



INFLUÊNCIA DO DESIGN DE CELULARES EM SUA DESMONTAGEM PARA POSTERIOR RECICLAGEM

*Melina Cé Tombini**; *Emanuele Caroline Araujo dos Santos*; *Pedro Albano Kátia Dornelles*; *Tainá Thomassim Guimarães*; *Carlos Alberto Mendes Moraes*

* *Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – mtombini@outlook.com*

RESUMO

A rápida obsolescência somado ao consumo cada vez maior, além da falta de fiscalização e também legislação sobre a destinação correta dos equipamentos eletroeletrônicos, faz com que eles sejam descartados de uma forma incorreta, ou seja, como lixo comum. Estes aparelhos podem possuir em sua composição, metais pesados altamente tóxicos, como por exemplo, o mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, entre outros, que quando em contato direto com o meio ambiente e/ou queimados podem causar sérios riscos ao meio biótico e abiótico. Este problema relacionado ao meio ambiente tem custos elevadíssimos para recuperação de áreas degradadas. Foi então criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que prevê uma responsabilidade compartilhada em relação ao ciclo de vida dos produtos, o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável reciclável como um bem econômico e de valor social, além de apresentar dentre seus objetivos a priorização da reciclagem dos resíduos. A partir dessa Lei o conceito de logística reversa foi fortalecido e, conseqüentemente, um novo olhar para o ciclo de vida do produto. Diversos setores passaram a se enquadrar a esta nova lei. Neste contexto percebe-se a necessidade de criação de produtos previamente pensados para um ciclo de vida sustentável, tornando o conceito de ecodesign cada vez mais forte. A partir destas premissas o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do design de aparelhos celulares para sua reciclagem, bem como a desmontagem dos mesmos.

Palavras-chave: Eletroeletrônico, aparelhos celulares, ecodesign.

INFLUENCE THE DESIGN OF MOBILE PHONES IN THEIR DISMANTLING FOR RECYCLING

ABSTRACT

The rapid obsolescence added to increasing consumption, and the lack of supervision and legislation on the proper disposal of electronic equipment, causes it to be disposed of in an improper manner, such as regular trash. These devices may have in its composition, highly toxic heavy metals such as mercury, cadmium, arsenic, copper, among others, that when in direct contact with the environment and/or burnt may cause serious damage to biotic and abiotic as well. This problem related to the environment has very high costs for degraded areas recovery. In this way, it was created the National Solid Waste Policy, which provides a shared responsibility for the life cycle of products, recognition of reusable recyclable solid waste as well as an economic and social value. Besides this, the Policy presented among its objectives the prioritization of waste recycling. From this law the concept of reverse logistics was strengthened and consequently a new look at the life cycle of the product. Several sectors already started to fit in this new law. In this context, it was realized the need to create products previously thinking in a sustainable life cycle, making the concept of ecodesign even stronger. Therefore, the aim of this study was to evaluate the influence of the product design for recycling and disassembly thereof.

Keywords: Electro-electronics, cell phones, ecodesign.





1. INTRODUÇÃO

Conforme Selpis (2012), a crescente demanda por equipamentos eletroeletrônicos, sua rápida obsolescência, e a falta de legislação e fiscalização sobre sua destinação correta têm contribuído para que equipamentos ou suas partes como computadores, televisores, celulares, refrigeradores, baterias, pilhas, entre outros, sejam descartados como lixo comum. Os equipamentos eletroeletrônicos possuem metais pesados altamente tóxicos, como o mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo, entre outros, que se forem queimados, poluem o ar, representam riscos à saúde dos coletores de lixo que os manipulam e, em contato com o solo, podem poluir o lençol freático, além de plantas, animais, e, conseqüentemente, afetar a saúde humana.

No mundo, a estimativa é de que 50 milhões de toneladas de Lixo Eletrônico sejam descartados anualmente. No Brasil, só em computadores, o total é de mais de 96 mil toneladas abandonadas por ano, contribuindo com a ascensão do País ao topo do índice de produção destes resíduos entre as nações em desenvolvimento, de acordo com dados do Programa da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Para se ter uma ideia, cada habitante no país descarta o equivalente a meio quilo de eletrônicos anualmente. (PATELLA, 2010).

O que acontece com os computadores, ou resíduos eletroeletrônicos? Os resíduos eletroeletrônicos passam por um processo de desmontagem, tendo como foco a separação de seus componentes em materiais primários. Do monitor utiliza-se o vidro, o plástico, o cobre e outros metais. Das placas retira-se o metal, que é vendido por quilo junto com o metal simples (alumínio, ferro, etc). As baterias são armazenadas, após virem de concessionárias da região, e depois vendidas para depósitos de disposição de resíduos e recuperação de chumbo.

Sabe-se que a grande maioria dos resíduos de eletroeletrônicos podem ser reaproveitados ou reciclados. A porcentagem de materiais recicláveis de um computador, por exemplo, pode chegar a 94%, sendo a composição física do equipamento como sendo aproximadamente 40% plástico, 37% metais, 5% dispositivos eletrônicos, e 17% de outros materiais. (PATELLA, 2010). Porém, a realidade encontrada nos dados atuais de reciclagem, infelizmente, não é essa. Conforme dados da Revista Pro-Teste, a estimativa é de que em média apenas 1% do lixo eletrônico produzido no Brasil seja reciclado.

O lixo eletrônico deve ser descartado separadamente em função da grande quantidade de material tóxico e do seu longo tempo de decomposição. Dentre eles, destacam-se os celulares, suas baterias, televisores e computadores.

Conforme visto na Tabela 1, resume-se que devido o celular e também a bateria do mesmo ter metais pesados em sua composição, o tempo de decomposição se torna infinito, além de que a coleta seletiva serve apenas para companhias telefônicas.

O consumo elevado, aliado com o ritmo acelerado da inovação e a chamada obsolescência programada, fazem com que os equipamentos eletrônicos se transformem em sucata tecnológica em pouco tempo, diminuindo assim seu ciclo de vida (ACV). Nos últimos anos a exportação desse tipo de resíduo desde os países desenvolvidos para o terceiro mundo aumentou de forma considerável. Isso ocorreu devido a diversas razões, entre elas os custos elevados para o descarte adequado ou para a desmontagem com fins de reciclagem. (SILVA, MARTINS e OLIVEIRA, 2007). Com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que destaca que os equipamentos eletroeletrônicos estão entre os seis tipos de resíduos que necessitam logística reversa obrigatória (seção II Art. 33), espera-se que esta situação mude, uma vez que a mesma prevê responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida dos produtos o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. Além de apresentar dentre seus objetivos a priorização da reciclagem dos resíduos (BRASIL, 2013).

Conforme Monteiro (2009), com a aquisição de um novo olhar ambiental, diversos setores tiveram que se adequar a essa nova realidade ecológica, e, a partir da metade dos anos oitenta, em



decorrência dessa tendência mundial, surge a prática profissional do ecodesign. O prefixo eco evidencia a preocupação do profissional em elaborar peças que, dentro de sua funcionalidade, tenham durabilidade, reduzam recursos e sejam reaproveitadas em seu descarte.

“O ecodesign assegura que um produto seja proveniente do uso mais racional possível de energia, de água e matérias-primas, e pode incluir até estudos sobre biodegradação e (ou) reciclagem de resíduos de processos de produção e de produtos em fim de vida”. (NAVEIRO, PACHECO E MEDINA, 2005).

A questão do Design for Recycling (DFR), ou seja, projeto pensado para a reciclagem significa planejar o produto já pensado em como será reciclado ao final de seu ciclo de vida, optando por materiais e processos de produção que possam facilitar a desmontagem do produto bem como recuperação dos materiais e da energia nele contidos. Trata-se de um grande desafio criar produtos e processos de produção ambientalmente sustentáveis sem perder competitividade (NAVEIRO, PACHECO E MEDINA, 2005).

2. OBJETIVO

Avaliar técnicas de desmontagem e influência dos diferentes designs de aparelhos celulares encontrados no mercado, a fim de facilitar o processo de reciclagem destes e consequente diminuição de resíduos dispostos indevidamente.

3. MÉTODOS

Os celulares foram coletados na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, durante a 4ª Semana do Meio Ambiente, através de doações, onde estes foram depositados em recipientes previamente identificados.

Passado o período de coleta, iniciou-se a etapa de catalogação com o intuito de facilitar algumas subdivisões, como por exemplo, marca, modelo e ano de fabricação.

Como haviam inúmeros celulares antigos e alguns mais recentes, optou-se por escolher um método de agrupamento de acordo com a sua mecânica, ou seja, foram avaliados celulares Slide (compostos por dois segmentos que deslizam um sobre o outro em trilhos), celulares Flip (que possuem duas partes distintas unidas por dobradiças que permitem que o telefone abra e feche) e por fim celulares de formato barra (constituídos por uma única peça, com tecnologia touch ou normal). Destaca-se que de todos os celulares catalogados, foram escolhidos apenas quatro. Portanto, as amostras estudadas foram identificadas considerando as duas análises acima.

Longo após, realizou-se a pesagem dos aparelhos inteiros e a desmaterialização (desmontagem e segregação das partes que compõem cada aparelho) dos mesmos. Para isso foram necessárias ferramentas de precisão do tipo Philips, Fenda e Torx e alicates. O objetivo desta etapa era desmaterializar o máximo possível o aparelho celular e seus componentes, a fim de posteriormente analisá-los e pesá-los separadamente.

Após a etapa de desmaterialização dos aparelhos celulares, foi possível pesar as placas de circuito impresso (PCI), telas, baterias e plásticos dos celulares, com a finalidade de determinar qual a porcentagem em massa que cada componente representa e avaliar assim, a evolução dos diferentes modelos e designs encontrados com o avanço da tecnologia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o período de coleta, a etapa inicial de catalogação de todos os aparelhos foi necessária para organização dos modelos, marcas e ano de fabricação, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Catalogação dos aparelhos celulares

| Marca | Tipo | Cor | Modelo | Ano | Peso |
|-------|----------------|-----------------|----------|------|---------|
| A1 | Barra (Touch) | Preto/Vermelho | GT-16220 | 2009 | 100,669 |
| B1 | Barra (normal) | Preto/Cinza | 2610 | 2006 | 83,444 |
| B2 | Flip | Preto/Vermelho | 5610d-1 | 2007 | 110,251 |
| B3 | Flip | Preto | 2680s-2b | 2008 | 98,549 |
| B5 | Barra (normal) | Azul/branco | 2112 | 2004 | 84,898 |
| B6 | Barra (normal) | Azul/branco | 2112 | 2004 | 84,898 |
| B7 | Barra (normal) | Prata/Preto | 3520 | 2003 | 105,673 |
| B8 | Barra (normal) | Prata | 6585i | 2003 | 91,268 |
| B9 | Slide | Prata/Preto | 6555 | 2007 | 92,193 |
| B10 | Barra (normal) | Branco | 3310 | 2003 | 133,978 |
| B11 | Flip | Branco / Rosa | 5200 | 2007 | 84,941 |
| B12 | Barra (normal) | Azul/Branco | 2112 | 2004 | 62,414 |
| C1 | Barra (normal) | Cinza/Azul | A50 | 2002 | 92,025 |
| C2 | Barra (normal) | Prata/Cinza | MC60 | 2003 | 92,796 |
| C3 | Barra (normal) | Cinza/Azul | A50 | 2002 | 68,374 |
| D1 | Slide | Azul metalizado | V8 | 2007 | 116,425 |
| D2 | Slide | Preto | V3 | 2004 | 79,575 |
| E1 | Barra (normal) | Cinza | W200 | 2008 | 83,108 |
| F1 | Barra (Touch) | Preto | A9300+ | 2011 | 188,285 |

Como haviam inúmeros aparelhos, o método de agrupamento escolhido foi em relação as suas diferentes mecânicas, com foco em apenas quatro celulares, conforme aparelhos marcados no Quadro 1, em cinza (B11, D1, E1 e F1) e demonstrados pelas figuras 1 a 4.



Figura 1: Celular Flip



Figura 2: Celular Slide



Figura 3: Celular formato barra (normal)



Figura 4: Celular formato barra (touch)

Após a escolha dos métodos de agrupamento, foi realizada a pesagem dos aparelhos inteiros, conforme Figura 5, e a desmaterialização dos mesmos, conforme Figura 6.



Figura 5: Pesagem



Figura 6 - Desmaterialização

Referente à desmaterialização dos aparelhos celulares, relacionados às diferentes mecânicas e designs ressalta-se que:

- Os celulares Flip são os que geram maior quantidade de peças, conforme Figura 7, visto que eles são compostos por diversas partes, e em grande maioria plásticos. Destaca-se ainda a dificuldade de desmonte dos dois segmentos que deslizam um sobre o outro em trilhos.
- Nos celulares Slide, a grande dificuldade obtida foi chegar à placa de circuito impresso (PCI), pois existem componentes “colados” logo acima, de difícil separação. A quantidade de peças, Figura 8, se comparada à mecânica Flip, é bem menor.
- Os celulares de formato barra, modelos mais antigos, como o W200 estudado, onde não existem tantas tecnologias inclusas, apresentam fácil desmonte e uma quantidade semelhante de componentes, conforme Figura 9, e possuem a mecânica Slide.



- Nos celulares de formato barra, bem mais avançados, com tecnologia touch, a quantidade de peças já é bem menor, Figura 10, se comparadas a todas outras mecânicas, porém com maior dificuldade em separação, visto que os parafusos são bem menores e algumas partes são “coladas”.



Figura 7: Mecânica Flip



Figura 8: Mecânica Slide



Figura 9: Formato barra (normal)



Figura 10: Formato barra (touch)



Realizado isso, partiu-se para etapa de pesagem dos componentes dos quatro celulares estudados, conforme Figura 11. Destaca-se que durante esta etapa houveram dificuldades, em virtude de que existem peças que não foram possíveis de serem separadas, como por exemplo, algumas telas de celular com parte de metal que a envolve ou alguns encaixes de metal na parte plástica dos aparelhos.



Figura 11: Pesagem de componentes

Como resultado da pesagem dos componentes dos aparelhos desmontados, construiu-se o Quadro 2. Na tabela, encontra-se o quanto cada parte representa da massa total do aparelho, sendo elas divididas em: PCI (placa de circuito impresso), tela, bateria e plástico (que inclui a carcaça do aparelho e outros componentes).

Quadro 2 - Percentual em massa de cada componente analisado.

| Marca | Código | Tipo | Modelo | Ano | PCI (%) | Tela (%) | Bateria (%) | Plástico (%) | Peças Metálicas (%) |
|------------|--------|----------------|--------|------|---------|----------|-------------|--------------|---------------------|
| B11 | NO-10 | Flip | 5200 | 2007 | 28,53 | 5,99 | 7,00 | 56,99 | 7,46 |
| D1 | MO1 | Slide | V8 | 2007 | 13,31 | 37,49 | 14,04 | 28,07 | 8,31 |
| E1 | SO1 | Barra (Normal) | W200 | 2008 | 32,24 | 8,67 | 18,75 | 33,45 | 6,13 |
| F1 | MR | Barra (Touch) | A9300+ | 2011 | 10,94 | 19,89 | 22,5 | 30,87 | 3,74 |

5. CONCLUSÃO

Durante a desmaterialização dos celulares, notou-se grande dificuldade devido a não padronização da estrutura dos aparelhos, fazendo com que, por exemplo, cada aparelho e marca utilizasse um parafuso de tipo e tamanho diferente do outro. Sendo assim, os designs diferenciados de cada aparelho dificultam diretamente a robotização de um processo de desmontagem mais eficaz, e por consequência menor reciclagem dos resíduos gerados.



Cada mecânica analisada apresentou problemas ou características específicas. O celular Slide destaca-se negativamente em relação à quantidade exagerada de peças e por consequência maior geração de resíduos. O Flip pela dificuldade de se chegar até a placa de circuito impresso. O formato barra (modelo mais antigo) destacou-se positivamente pelo fácil desmonte. E o modelo barra touch (modelo mais recente) apresentou dificuldade na separação, porém com menor quantidade de peças, no entanto, nota-se que este tem a maior massa de todos, mesmo sendo de tecnologia mais avançada, isso pode se explicar devido ao mesmo apresentar dimensões maiores.

Observou-se que com o passar dos anos, apesar do aumento do tamanho dos celulares e do grande avanço tecnológico, a quantidade de peças como plásticos e “carcaças” de metal é bem menor. Por outro lado, com implemento de novos componentes e novas funções aos aparelhos, através dos metais utilizados em suas placas, deve-se ter um cuidado muito maior, principalmente no descarte final.

REFERÊNCIAS

PETTER, Patricia Melo Halmenschlager; BERNARDES, Andréa Moura; VEIT, Hugo Marcelo; BRITO, Daniel de Oliveira. **Estudo de lixivantes alternativos para extração de metais de placas de circuito impresso.** Acesso em: 28 nov. 2013.

PATELLA, Luciana. **Por que os equipamentos que facilitam a vida moderna podem ser os vilões do futuro.** Revista CREA-RS, 2010. Acesso em: 04 de abr. de 2014.

Pro ambiente: tecnolixo. Revista Pro Teste. Edição nº 91. 2010.

SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. **Obsolescência Programada e Teoria do Decrescimento Versus Direito ao Desenvolvimento e ao Consumo (Sustentáveis).** Veredas do Direito, v.9 nº17, p.181-196. 2012.

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm> Acesso em: 12 abr. 2014.

JÚNIOR, Laerte Scanavaca. **O lixo e a necessidade de Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Repensar.** Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/506.pdf> Acesso em: 19 abr. de 2014.

OLIVEIRA, Otávio José; Castro, Rosani. **Estudo da destinação e da reciclagem de pneus inservíveis no Brasil.** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Outubro de 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650481_0291.pdf> Acesso em: 19 abr. de 2014.

SILVA, Bruna Daniela; MARTINS, Dalton Lopes; OLIVEIRA, Flávia Cremonesi. **Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil,** Santo André, 2007. Disponível em: <http://www.lixoeletronico.org/system/files/lixoeletronico_02.pdf> Acesso em: 19 abr. de 2014.

SELPIS, Adriano Nicolau; CASTILHO, Renata de Oliveira; ARAÚJO, João Alberto Borges. **Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos.** Botucatu, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/viewFile/121/119>> Acesso em: 19 de abr. de 2014.

BARROS, Izabele Sousa. **O luxo do lixo: Eco design uma nova perspectiva para a indústria da moda.** Antenna Web, 2014? Disponível em: <http://design.org.br/artigos_cientificos/OLUXODOLIXO.pdf> Acesso em: 20 mar. de 2014.



04 e 05 de junho de 2014
Auditório Central - UNISINOS
São Leopoldo - RS

5 FORUM INTERNACIONAL
DE RESÍDUOS SÓLIDOS

MONTEIRO, Jaqueline de Oliveira; MONTEIRO, Jéssica de Oliveira. **A prática do Ecodesign nas Novas Percepções de Consumo.** Revista Global Tourism. Vol. 5 nº1 – Maio/2009. Disponível em: <<http://periodicodeturismo.com.br/site/artigo/pdf/Ecodesign.pdf>> Acesso em: 21 mar. de 2014.

KOBAL, Ariella Burali, SANTOS, Sandra Maria; LÁZARO, José Carlos, CABRAL, Augusto César de Aquino. **O setor produtivo de eletroeletrônico brasileiro e seus produtos pós consumo.** II Simpósio Internacional de Gestão de Projetos. São Paulo, nov. de 2013. Disponível em: <<https://repositorio.uninove.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/548/448-817-1-RV%20O%20SETOR%20PRODUTIVO%20DE%20ELETROELETRONICO%20BRASILEIRO.pdf?sequence=1>> Acesso em: 21 de abr. de 2014.