



DESMONTAGEM E SEGREGAÇÃO DE SUCATAS DE CELULARES: COMPARAÇÃO ENTRE COMPONENTES DE APARELHOS CONVENCIONAIS E SMARTPHONES

*Kátia Ocanha Dorneles*¹ (katia.ocanha@hotmail.com); *Tamires Augustin da Silveira*¹ (tamires_augustin@hotmail.com); *Michele Friedrich Figueiró*¹ (mfriedrichfigueiro@gmail.com); *Carlos Alberto Mendes Moraes*¹ (cmoraes@unisinos.br)
1 UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS

RESUMO

Os produtos da indústria de eletroeletrônicos possuem alta empregabilidade no dia a dia. No entanto, são substituídos rapidamente, tendo assim um período de vida curto e impactando negativamente na demanda por recursos naturais não renováveis. O fator determinante da evolução de aparelhos celulares é uma sociedade sempre sedenta por novidades, o que motiva os fabricantes a alcançarem fatias maiores do mercado, desenvolvendo aparelhos com novas e mais modernas funcionalidades. Dentro do universo de equipamentos eletroeletrônicos, os telefones celulares estão entre os mais complexos devido a sua variada composição, tendo em seus componentes uma grande variedade de elementos químicos. Esses aparelhos quando descartados incorretamente são potenciais causadores de danos ambientais, podendo afetar também a saúde humana. A proposta deste trabalho foi fazer uma comparação entre os componentes integrantes de aparelhos celulares convencionais e *smartphones* através do desmantelamento físico e identificação de materiais constituintes, no intuito de identificar semelhanças e diferenças ao longo da evolução dos aparelhos.

Palavras-chave: Celulares usados; Desmontagem; *Smartphone*.

DISMANTLING AND SEGREGATION OF WASTE OF MOBILE PHONES: COMPARISON BETWEEN THE COMPONENTS OF CONVENTIONAL DEVICES AND SMARTPHONES

ABSTRACT

Electronics industry's products have high employment on a daily basis. However, they are replaced quickly, so having a short period of life and impacting negatively on demand for non-renewable natural resources. The determining factor of the evolution of mobile phones is a company always hungry for news, which sharpens manufacturers to achieve higher market shares, appliances with new and more modern features, thus attracting the public's desire. Inside the electronics world, mobile phones are among the most complex because of its varied composition, in its components a wide variety of chemical elements. These devices when improperly disposed are potential causes of environmental damage, and may also affect human health. The purpose of this study is to make a comparison between the integral components of conventional devices and smartphones through physical dismantling and identification of constituent materials in order to identify similarities and differences along the evolution of handsets.

Keywords: Waste of mobile phones; Disassembly; Smartphone.



1. INTRODUÇÃO

O contínuo aumento do consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEE), combinado à tendência da redução da vida útil e a obsolescência programada gera o chamado “lixo” eletrônico (SERPE, 2008). Segundo (BALDÉ et. al., 2015) estima-se que em 2014 a quantidade total global de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) gerada foi de 41,8 milhões de toneladas (Mt). A previsão é que em 2018 essa quantidade passe a ser 50 Mt. Destas 41,8 Mt, estima-se que 3,0 Mt são de pequenos equipamentos de tecnologia da informação, nos quais estão inclusos os telefones celulares. Deste montante, o continente Americano é responsável pela geração de 0,8 Mt. Sendo que para o Brasil a estimativa de geração de REEE em 2014 é de 1,4 Mt.

Os aparelhos celulares descartados apresentam um grande valor econômico, pois em sua composição contêm ouro e outros metais como cobre, chumbo, níquel e estanho, que tem um bom valor comercial. Há um maior interesse na recuperação destes metais, pois a sua reutilização como uma nova matéria-prima proporcionaria uma grande economia de tempo e de energia, pois este material não terá a necessidade de passar pela etapa de extração do metal do minério, trazendo uma alternativa real de reutilização.

O crescimento do setor eletroeletrônico foi motivado, principalmente, pelo faturamento dos novos bens de consumo no mercado, como *smartphones* e *tablets*, conforme a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) (FIGUEIRÓ et al, 2015).

Com cada geração sucessiva de tecnologias, os celulares têm adquirido funcionalidades adicionais. Muitos dos aparelhos, hoje, são dispositivos móveis multifuncionais, com recursos como reprodução de música e vídeo, navegação GPS, organização pessoal, acesso a internet e *e-mails*, imagem e captura de vídeo, jogos, vídeo-chamada, entre outros (BOLLINGER, 2010).

Conforme foi apontado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (2009), o manuseio incorreto ou o descarte dos REEE tem potencial para causar danos ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos através da poluição do solo, das águas e, se queimados, através da emissão de gases tóxicos. São classificados como perigosos, porque possuem metais pesados como chumbo, cromo cádmio, berílio e substâncias tóxicas como retardantes de chamas brominados, que podem estar presentes nas placas de circuito impresso. Esse é só mais um motivo pelo qual a reciclagem de telefones celulares e outros eletroeletrônicos, utilizando técnicas corretas, são extremamente importantes e necessários.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é comparar 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.

3. METODOLOGIA

Os celulares convencionais utilizados neste trabalho foram coletados na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, durante a 4ª Semana do Meio Ambiente do ano de 2013. Os *smartphones* foram arrecadados através de doações, e também em campanha realizada no *campus* da Universidade em São Leopoldo no ano de 2015.

Dentre os celulares convencionais, optou-se por escolher um método de agrupamento de acordo com a sua construção mecânica, para que fosse possível avaliar as diferenças de massa entre os modelos. Sendo assim, foram avaliados celulares do tipo *slide* (compostos por dois segmentos que deslizam um sobre o outro em trilhos), celulares do tipo *flip* (que possuem duas partes distintas unidas por dobradiças que permitem que o telefone abra e feche), e por fim celulares de formato barra normal (constituídos por uma única peça) e barra com tecnologia *touch* (figuras 1, 2, 3 e 4, respectivamente). Foram avaliados 17 celulares convencionais e 32 *smartphones*.



Figura 1. Celular do tipo *slide*



Figura 2. Celular tipo *flip*



Figura 3. Celular de barra normal



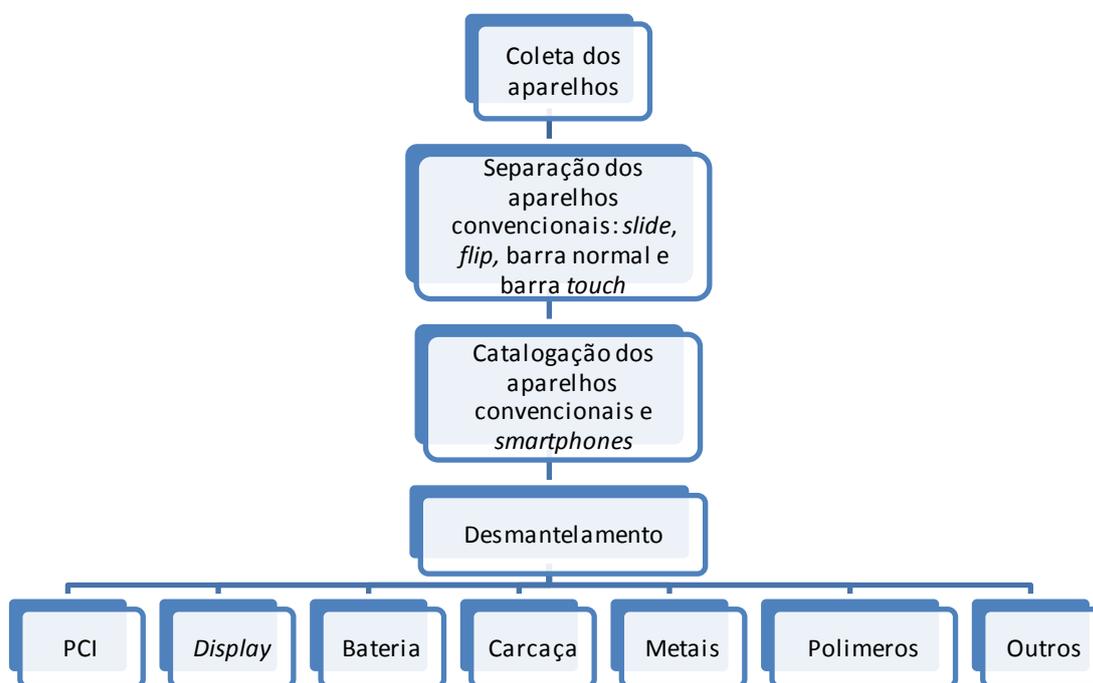
Figura 4. Celular de barra *touch*



Passado o período de coleta, iniciou-se a etapa de catalogação dos aparelhos, indicando marca, modelo e ano de fabricação. Após essa etapa, foi realizado a desmontagem dos celulares com as ferramentas do tipo chave *philips*, fenda e alicates, e então separados em placa de circuito impresso (PCI), *display*, bateria, carcaça, metais, polímeros e outros, conforme figura 5, abaixo. A classificação “outros” denomina peças e componentes em que não foi possível enquadrar nas demais classificações, pois apresentavam um conjunto de materiais, como por exemplo, componentes com materiais plásticos e materiais metálicos, cuja separação manual não se fez possível.



Figura 5. Fluxograma da metodologia adotada



Após a desmontagem, os componentes foram pesados em uma balança analítica Shimadzu, modelo AUY 220 instalada no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais (LCVMat) da Unisinos e os resultados foram registrados em uma tabela.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

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. Alguns dos modelos podem ser vistos na figura 6.

Figura 6. Alguns modelos de aparelhos caracterizados

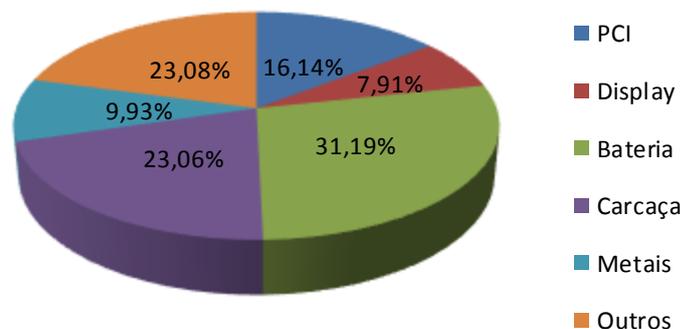


Avaliando os componentes em percentual de massa, os aparelhos convencionais apresentaram uma média mais elevada para bateria (31,19%), seguido de outros (23,08%), carcaça (23,06%),



PCI (16,14%) e metais (9,93%). A menor média mássica obtida foi para o *display* (7,91%), conforme apresentado na figura 7.

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



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

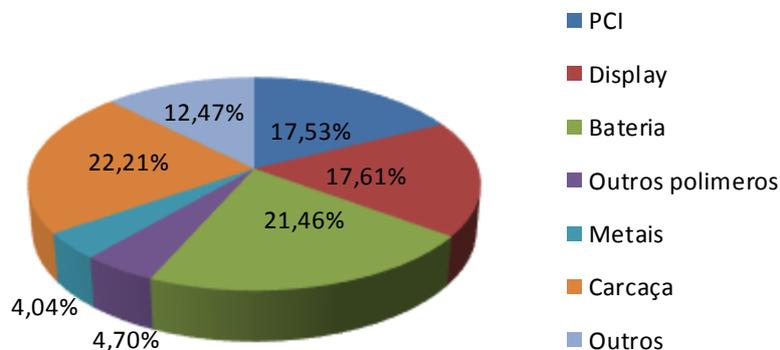
Tabela 1. Percentual em massa de cada componente dos aparelhos celulares convencionais por tipo de construção mecânica

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

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*.

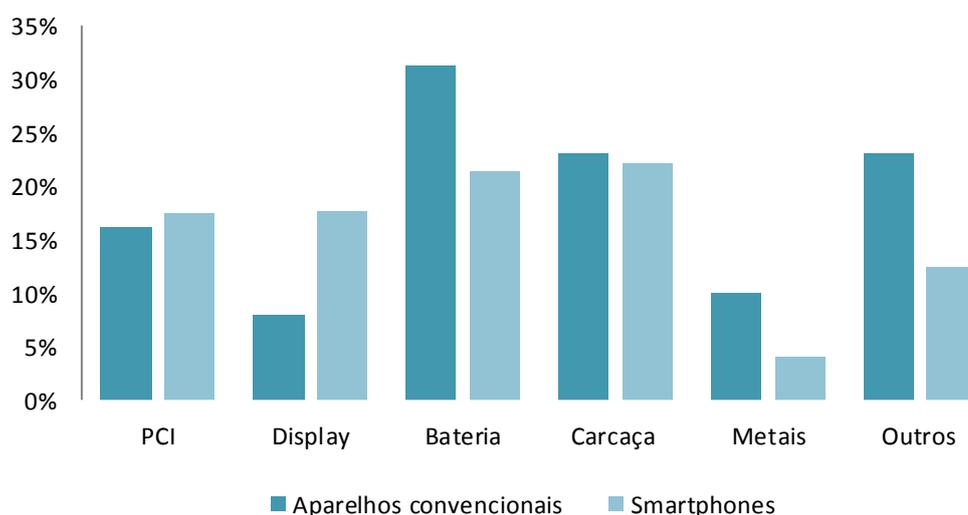


Figura 8. Percentual em massa de cada componente em aparelhos *smartphones*.



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%. Esse 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.

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



As figuras 10,11 e 12 mostram um aparelho sendo pesado e desmontado. A figura 13 representa um *smartphone*, já a figura 14 mostra um celular convencional desmaterializado quando comparado a um aparelho convencional, observa-se que os aparelhos mais modernos apresentam menor quantidade de componentes.



Figura 10. Pesagem de celular



Figuras 11 e 12. Desmaterialização do celular



Figura 13. Smartphone desmaterializado



Figura 14. Celular convencional desmaterializado



5. CONCLUSÃO

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. Essa mudança 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 display 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 mini computador requer uma tela maior para poder executar suas tarefas. De modo geral quase todos componentes do *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.

REFERÊNCIAS

ABINEE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Desempenho Setorial, 2015. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em 10 ago. de 2015.

RESÍDUOS SÓLIDOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



15 a 17
junho de 2016
Porto Alegre, RS



Realização:

INSTITUTO VENTURI
para Estudos Ambientais

BOLLINGER, L. Andrew. Growing cradle metal flow systems- An application of agent-based modeling and system dynamics to the study of global flows of metals in mobile phones. Thesis MSc Industrial Ecology Delft University of Technology, Leiden University, abril de 2010. Disponível em: <http://iesashift.nl/wp-content/uploads/group-documents/5/1288088732-Bollinger-GR.pdf>. Acessado em 20 de mar. de 2015.

FEAM. Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. 2009. 85 f. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Minas Gerais. 2009.

SERPE. A.; Artizzu, F.; Mercuri, M. L.; Pilia, L.; Deplano, P.; Coord. Chem. Rev. 2008, 252, 1200
BALDÉ, C.P., WANG, F., WONG, J, KUEHR, R., HUISMAN, J. (2015), The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. Disponível em: <https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>
Acesso em: 01 jul. 2015.

 Universidade de Brasília

Apoio acadêmico

ESCOLA
POLITÉCNICA
UNISINOS

 UNISINOS

 IACIS
Lab. do Ambiente Construído
Inclusão e Sustentabilidade
FAU | CDS | FGA | UnB

 BIMTECH
BIRLA INSTITUTE
OF MANAGEMENT TECHNOLOGY