ÁREA TEMÁTICA: Logística Reversa

PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DOS COMPONENTES DE CELULARES PÓS - CONSUMO PARA LOGÍSTICA REVERSA

Kátia Elizangela Ocanha Dorneles (katia.ocanha@hotmail.com); Carlos Alberto Mendes Moraes (cmoraes@unisinos.br) ; Ana Cristina de Almeida Gracia (aagarcia@unisinos.br)

Universidade do Vale do Rio Dos Sinos - UNISINOS

RESUMO
Os avanços tecnológicos proporcionaram o crescimento econômico e a melhoria de vida das pessoas de diversas maneiras, entretanto a dependência crescente por esses produtos gerou um desafio ambiental como grande geração de rejeitos a partir (EEE) pós-consumo. O ciclo de vida desse tipo de equipamentos está cada vez mais curto, dada rápida evolução tecnológica das últimas décadas, o que acaba por acelerar o processo de obsolescência desses equipamentos, fazendo que eles facilmente se tornam- se um produto pós- consumo. Este artigo tem como objetivo investigar ações que fazem parte do processo de beneficiamento de celulares pós-consumo e compara os componentes de aparelhos celulares convencionais e aparelhos do tipo *smartphone*, através da desmaterialização físico e identificação de materiais constituintes de ambos os tipos de dispositivos móveis. A metodologia do estudo consiste em realizar processo de desmonte, assim como desmaterialização e segregação de cada componente de celulares pós–consumo averiguando o processo de beneficiamento para levar os caminhos da logística reversa, ou seja, tornando fundamental para que deixe de ser extraídos novas matérias primas a fim de valorar componentes nos quais estes aparelhos são constituídos, abordando a questão de inclusão de cooperativas e seus colaboradores. Como resultado obtido com base na análise da composição dos dois tipos de aparelhos, pode-se concluir que ocorreram mudanças significativas de massa devido à evolução tecnológica e ao *design* aliado a novas funcionalidades nos aparelhos mais modernos, ficou evidente na diferença de massa, houve uma maior semelhança no valor médio em gramas de massa na carcaça onde os convencionais 23,06% e nos *Smartphones* foi de 22,21%, já nos *displays* houve também uma diferença significativa onde se obteve nos celulares convencionais 7,91% e nos *Smartphones* 17,61%, isso ocorreu pelo fato dos *Smartphones* terem tela tipo *touch* e tamanho superior aos aparelhos convencionais com esses resultados demonstra a importância da logística reversa.
Palavras-chave: Componentes de Telefones Celulares, Logística Reversa, Sustentabilidade.

PROCESS OF IMPROVING POST CELLULAR COMPONENTS - REVERSE LOGISTICS CONSUMPTION

ABSTRACT
Technological advances have provided economic growth and improved people's lives in several ways, however the growing dependence on these products has created an environmental challenge such as a large generation of post-consumer waste (EEE). The life cycle of this type of equipment is increasingly shorter, given the rapid technological evolution of the last few decades, which ends up accelerating the obsolescence process of this equipment, making it easily become a post-consumer product. This article aims to investigate actions that are part of the post-consumer cellphone processing process and compares the components of conventional cell phones and smartphone-type devices, through physical dismantling and identification of constituent materials of both types of mobile devices. The study methodology consists of performing a disassembly process, as well as dematerialization and segregation of each component of post-consumer cell phones, investigating the beneficiation process to take the paths of reverse logistics, that is, making it

essential for new materials not to be extracted in order to value components in which these devices are built, addressing the issue of inclusion of cooperatives and their collaborators. As a result, obtained based on the analysis of the composition of the two types of devices, it can be concluded that there were significant changes in mass due to technological evolution and the design combined with new features in the most modern devices, it was evident in the difference in mass, there was a difference in mass. greater similarity in the average value in grams of mass in the carcass where the conventional 23.06% and in the Smartphones was 22.21%, in the displays there was also a significant difference where it was obtained in the conventional cell phones 7.91% and in the Smartphones 17.61%, this was due to the fact that Smartphones have a touch screen and larger size than conventional devices these results demonstrate the importance of reverse logistics.

Keywords: Mobile Phone Components; Reverse Logistics; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Dentro da temática de equipamentos de resíduos eletroeletrônicos, é de fundamental importância o estudo da composição dos aparelhos celulares, pois nesses dispositivos há oportunidade de recuperação de metais presentes.

A viabilidade de aplicação dos metais, cerâmicos e plásticos presentes no REEE como matérias-primas proporciona economia das correspondentes extraídas a partir de mineração e energia, trazendo uma alternativa real de reciclagem.

Com o avanço tecnológico houve uma progressiva evolução dos aparelhos celulares, tendo em vista que hoje eles não somente realizam ligações e enviam mensagens de texto, mas também possuem várias funcionalidades sendo considerados, assim, aparelhos multifuncionais.

Segundo Araújo (2013), a vida útil do equipamento é a principal variável na estimativa da geração de resíduos eletroeletrônicos, ou seja, a obsolescência do equipamento, definida quando o consumidor decide que esse equipamento não mais lhe serve.

De acordo com Xavier et al. (2004), a crescente necessidade de inclusão de questões ambientais na gestão da produção tende a tornar-se cada vez mais intensa a relação entre gestão ambiental e logística, inclusive por meio da elaboração de mecanismo legais e normativas que considera especificidade do ambiente produtivo e das estratégicas de negócio em consonância com as dimensões de sustentabilidade.

No Brasil, a política nacional de resíduos sólidos gestão de resíduos foi promulgada para regulamentar a gestão de resíduos em áreas públicas e privadas. (BRASIL, 2013). Esta lei estabelece os critérios para a logística de resíduo eletrônico e outras categorias de resíduos perigosos, como pacotes de herbicidas, óleo lubrificante, lâmpadas, baterias, pneus e produtos. Os processos de coleta e reciclagem concentram-se em componentes e materiais de alto valor agregado (como circuitos de aço e aço inoxidável), mas outros componentes são subestimados. Consequentemente, são descartados em locais impróprios, a reciclagem de resíduo eletrônico, contudo nos dias atuais ainda é impopular. (Bouzon et al.2016)

Yacob et al. (2012) identificaram barreiras para reverter as práticas de logística de pequenas empresas, de acordo com os autores, a ausência de uma infraestrutura mínima, como localizações de lojas para produtos dos retornáveis, rede de transporte para coleta ou pontos de recepção e uma estrutura de produto, recuperação, entre outros, comprometem a implementação e execução da logística reversa. É importante notar que o estabelecimento de uma infraestrutura adequada para coletar os produtos para consumidores finais requer investimentos significativos, considerados como obstáculos por micro e pequenas empresas (yacob et al. 2012).

Também é importante enfatizar que os recicladores de resíduo eletrônico enfrentam incertezas em termos de quantidade e qualidade. Além disso, eles devem se ajustar dadas decisões através de parte do processo dinâmico entre associado às fontes do resíduo eletrônico. Em geral, os países em desenvolvimento têm uma força de trabalho disponível na coleta de resíduo, mas a infraestrutura é ruim e o resíduo eletrônico é tratado de maneira primitiva (kumar et al. 2017).

Por outro lado, o regulamento europeu, no que tange resíduo eletrônico, é identificado como pioneiro, e considerou a base de políticas de outros países (diretivas de restrição de certas substâncias perigosas e resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos).
While Gomes et al. (2011) destacaram o principal custo a ser considerado no desenvolvimento de logística reversa para resíduo eletrônico, custo de frete, custos de processamentos (transporte, reciclagem e descarte), armazenamento, e custos não cobrados, ao mesmo tempo em que reafirma a importância de questões econômicas. Relativo a questão ambiental, revela o nível de comprometimento social nesse contexto de maturidade política, sua degradação e esgotamento.
Em suma, Abdulrahman et al. (2014) concordam que os benefícios da logística reversa, que é um elemento importante para a importação, são materiais circulares e estão em prática nas economias emergentes, e alguns passos ainda devem ser alcançados, como estrutura física, tecnologia da informação, tributação e outros.
Considerando que o segmento de eletroeletrônicos da Brasil gera entre 2% e 4% das perdas de água, infelizmente, as estimativas baseadas no mercado formal de trabalho no Brasil indicam que não mais de 1% do resíduo eletrônico produzido possui tratamento ambiental adequado (FEAM 2013).
No Brasil, como em outros países em desenvolvimento, os catadores participam da logística reversa do resíduo. O ato em outras colisões e a recuperação de materiais recicláveis. Atua em centros de assistência técnica e recondicionamento, vendendo as peças para empresas de recuperação e reciclagem. As indústrias de reciclagem recebem peças de catadores e revendedores de sucata para a instalação de novos equipamentos. (Guarnieieri e Cerqueira-Streit; Ferre et al. 2015).
Este artigo tem como objetivo analisar ações que fazem parte do processo de beneficiamento de celulares pós-consumo e compara os componentes de aparelhos celulares convencionais e aparelhos do tipo touch /Smartphone, através do desmantelamento físico e identificação de materiais constituintes de ambos os tipos de dispositivos.

2. OBJETIVO

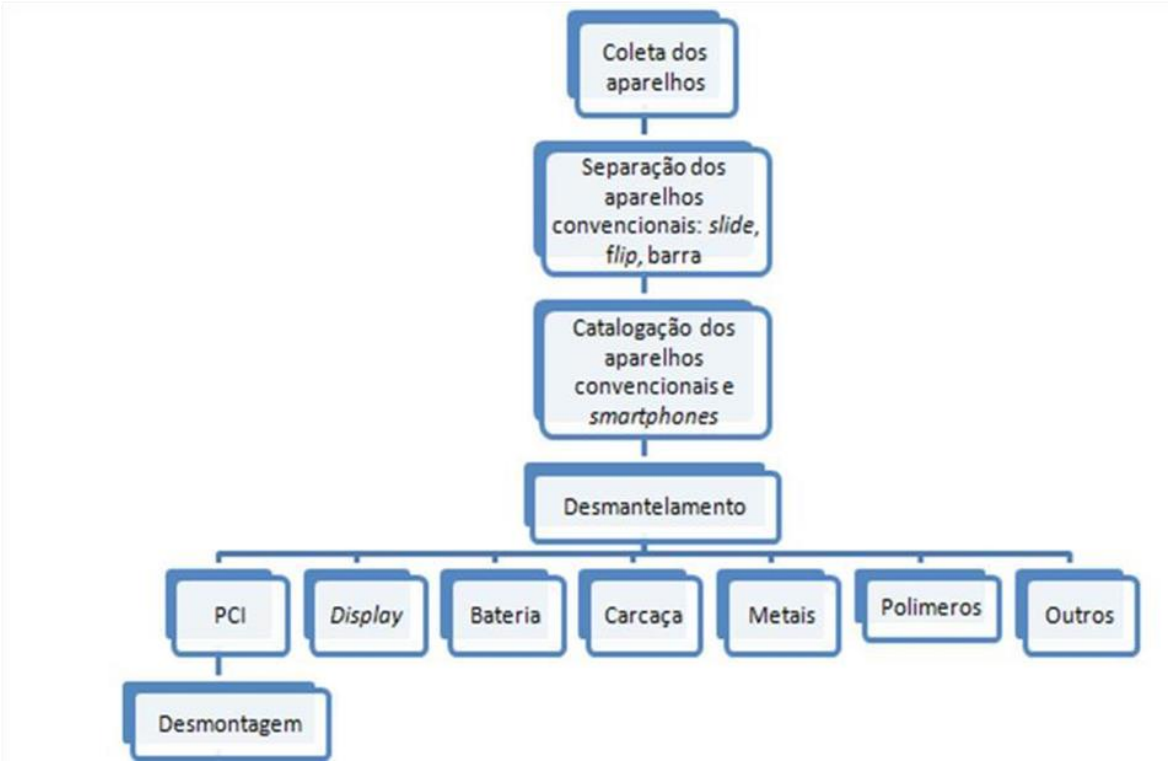
Este artigo tem como objetivo investigar ações que fazem parte do processo de beneficiamento de celulares pós- consumo e comparar os componentes de aparelhos celulares convencionais e aparelhos do tipo *smartphone*, através do desmantelamento físico e identificação de materiais constituintes de ambos os tipos de dispositivos móveis.

3. METODOLOGIA

A primeira etapa foi constituída de estudos embasado em referências bibliográficas. Segundo Gil (2008), pesquisa de bibliografia é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.
Na sequência do estudo ocorreu à coleta dos aparelhos celulares durante a 4ª Semana do Meio Ambiente na Universidade do Vale do Rio Sinos – Unisinos celulares convencionais. Já a arrecadação dos *Smartphones* foi feita por doações e campanha realizada no campus da Universidade em São Leopoldo entre os anos de 2014 e 2015.
Os celulares convencionais foram fabricados entre os anos de 2000 e 2011, já os *Smartphones* caracterizados foram fabricados entre os anos de 2008 e 2013, conforme procedimento de catalogação. Na catalogação do estudo de caso, foram avaliados 17 celulares convencionais e 32 *Smartphones.*
Passado o período de coleta, iniciou-se a etapa de catalogação dos aparelhos, indicando marca, modelo e ano de fabricação. Após essa etapa, os celulares foram desmaterializado com ferramentas como chaves *philips*, fenda e alicates, e então separados em placa de circuito impresso (PCI), *display*, bateria, carcaça, metais, polímeros e outros. Após foi realizado um estudo de

desmaterialização para o desmonte de componentes dos aparelhos celulares, para estudos posteriores e sugestões de possíveis rotas de logística reversa.
Foi realizado um fluxograma para a metodologia do trabalho, desde a fase das coletas dos aparelhos até seu desmonte conforme demostrado na figura 1

Figura 1. Fluxograma da Metodologia de Pesquisa



Fonte: Metodologia adaptada publicação Dorneles,2016. 7°FIRS

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas análises da composição dos dois tipos de aparelhos, pode-se avaliar que ocorreram mudanças significativas de massa devido à evolução tecnológica e ao design aliado a novas funcionalidades nos aparelhos mais modernos.

Essa mudança ficou evidente na diferença de massa, houve uma maior semelhança no valor médio em gramas de massa na carcaça, em que os convencionais 23,06% e nos Smartphones foi de 22,21%, já nos displays houve também uma diferença significativa onde se obteve nos celulares convencionais 7,91% e nos smartphones 17,61%, isso ocorreu pelo fato dos *Smartphones* terem tela tipo touch e tamanho superior aos aparelhos convencionais. Como os *Smartphones* possuem várias tecnologias aplicadas serve como minicomputador requer uma tela maior para poder executar suas tarefas. De modo geral quase todos componentes dos *Smartphones* tiveram uma redução em gramas de massa comparando com aparelhos celulares convencionais.

Deste modo, para que os processos de reciclagem ou reutilização sejam viáveis, faz- se necessário uma padronização no design dos aparelhos para que os processos de desmontagem sejam facilitados e possam ser executados facilmente com vistas ao aumento da eficiência de recuperação dos materiais empregados.

A mineração urbana é o processo de reciclagem desses metais a partir do resíduo eletrônico, ou seja, a partir do material que a sociedade usou e descartou, e nesse aspecto, ela torna possível reduzir a pressão sobre os recursos naturais ainda não explorados, minimiza os riscos ao meio ambiente e a saúde da população, que poderiam ser causados pela disposição inadequada de

resíduos eletroeletrônicos e proporciona uma forma de renda aos que trabalham na recuperação do material empregados nos EEE.(DI MARIA, 2013).

A concentração e a diversidade de materiais, incluindo metais preciosos nos equipamentos EEE é muito grande, contudo, o processo de fabricação desses materiais de forma homogênea em cada uma de suas partes, dificulta a segregação dos materiais, no fim da vida útil, se não for feito uma triagem das partes desses equipamentos. (Sena, 2013).

Apesar de possuírem diversas partes recicláveis, as que almejam técnicas mais avançadas para o reaproveitamento da matéria-prima, são as placas de circuito impresso (PCI) onde tem maior valor agregado. Além disso, a reciclagem gera maior retorno financeiro dentre a parte constituinte dos equipamentos eletroeletrônicos.

No Brasil não há tecnologias em escala de produção para reciclagem desses equipamentos e, por isso, todo o material separado é enviado para o exterior, uma grande perda de divisas e material, uma vez que essa sucata possui um índice de reciclagem na ordem de 95% de reaproveitamento, e de onde se extraem metais como ouro, platina, paládio, prata e cobre. Devido a necessidade de empregar técnicas avançadas, poucas empresas no mundo têm capacidade para reciclagem desse material. (Bouzon,2015)

Segundo Sena (2013) nos países industrializados, a reciclagem de sucata eletrônica é um problema de custo. Os países até podem recuperar matérias-primas valiosas como cobre, mas a chamada mineração urbana não compensa aos olhos de muitos países industrializados, pois a quantidade reciclada é muito pequena, se for comparada com a extraída da natureza. A solução mais barata é enviar as sucatas ilegalmente, na maioria das vezes, para países subdesenvolvidos, onde podem ser vendidas por comerciantes ilegais.

Mesmo os países desenvolvidos, onde há uma gestão eficiente dos resíduos e implantação da logística reversa não possuem ainda capacidade suficiente de reciclagem e enviam os resíduos tóxicos para exterior.

O processo reverso da gestão de resíduos tecnológicos compreende etapas simplificadas como: recolhimento, triagem, separação e destinação. Como forma de destino existe diferentes processos que podem ser escolhidos conforme o tipo e condição do material ou produto, tais como: reuso, reciclagem, incineração, doação, venda ao mercado secundário ou encaminhamento para aterro (XAVIER, 2014).

Segundo Xavier (2014), para destinação de resíduos pós- consumo, existem dois tipos de canais de distribuição reversos: de ciclo aberto que caracterizam - se pelo retorno dos materiais pós-consumo como metais, plásticos, vidros, papéis, embalagens, e outros ao ciclo produtivo na forma de matéria-prima, utilizada na fabricação de novos bens, distintos dos originais, no caso há um foco na matéria que constituirá os novos produtos.

Produtos pós- consumo, sendo dele extraído o material constituinte de forma seletiva para a fabricação de outro similar ao de origem, podem ser citados como exemplo dos resíduos característicos dos componentes derivados de sua composição tais como: pilhas e baterias, placa de circuito impresso os quais possuem metais preciosos com alto potencial de recuperação e valor agregado (Dorneles, 2016).

Os telefones celulares representam quase 17% do desperdício eletrônico, enquanto apenas 3% dos celulares globais são reciclados (LI ET AL. 2017). Os íons de lítio são considerados o material mais valioso disponível nas baterias se *Smarpthones* (li et al. 2014). As figuras 2,3 e 4 mostram um aparelho sendo pesado e desmontado. A figura 2 representa um Smartphone sendo pesado.

Figura 2. Pesagem de celular **Figuras 3 e 4**. Desmaterialização do celular

Fonte: Registro fotográfico elaborado pela autora no período de pesquisa acadêmica, 2016.

As figuras 5 e 6 mostram um celular convencional desmaterializado quando comparado a um aparelho convencional, observa-se que os aparelhos mais modernos apresentam menor quantidade de componentes.

Figura 5. *Smartphone* desmaterializado **Figura 6**. Celular convencional desmaterializado

Fonte: Registro fotográfico elaborado pela autora no período de pesquisa acadêmica, 2016, publicado no 7° FIRS,2016.

Segundo Kaya (2016), o ideal para o ciclo de reciclagem industrial de telefones celulares é: coleta e pesagem de telefones celulares, e as sucatas de eletrônicos, segregação e desmontagem de decapagem de metal, decapagem de ouro, sucata acidificada, precipitação ácida.

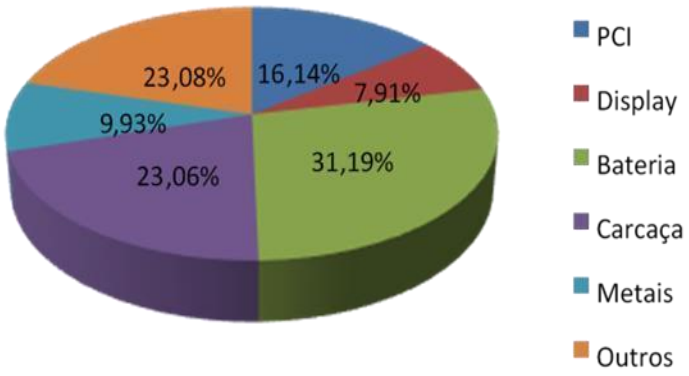
Para além disso, são importantes os aspectos relacionados ao gerenciamento de desperdícios de telefones celulares (Sarath et al. 2015), estatísticas de geração de desperdícios de telefones celulares economia de estágios de reciclagem de telefones celulares, avaliação da toxicidade de peças de celulares, incluindo avaliação de substituição de novos materiais e métodos de identificação e recuperação de materiais.

Avaliando os componentes em percentual de massa, os aparelhos convencionais apresentaram uma média mais elevada para bateria (31,19%), seguido de outros (23,08%), carcaça (23,06%) PCI (16,14%) e metais (9,93%). A menor média mássica obtida foi para o display (7,91%), conforme apresentado na figura 7. (Dorneles,2016).

Os celulares convencionais foram fabricados entre os anos de 2000 e 2011, já os *Smartphones* caracterizados foram fabricados entre os anos de 2008 e 2013.

Figura 7. Percentual em massa de cada componente dos aparelhos celulares convencionais

1.



Fonte: Publicado 7° FIRS, 2016. Dorneles, 2016.

Fonte: Elaborado pela autora artigo publicado, Dorneles 2016.

Os aparelhos de celular convencionais foram avaliados também considerando a construção mecânica. Na Tabela 1 estão demonstrados os valores médios do percentual em massa dos componentes por tipo de construção mecânica e modelo.

Tabela 1. Percentual em massa de cada componente dos aparelhos celulares convencionais por tipo de construção mecânica e modelo

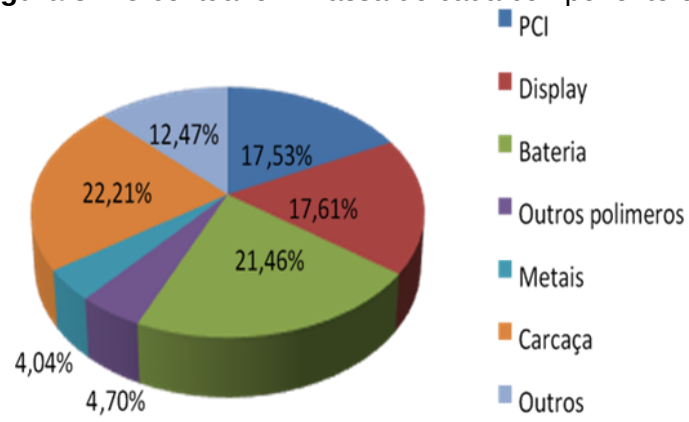
Construção mecânica	PCI	Display	Bateria	Carcaça	Metais	Outros
Slide	11,88	6,94	38,61	28,32	5,18	34,69
Flip	14,21	6,91	17,92	16,11	11,78	21,15
Barra normal	17,46	5,98	31,15	23,78	7,37	15,58
Touch	12,66	34,94	49,37	15,82	33,92	20,91

Fonte: Publicado 7° FIRS, 2016. Dorneles, 2016

Quanto aos *Smartphones* a massa das PCIs foi a que mais se assemelhou comparando-se com os aparelhos convencionais, apresentando 17,61% da massa total do aparelho. A massa de bateria diminuiu relativamente, passando de 31,19% nos aparelhos mais antigos para 21,46%.

A figura 8 traz os resultados encontrados para *Smartphones.*

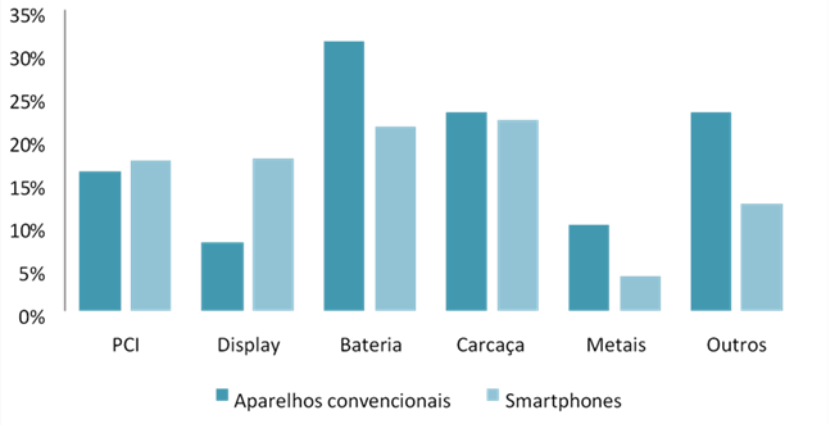
Figura 8. Percentual em massa de cada componente em aparelhos *Smartphones*.



Fonte: Publicado 7° FIRS, 2016. Dorneles, 2016

No gráfico da figura 9, que traz a comparação das médias dos componentes dos dois tipos de aparelhos, fica evidente que, ao longo da evolução dos aparelhos celulares, houve um aumento de massa considerável principalmente dos componentes display e bateria. Nos displays houve uma significativa diferença: nos celulares convencionais a massa desse componente representou 7,91% da massa total do aparelho, enquanto nos *Smartphones* 17,61%.

Figura 9. Comparação do percentual em massa das médias encontradas para componentes de aparelhos convencionais e *Smartphones*.



Fonte: Publicado 7° FIRS, 2016. Dorneles, 2016

O aumento da massa ocorreu pelo fato dos *Smartphones* possuírem tela do tipo *touch* com a digitalização dos teclados e tamanho muito superior aos aparelhos convencionais. Já a diminuição da massa da bateria está possivelmente ligada ao tamanho desse componente, que reduziu para que os aparelhos pudessem se tornar mais finos e mais leves.

Houve uma maior semelhança no valor médio em gramas de massa na carcaça onde os convencionais 23,06% e nos *Smartphones* foi de 22,21%, já no display houve também uma diferença significativa onde se obteve nos celulares convencionais 7,91% e nos *Smartphones* 17,61%, isso ocorreu pelo fato dos S*martphones* terem tela tipo *touch* e tamanho superior aos aparelhos convencionais. Como os S*martphones* possuem várias tecnologias aplicadas serve como minicomputador requer uma tela maior para poder executar suas tarefas. De modo geral quase todos componentes do S*martphones* tiveram uma redução em gramas de massa comparando com aparelhos celulares convencionais.

Deste modo, para que os processos de reciclagem ou reutilização sejam viáveis, faz- se necessário uma padronização no *design* dos aparelhos para que os processos de desmontagem sejam facilitados e possam ser executados facilmente com vistas ao aumento da eficiência de recuperação dos materiais empregados. Também o impacto adverso do uso dos recursos naturais afim de valorar resíduo eminente em sua composição fabricação primaria através de incentivo de políticas públicas do Brasil relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos, na inclusão social de catadores nas cooperativas para proporcionar maior âmbito no eixo sócio ambiental econômico e sustentável para desenvolvimento.

Contudo como sugestão para futuro procedimento é dar continuidade em melhoria continua desses aparelhos pós - consumo, requer um estudo com cooperativa de resíduos eletroeletrônicos responsável pela segregação dos componentes dos aparelhos celulares pós – consumo, as informações coletadas através de entrevistas e também visitas de reconhecimento de local de trabalho assim como seus colaboradores, de como eles procedem no fluxo do processo, analisando os cooperados a respeito das dificuldades de desmonte no processo pós- consumo.

CONCLUSÃO

Envolve também etapas mais amplas para cooperativas e seus colaboradores, principalmente no manejo e treinamento deste componentes pós- consumo, para uma maior segurança, mais otimização no processo de beneficiamento como desmontagem, segregação até etapa final que seria a desmaterialização destes componentes para retornar a logística reversa ou sua comercialização.

A logística reversa e as políticas públicas são motivadores legais, bem como o poder de barganha de associações e cooperativas na formalização efetiva dos catadores no processo de recuperação de resíduo eletrônico. Entretanto os desafios a percorrer ainda são muitos requer estudos mais aprofundados na área em questão, e investimento de contra- partida da união e dos setores privados.

2. REFERÊNCIAS

Abdulrahman D, Ganaekaran A, Subramanian N (201enting rever4) Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectores. Int J Prod Econ 147 (Pat b): 460-471. https://doi.org/10.10.10116/.j.i.jpe.2019.09.006 Acessado em 16 de set de 2019.

ARAÚJO, M.G. Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. Tese (doutorado). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

Bouzon M, Govindan K, Rodriguez CMT (2015) Reducing the extraction of minerals: reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach . E- WASTE RECYCLING AND MANAGEMENT Resour Policy 46:27-36

Bouzon M, Govindan K, Rodriguez CTM, Campos LM (2016) Identification and analysis of reserve logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. Resour Recycl 10:182197.https://doi.org/10.1010.resconrec.2019.09.007 Acessado em 07 de set de 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), altera a Lei no 9.605**,** DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998; E outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 15 abr. de 2019.

Brasil (2013). Edital 01/2013 de chamamento de acordos setoriais para logística reserva de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. http://www.abras.com.br/pdf/editaleletronicos.pdf acessado 25 de set 2019.

DI MARIA, F.; MICALE, C.; SORDI, A.; CIRULLI, G.; MARIONNI, M., 2013.Urban mining: Quality and quantity of recyclable and recoverable material mechanically and physically extractable from residual waste Waste Management 33(12): 2594–2599.
DORNELES, K. O.; SILVEIRA, T.A. da, FIGUEIRÓ, M.F.; MORAES, C.A.M. Desmontagem e segregação de sucatas de celulares: comparação entre a composição de aparelhos convencionais e smartphones. Artigo publicado anais do 7° Fórum de Resíduos Sólidos Internacional, junho, 2016.
ECO-CEL, Reciclagem Sustentável.
Disponível em: <http://www.eco-cel.com/>. Acesso em: 14 mai. 2019.
FEAM- Fundação Estadual do Meio Ambiente Minas Gerais. Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos Acessado em http://www.feam.br/ 26 de set de 2019.
Ferrari G L, Chaves GLD , Ribeiro GM (2015) Reverse Logistics network for municipal solid waste management: the inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requeriment. Waste Manag 40:173-191. https://doi.org/10.106/j.wasman.2019.09003

Kumar A, Holuszko M, Espinosa DCR (2017) E-Waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices. Resour Conserv Recycl 122:32-42, https://doi.org/10.106/j.resconrec.2017.01.018

Praskash C, Baura MK (2015) Integration of APH-TOPIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics : adaption to reverse overcome its barriers under fuzzy environment. Recycling Challenges for Electronic Consumer Products to E- Waste

SENA, Fabricio Roberto. Evolução da Tecnologia Móvel Celular e Impacto nos Resíduos Eletroeletrônicos. 2013. Dissertação (Mestrado) Pontifica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2013. Disponível em: http://www.urb.pucrio.br/dissertacao/dissertacao_fabricio_sena.pdf. Acesso em: 21 mar. 2019