm um alto potencial de poluição, pois em cada aparelho podem ser encontrados elementos considerados altamente prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Entre eles estão: o mercúrio (Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb), arsênio (As), dioxinas e furanos.

Alguns autores afirmam que 65 a 80% dos componentes dos aparelhos celulares, em geral, são passíveis de reciclagem. Portanto, a caracterização dos resíduos de entrada influenciam diretamente no desempenho dos processos de tratamento existentes no mercado, inclusive no processo de reciclagem.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a gestão da cadeia pós-consumo da atividade de reparo de aparelhos celulares a partir da identificação, caracterização e discussão do fluxo dos resíduos gerados em Belo Horizonte (MG).

METODOLOGIA

O presente estudo tem como área de abrangência a zona urbana de Belo Horizonte, conurbada com as regiões urbanas de algumas cidades adjacentes. Capital do Estado de Minas Gerais, a cidade de Belo Horizonte possui extensão territorial de 331,4 km² e população de 2.491.109 habitantes (2015).

Para identificação das empresas que fazem parte da atividade de reparo de aparelhos celulares em Belo Horizonte, utilizou-se documentos oficiais (relatórios técnicos) e acadêmicos (artigos, dissertações e teses). Foram realizadas também pesquisas em sítios da *internet* como o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), o Sistema de Informação Ambiental (SIAM), ECYCLE, entre outros, e contatos telefônicos para complementar a busca de novas empresas e para levantar informações adicionais.

As empresas identificadas foram classificadas de acordo com a função que desempenhavam (Tabela 1). Para representar a localização e distribuição dos atores identificados na pesquisa foram utilizadas bases cartográficas disponíveis no sítio eletrônico do IBGE (2010) e o programa ArcGIS 10.3.

Tabela 1: Classificação das empresas identificadas.

Atividade	Empresas	
Reuso e recondicionamento	Oficinas de reparos	Assistências Técnicas Autorizadas (ATA)
		Assistências Técnicas Especializadas (ATE)

Foi definida de forma estratégica a técnica de formulário para caracterizar as empresas identificadas, referente à atividade de reuso e recondicionamento. As principais vantagens do formulário são: a possibilidade de ser utilizado em qualquer tipo de população (sejam alfabetizados ou não), uma vez que pode ser preenchido pelo pesquisador; e a facilidade na aquisição de um número representativo de respondentes, em determinado grupo de atores. Portanto, o formulário foi a metodologia escolhida para caracterizar e ainda auxiliar na discussão da atividade de reparos de celular em Belo Horizonte.

As primeiras oficinas de reparos da atividade de reuso e recondicionamento de aparelhos celulares foram identificadas a partir de levantamento inicial, realizado de agosto a setembro de 2014, que indicou a existência de diversas oficinas de reparos atuantes nas quatro linhas: verde, branca, azul e marrom. Para a presente pesquisa foram consideradas apenas as oficinas de reparos atuantes na linha verde, no qual os aparelhos celulares estão inseridos. Assim, deste levantamento inicial foi possível selecionar 10 oficinas de reparos (como ponto de partida) para participar do estudo. As oficinas de reparos dos aparelhos celulares se dividem em duas categorias: Assistência Técnica Especializadas (ATE) e Assistência Técnica Autorizada (ATA).

Para elaboração do formulário teste foram realizadas visitas técnicas às oficinas de reparos (ATE e ATA) identificadas neste primeiro momento e conversas informais com os seus respectivos proprietários ou funcionários mediante agendamento por telefone. A partir dos dados levantados foi elaborado o formulário teste em três partes: Parte 1 – Perfil do respondente e opinião; Parte 2 – Perfil da atividade; e a Parte 3 – Gerenciamento de resíduos da atividade. Posteriormente foi aplicado nas 10 oficinas de reparos (ATE e ATA) para sua validação, no período de 11/09/2015 a 16/09/2015.

Durante a validação do formulário “teste” procurou-se identificar novas oficinas de reparos (ATE e ATA) junto aos respondentes (proprietários e funcionários) com a amostragem em bola de neve (também conhecida como *snowball* ou *snowball sampling*), que consiste em identificar novas oficinas de reparos a partir da indicação dos respondentes iniciais. Ela foi fundamental para identificar novas oficinas de reparos distribuídas nas nove regionais de Belo Horizonte.

Com a impossibilidade de precisar a quantidade de oficinas de reparo existentes em Belo Horizonte, foi realizado um levantamento não exaustivo. Assim, considerou-se como universo da pesquisa a quantidade de oficinas de reparo que foram identificadas e a amostra como sendo as oficinas de reparo que participaram da pesquisa. Para analisar os dados levantados junto as oficinas de reparos foi utilizada a técnica de estatística descritiva. Os dados foram sistematizados em tabelas e posteriormente plotados em gráficos para auxiliar na discussão dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de empresas identificadas (NEI) e que participaram da pesquisa (NEP) são apresentados na Tabela 2. Foram identificadas 161 oficinas de reparos, sendo 4 assistências técnicas autorizadas (ATA) e 157 assistências técnicas especializadas (ATE) de aparelhos celulares, distribuídas nas nove regionais de Belo Horizonte. Das 161 oficinas identificadas (universo), 120 responderam à pesquisa (amostra), ou seja, houve uma relação de 74,53% de participação. Esse valor foi considerado satisfatório, uma vez que não foi possível precisar o número de oficinas existentes na cidade.

Tabela 2: Relação entre as empresas identificadas e que participaram da pesquisa.

Atividade	Empresas	NEI ¹	NEP ²	NEP/NEI (%)
Reuso e recondicionamento	Assistências Técnicas Autorizadas (ATA)	4	4	100
	Assistências Técnicas Especializadas (ATE)	157	116	74

¹NEI (Número de empresas identificadas); ²NEP (Número de empresas pesquisadas);

A Figura 1 apresenta a distribuição das oficinas de reparos de aparelhos celulares que foram identificadas na pesquisa. Das 161 oficinas de reparos, 31 (pontos em azul) são referentes as assistências técnicas especializadas (ATE) e se encontram distribuídas nas nove regionais de Belo Horizonte, excluindo as ATE que se encontram nos shoppings populares. Os quatro pontos em amarelo representam as assistências técnicas autorizadas (ATA) e estão localizadas na Regional Centro-sul da cidade.

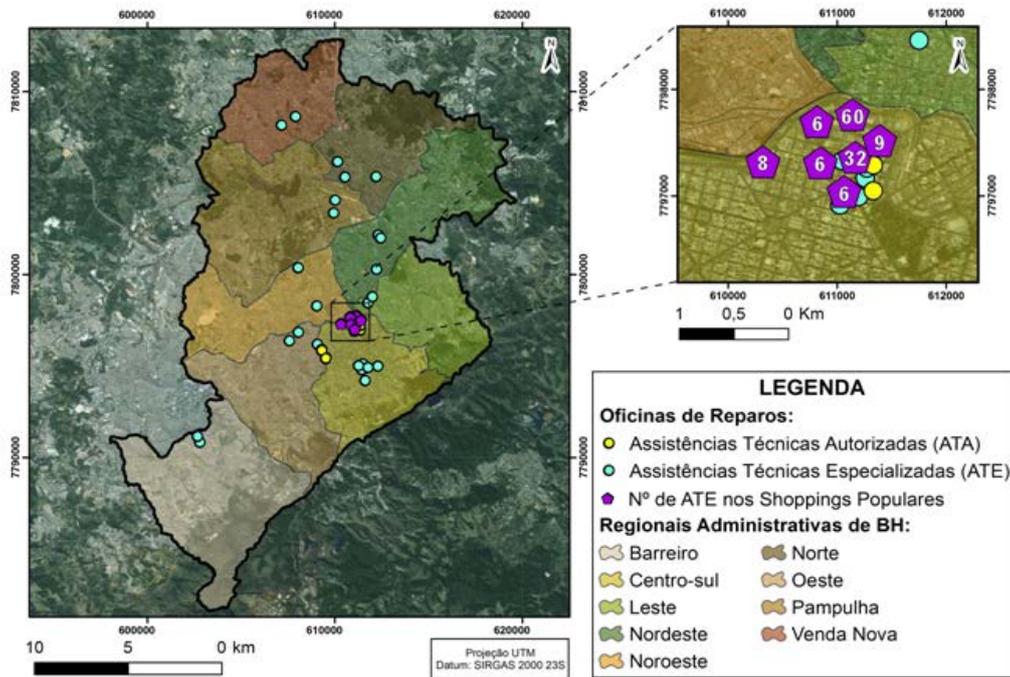


Figura 1: Distribuição das oficinas de reparos em Belo Horizonte.

As 127 ATE (somatória dos valores em roxo) correspondem ao restante do universo da pesquisa. Estas estão localizadas e distribuídas em sete shoppings populares da regional centro-sul de Belo Horizonte. A Tabela 3 apresenta a relação do universo e da amostras das ATE.

Tabela 3: Número de ATE nos shoppings populares da regional centro-sul de BH.

Shoppings populares	Universo (NATEI ¹)	Amostra (NATEP ²)
<i>Shopping Belô</i>	6	1
<i>Shopping UAI</i>	6	4
<i>Shopping A Popular</i>	9	7
<i>Shopping Xavantes</i>	32	25
<i>Shopping Oiapoque</i>	60	46
<i>Shopping Tupinambás</i>	8	7
<i>Galeria Praça 7</i>	6	2
Total	127	92

¹NATEI (Número de assistências técnicas especializadas identificadas); ²NATEP (Número de assistências técnicas especializadas participantes).

As 92 ATE correspondem o número total da amostra, ou seja, que participaram da pesquisa. Estas estão localizadas e distribuídas em sete shoppings populares da regional centro-sul de Belo Horizonte. Destaca-se que o *Shopping Oiapoque* é local que foi identificada a maior concentração de ATE entre os principais shoppings populares de Belo Horizonte.

Perfil dos respondentes

O perfil dos respondentes pôde ser definido a partir das questões que constituíram a primeira parte do formulário como: idade, grau de escolaridade, o cargo que ocupa e o tempo que trabalha na atividade de reparos de aparelho celular. Observou-se que 48% dos respondentes tinham entre 20 a 30 anos de idade e 53%

possuíam grau de escolaridade de ensino médio completo. Dos 120 respondentes, 55% eram proprietários das oficinas de reparos (ATE e ATA) e 42% informaram trabalhar na atividade entre 1 a 5 anos. Ainda, 21% dos respondentes afirmaram atuar mais de 10 anos nesta atividade. Esses resultados podem indicar que a procura pelo recondicionamento dos aparelhos celulares já existe há algum tempo na cidade e que a demanda por este serviço pode ter aumentado nos últimos cinco anos, em função da maioria dos respondentes estarem trabalhando na faixa de 1 a 5 anos.

Perfil da atividade

Com relação à atividade de recondicionamento dos aparelhos celulares, 87% das oficinas pesquisadas afirmaram possuir algum tipo de registro para o seu funcionamento, como cadastro nacional de pessoas jurídicas (CNPJ) e alvará de funcionamento.

Diante da dificuldade de fazer questionamentos sobre o faturamento das oficinas de reparos (ATE e ATA), procurou-se dimensioná-las de acordo com o número de aparelhos celulares que são consertados em média por mês. Observou-se que a maioria das ATE (41%) conserta cerca de 101 a 300 unidades de aparelhos celulares mensalmente. Destaca-se ainda a variabilidade da amostra da pesquisa, com a presença de oficinas que reparam, em média, menos de 50 unidades/mês (15%) até faixas muito superiores (milhares de reparos por mês) referentes às ATA, 25, 50 e 25%, respectivamente (Figura 2).

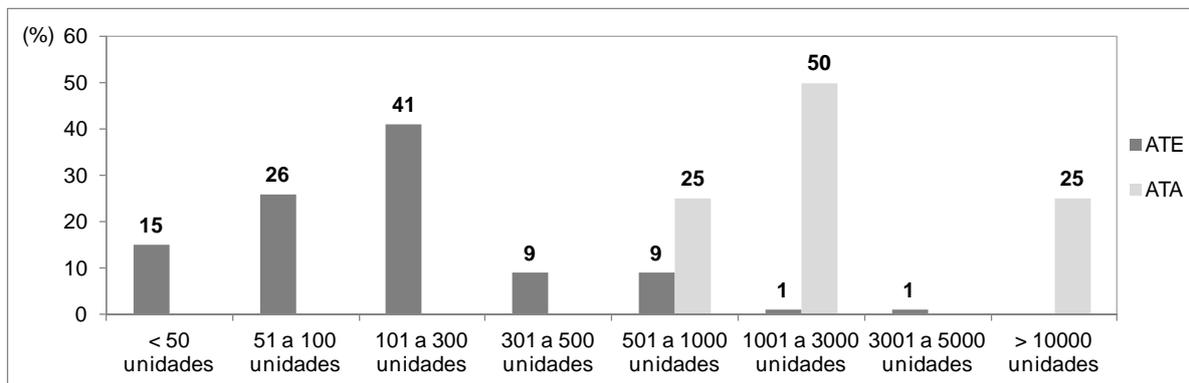


Figura 2: Número de aparelhos consertados, em média, por mês, em percentagem.

A Figura 3 apresenta o número de aparelhos celulares que são consertados e posteriormente comercializados pelas ATE após o seu reparo. Observa-se que em 52% das ATE há uma prática de segunda vida para 10 a 30 aparelhos celulares, em média, por mês. Em algumas ATE (2%) essa comercialização pode chegar a 100 unidades por mês. Nas ATA o reparo para a comercialização (segunda vida) não se aplica.

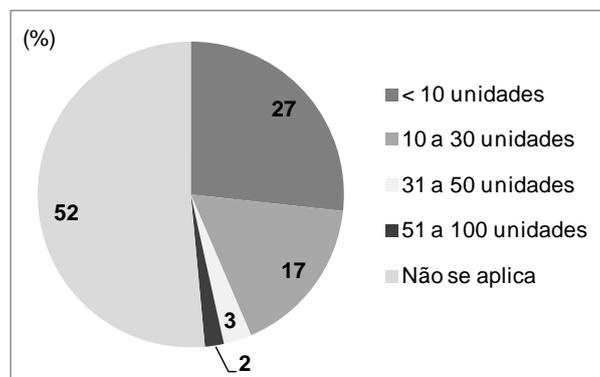


Figura 3: Número de aparelhos consertados e posteriormente comercializados, em média, por mês, em percentagem.

Para buscar-se uma relação com os principais resíduos gerados pela atividade, fez-se o questionamento sobre os três serviços que as pessoas mais procuram em relação ao conserto dos celulares. Assim, apresenta-se na

Figura 4 os principais serviços (1º, 2º, e 3º) que as pessoas procuram com relação ao condicionamento dos aparelhos celulares.

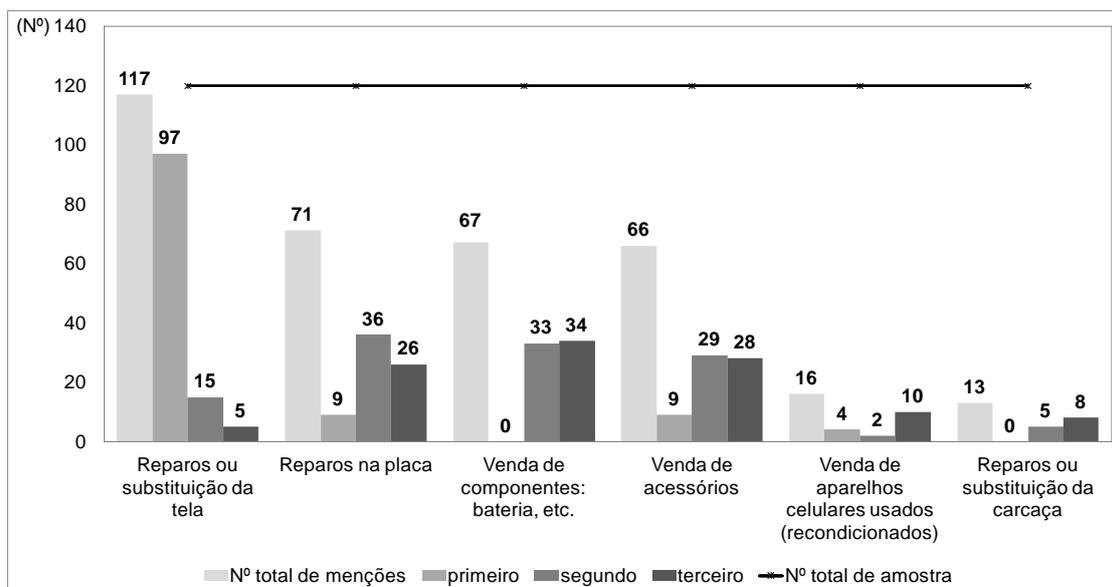


Figura 4: Principais serviços procurados nas oficinas de reparos.

Entre os 120 respondentes (nº total de amostra), observou-se que o serviço mais procurado pelas pessoas foi o item “Reparos ou substituição da tela” com o total de 117 menções, ou seja, quase a totalidade da amostra da pesquisa mencionou que este serviço estava entre os três mais solicitados na atividade. O “Reparos na placa” foi o segundo serviço mais mencionado (71 menções), e a “Venda de bateria” o terceiro (67 menções).

Observou-se que entre os três serviços mais procurados o item “Reparos ou substituição da tela” apresentou-se como principal serviço (primeiro) em 97 das 120 oficinas de reparos de Belo Horizonte. Ademais, destaca-se que 42 das 66 menções (64%) são referentes à venda de película de vidro, dentro da “Venda de acessórios”, para ser aplicada sobre a tela dos aparelhos celulares. Esses resultados podem indicar, principalmente, a ação da obsolescência programada das telas dos aparelhos celulares, que segundo Rodrigues (2012) é prejudicial à população, pelo fato dos aparelhos celulares serem projetados e produzidos para estarem em desuso logo após um determinado período. Ou seja, devido às fragilidades, falhas físicas e a necessidade de reparos, entre outros, e que como exceção não está associada à determinação imposta apenas pelos fabricantes.

Perfil do gerenciamento de resíduos da atividade

A Figura 5 apresenta os resultados dos descartes realizados pelas oficinas de reparos (ATE e ATA). Observou-se que, entre os resíduos de celular listados, o principal descarte da “bateria de celular”, “carcaça plástica e metálica”, “display” e “touchscreen”, “placa sem componentes”, “carregador”, “fone de ouvido” entre “outros” resíduos não listados, em grande parte das ATE, foi o lixo comum. Para as ATA o principal descarte se dá por meio dos fabricantes ou de empresas de reciclagem.

A maioria dos respondentes (65% e 56%, respectivamente) respondeu que o descarte dos “aparelhos celulares com e sem bateria” não se aplica, pois os celulares “inteiros” não são descartados, e sim descaracterizados para reutilização de componentes pelas próprias oficinas. Em algumas oficinas de reparos foi indicado que estes aparelhos “inteiros” são recondicionados para serem vendidos. De acordo com Rodrigues (2007), esta ação pode ser definida como o reuso ou segunda vida dos aparelhos celulares.

Como mencionado por Franco e Lange (2011), foi observada a ocorrência de um mercado informal, na comercialização de resíduos de celular, no município de Belo Horizonte. Em algumas oficinas de reparos (20% e 28%, respectivamente) as “placas de celular com e sem componentes” são comercializadas. Ao serem questionados sobre a venda dessas placas, a maioria dos respondentes não soube precisar quem compra esses resíduos.

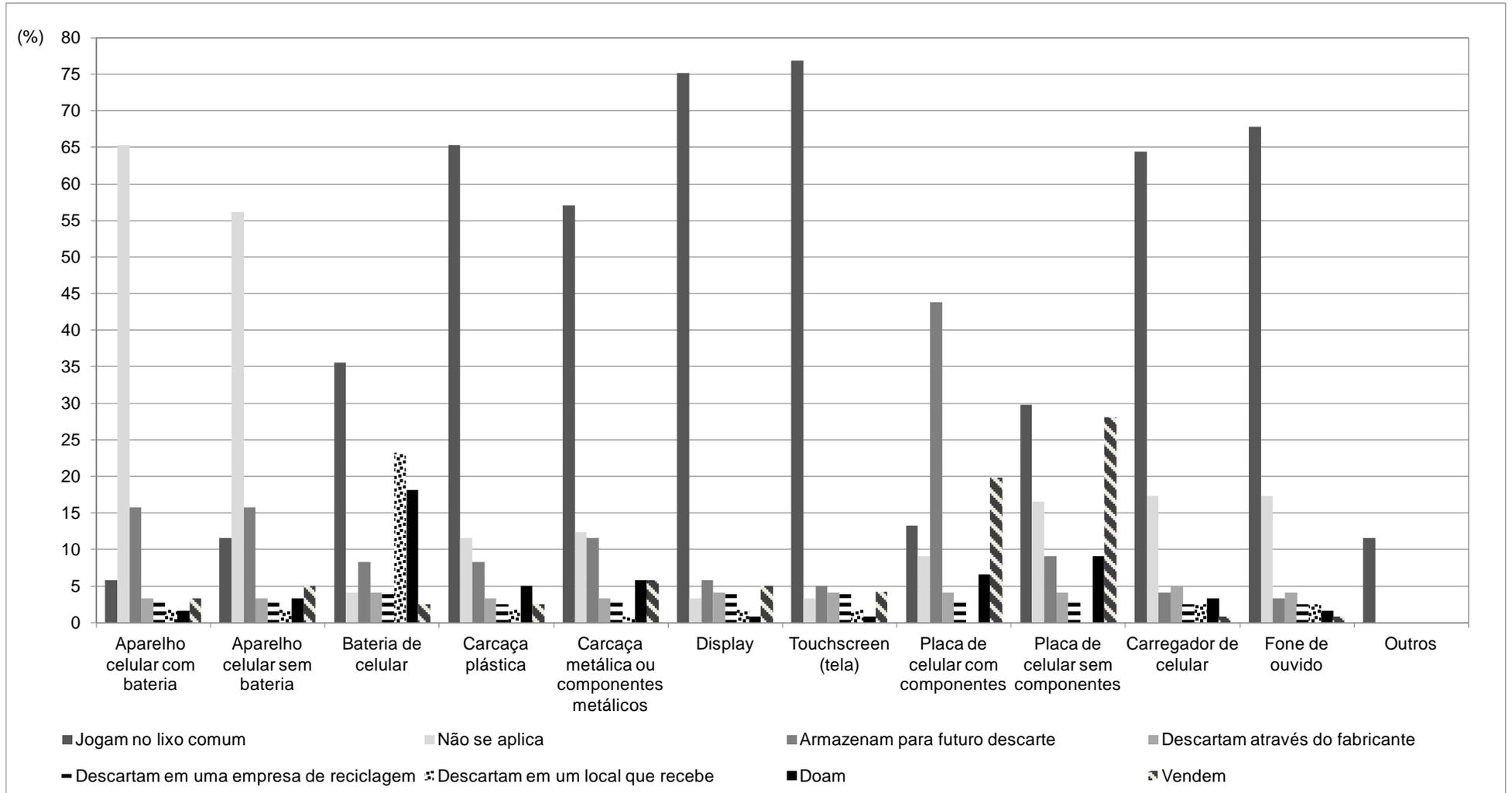


Figura 5: Descarte dos resíduos das oficinas de reparos, em percentagem.

A Figura 6 apresenta o fluxo dos resíduos de aparelhos celulares gerados nas oficinas de reparos.

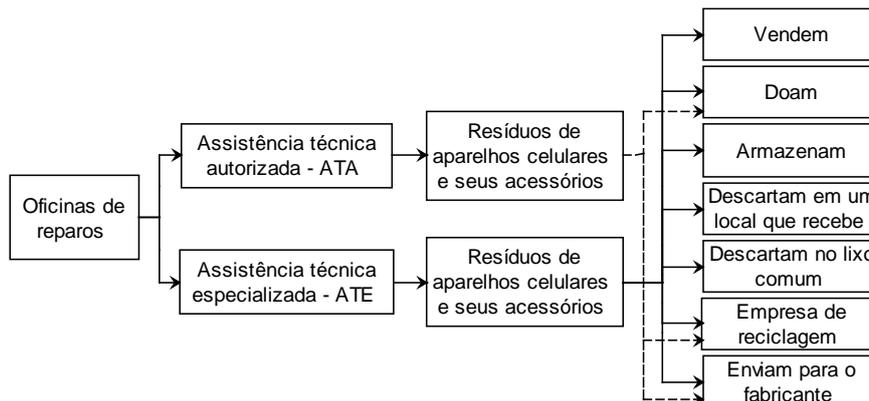


Figura 6: Fluxo dos resíduos de aparelhos celulares das oficinas de reparos até o descarte final.

Os principais destinos dos resíduos dos aparelhos celulares gerados nas ATA são a doação, empresas de reciclagem e o retorno para os fabricantes. Nas ATE parte destes resíduos são comercializados e os demais são doados, armazenados, descartados em locais que recebem (ex.: ATA – Figura 7) ou no lixo comum. Algumas ATE enviam os resíduos de aparelhos celulares para empresas de reciclagem e para os seus respectivos fabricantes. Os respondentes das oficinas de reparos mencionaram diversos locais em Belo Horizonte que recebem os resíduos de celular. No entanto, não foi possível visitar todos os locais e verificar se eles existem ou não. Assim, recomenda-se procurar as ATA para o descarte dos resíduos de celular (Figura 7).



Figura 7: Local de descarte de resíduos de celular em uma ATA.

Ressalta-se que todas as quatro ATA visitadas possuem um local para recebimento de resíduos de celular. Como nas lojas físicas das operadoras de telefonia móvel, existem informativos nos locais (urnas) sobre o descarte dos resíduos de celular. Porém, na prática nem sempre há um formulário a ser preenchido ou um envelope próprio para efetuar o descarte.

CONCLUSÃO

Percebe-se que evolução dos aparelhos celulares está diretamente associada aos teores de metais consistidos nas suas PCI. É notório que a redução destes teores influencia toda a cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares na implementação da logística reversa. Esses resultados corroboram que a gestão dos REEE, de uma maneira geral, deve ser pensada junto às questões socioambientais e econômicas. Evidencia-se também a necessidade de se criar peças que, entre outras funcionalidades, possuam durabilidade, apresentem custos reduzidos de fabricação e que sejam passíveis de reaproveitamento após o seu descarte, incluindo a facilidade de desmanche destes equipamentos visando os seus caminhos reversos.

Essa realidade elucida enormes desafios para os gestores públicos e o setor empresarial em âmbito federal, estadual e municipal. Portanto, existe a necessidade da criação de acordo setorial para a implementação do sistema de logística reversa para os produtos eletroeletrônicos e para o estabelecimento de metas de

recuperação de materiais por meio da reciclagem, uma vez que a disposição final desses resíduos está diretamente relacionada a preservação do meio ambiente e ao bem estar da saúde humana.

Acredita-se que com a regulamentação do acordo setorial será conduzido um aumento substancial do valor de fabricação desses produtos, tendo em vista o custeio da logística reversa, e que no fim deste processo será o consumidor que irá pagar a conta. Faz-se necessário, portanto, propor não somente metas para recolhimento dos produtos que são lançados no mercado, mas sim a maneira como são concebidos e projetados esses produtos de forma a aumentar a sua vida útil ou minimizar os seus efeitos nocivos como resíduos.

Embora exista um mercado incipiente que recupera parte dos resíduos dos aparelhos celulares, em Belo Horizonte ainda não existe um sistema formal de gestão de REEE. O fato de o mercado “determinar” quais REEE serão recuperados ou reciclados acarreta vários problemas para o sistema de logística reversa. Materiais perigosos e que apresentam maior potencial contaminante, como as baterias, “desaparecem” ao longo da cadeia de reciclagem dos aparelhos celulares. Esses fatores levam a pensar que estes materiais estão sendo descartados de maneira inapropriada.

Algumas empresas gerenciadoras de resíduos possuem canais reversos estruturados para o retorno da bateria, do aparelho celular e seus acessórios, por meio das assistências técnicas autorizadas (ATA) e das lojas físicas das operadoras de telefonia. A coleta dos aparelhos celulares e seus componentes pós-consumo é realizada por meio de urnas receptoras e posteriormente os materiais são encaminhados para desmontagem e reciclagem. Contudo, a divulgação desse sistema de recolhimento para os consumidores ainda é deficiente. As associações e cooperativas de catadores e os sucateiros e/ou ferros-velhos não possuem controle de recebimento e destinação desses resíduos.

Os impactos ambientais negativos estão associados à disposição inadequada dos resíduos dos aparelhos celulares, bem como a perda econômica pela não recuperação dos materiais presentes na sua composição. Neste contexto, se faz necessária a implantação de um plano de gerenciamento para os REEE gerados no município de Belo Horizonte para que seja possível criar mecanismos para controle e fiscalização das atividades de remanufatura, desmontagem e destinação desses resíduos que estão em crescimento constante, além de propor a valorização desses materiais por meio da reciclagem.

Portanto, é necessário uma maior atenção por parte do governo, principalmente dos órgãos ambientais, do setor empresarial e dos consumidores. Campanhas de conscientização e educação ambiental se fazem necessárias para difundir os pontos de recebimento de resíduos de aparelhos celulares e seus acessórios já existentes e para auxiliar os consumidores a criar o hábito de realizar o descarte correto para todos os seus resíduos gerados.

AGRADECIMENTOS

À FINEP, ao CNPq e à FAPEMIG pela ajuda financeira na pesquisa, na bolsa de estudos e na participação em congressos, ao PPGSMARH da UFMG e aos entrevistados que participaram das enquetes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R. T. V. *Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos*. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.
2. COUTO, R. C. A.; VARELLA, C. V. S.; BARROS, R. T. V. Fluxo da Geração dos Resíduos Eletroeletrônicos em Belo Horizonte e região. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 28. Rio de Janeiro, 2015. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2015.
3. COUTO, R. C. A. *Gestão da cadeia pós-consumo dos aparelhos celulares em Belo Horizonte (MG)*. 2016. 172 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
4. FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, (ABES), v. 16, n. 1, p.73-82, 2011.

5. LIM, S. R.; SCHOENUNG, J. M. Toxicity potentials from waste cellular phones, and a waste management policy integrating consumer, corporate and government responsibilities. *Waste Management*, v. 30, p. 1653-1660, 2010.
6. MARTINS, N.; ROCHA, T. L. A. C.; FIGUEIRÓ, M. F.; CÉSAR, P. G. B.; OCANHA, K.; MORAES, C. A. M. Caracterização de polímeros presentes em resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: estudo de caso com carcaças de telefones celulares. *6º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos*. São José dos Campos, 2015. 8 p.
7. RODRIGUES, A. C. *Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil*. 2007. 321 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
8. RODRIGUES, A. C. *Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas*. 2012. 247 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.