

LEVANTAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO DERIVADO DA MANUFATURA REVERSA DE COMPUTADORES

SIMÕES, Alexandre Carpine; BONETTO, Nelson Cesar Fernando

a.carpine@gmail.com

Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz

Resumo: *O rápido avanço tecnológico, associado à inclusão digital e ao consumismo, é responsável por uma grande quantidade de resíduos sólidos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Ao ser descartado de forma incorreta, esse tipo de resíduo, além de ter um grande impacto visual negativo, é muito prejudicial ao meio ambiente, pois em sua composição há metais pesados e uma série de outros contaminantes que podem afetar solos e águas. Na tentativa de solucionar esse problema, a Política Nacional de Resíduos Sólidos institui que todos os envolvidos no ciclo de vida de um produto, é também responsável pela adequada destinação deste. A logística reversa e a manufatura reversa são as ferramentas principais na gestão desse tipo de resíduo, pois retiram do mercado o e-lixo (lixo tecnológico) para que sejam desconstruídos e o material gerado é segregado por tipo. Esse material é enviado ao processo industrial para ser reciclado e reaproveitado como matéria-prima para confecção de novos equipamentos. O intuito desse trabalho foi o de apurar quais são e qual a quantidade dos resíduos gerados na manufatura reversa da principal parte de um computador pessoal, o gabinete.*

Palavras-chave: Manufatura reversa. e-Lixo. Reciclagem. Eletroeletrônicos. Desmontagem.

Substract: *The fast technological advancement, associated with consumerism, is responsible for a large amount of waste composed of electrical and electronic equipment (EEE). If improperly disposed, the waste will have negative environmental impacts, because EEE appliances are composed of different materials that can be toxic. So, it can affect soil and water. In trying to solve this problem, the National Policy on Solid Waste - Law 12.305 of August, 2nd 2010 established that everyone involved in the product life cycle, is also responsible for proper disposal of e-waste. Reverse logistics and reverse manufacturing are the main tools to manage this type of waste. The e-waste that is removed of market is disassembled and the generated material is segregated by type. This material is sent to industrial process to be recycled and to become raw material for new equipments manufacturing. The purpose of this study is to determine what types and quantity of material is generated after the reverse manufacturing of the main part of personal computers, the CPU.*

Keywords: Reverse manufacturing. e-Waste. Recycling. Electronics. Disassembly.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de eletroeletrônicos está sempre em contínua expansão e a inovação tecnológica é a principal responsável pela rápida substituição de equipamentos utilizados no dia a dia. O computador que possuía a tecnologia mais avançada de três anos atrás, atualmente já está superado. Os aplicativos também são constantemente atualizados e exigem *hardwares*

cada vez mais robustos para executá-los. Esse potencial de inovação, associado à inclusão digital e ao consumismo impulsivo, garante um mercado em crescimento e favorece a produção em larga escala de aparelhos que rapidamente se tornam obsoletos. Esses produtos que são depreciados em um curto espaço de tempo possuem um elevado custo ambiental em sua confecção. Um computador pessoal, por exemplo, pode consumir em sua fabricação 240kg de combustíveis fósseis, 22kg de produtos químicos e 1500kg de água (UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS *apud* ROSA, 2007).

O resíduo eletroeletrônico, também chamado de e-lixo, tem sido tema de discussão no mundo todo, pois se faz necessário que leis sejam criadas e aplicadas com o objetivo de impor diretrizes para seu descarte. A preocupação não se resume apenas aos recursos utilizados na confecção dos equipamentos ou no volume de lixo gerado, mas, principalmente, à contaminação do meio ambiente causada pelos metais pesados que são altamente tóxicos e nocivos à saúde humana.

Embora um equipamento eletroeletrônico não apresente nenhum risco à saúde humana ou ao meio ambiente enquanto produto, ao ser descartado se transforma em uma preocupante fonte de contaminação devido aos metais pesados empregados em sua composição (TORRES e FERRARESI, 2012).

A questão ambiental está no grande volume de eletroeletrônicos que atingem a obsolescência rapidamente. Segundo a IDC Brasil (2013), em 2012 foram vendidos no mercado brasileiro 15,5 milhões de computadores, sendo 8,9 milhões de portáteis (*notebooks*, *netbooks* e *ultrabooks*) e 6,6 milhões de *desktops*. Em 2007, estimava-se que se todo o lixo eletrônico do mundo pudesse ser acondicionado em vagões de trem, este seria grande o suficiente para dar a volta no globo terrestre (GREENPEACE *apud* MOREIRA, 2007).

A criação de mão de obra especializada para manutenção e atualização de equipamentos eletroeletrônicos, certamente, contribuiria para a redução da substituição constante de dispositivos, mas não resolveria o problema do descarte inadequado. (CÂMARA e SANTOS, 2013).

Segundo Fonseca (2008), no Brasil, já há instituições que aplicam a Manufatura Reversa ao e-lixo com o intuito de evitar que este seja disposto em aterros, contaminando o meio ambiente. Contudo, são poucas organizações que realizam o processo completo de segregação e preparação do material residual para reciclagem.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) especifica que os resíduos derivados de produtos que possam gerar um risco relevante à saúde humana ou ao meio ambiente são de responsabilidade de todos e que estes devem por meio da Logística Reversa retirar o produto do mercado, dando a ele uma destinação adequada. A Logística Reversa pode ser definida como:

“Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Os dispositivos podem ser direcionados às organizações capazes de recuperar esse material, por meio de atualização tecnológica ou manutenção, e o equipamento reconicionado pode ser doado para instituições ou pessoas de baixa renda que necessitem desse tipo de recurso. O aparelho que não puder ser recuperado deverá passar pelo processo de Manufatura Reversa (MR), que consiste na desmontagem do equipamento eletroeletrônico e suas partes segregadas poderão ser reutilizadas como matéria-prima dentro do processo industrial, reduzindo, assim, a exploração de recursos naturais.

Com a responsabilidade compartilhada instituída pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a sociedade tem a necessidade de destinar seus resíduos corretamente,

porém, já não é mais suficiente deixar seu e-lixo em um ponto de entrega voluntária (PEV), pois, muitos desses equipamentos possuem grande potencial de contaminação e precisam passar por um tratamento específico, antes de sua destinação, o que acarreta em um ônus para o gerador do resíduo. Os monitores e televisores antigos, por exemplo, possuem uma quantidade de chumbo que pode ter alto impacto negativo no meio ambiente, se descartados de forma incorreta. Por isso, o proprietário do lixo *high tech*, como corresponsável pelo resíduo gerado, muitas vezes, precisa pagar pelo serviço de descontaminação e também pela desmontagem do produto.

As cooperativas de reciclagem, normalmente, aplicam o processo de Manufatura Reversa em diversos produtos que são retirados do mercado. No caso de eletroeletrônicos, há em São Paulo uma cooperativa de produção, recuperação, reutilização, reciclagem e comercialização de resíduos sólidos. Esta cooperativa, que possibilitou a elaboração deste trabalho, possui potencial para processar até 100 toneladas de equipamentos por mês. Basicamente, essa organização conta com três processos principais: captação de equipamentos, produção (desmontagem) e destinação do resíduo gerado.

Segundo Pereira (2013, 2014), a extração de metais nobres de resíduos da “linha verde” (placas de computador, roteador, memórias e componentes de telefones) é um processo bastante importante para a preservação do meio ambiente, pois evita a retirada desses componentes da natureza para a fabricação de novos produtos. Esse tipo de material é negociado com parceiros que fazem a exportação para outros países pelo fato do Brasil ainda não possuir tecnologia adequada para a realização desse procedimento. Outro grande problema por ele citado está no processo de Logística Reversa, pois, por falta de conscientização da população quanto à sua responsabilidade sobre o resíduo gerado, o volume de inservíveis eletrônicos, que é encaminhado para uma destinação adequada, ainda é pequeno, fazendo com que essas empresas trabalhem apenas com trinta por cento do seu potencial produtivo.

2 PARTE EXPERIMENTAL – ANÁLISES DE DESMONTES

O desenvolvimento de estudos a respeito de manufatura reversa de eletroeletrônicos ainda é incipiente no Brasil e, por isso, não há muitos parâmetros para a atividade. Para a elaboração deste trabalho, utilizou-se as instalações de uma empresa situada em São Paulo e seus parâmetros de mensuração do tempo despendido com mão de obra e do montante de material encaminhado para a reciclagem no final do processo.

O estudo foi realizado na linha de produção da instituição com desmonte de 30 (trinta) gabinetes de computador *desktop*. O trabalho foi realizado em duas etapas, sendo a primeira responsável por uma desmontagem macro, onde foram separados a fonte, HDD (disco rígido), *drive* de disquete, *drive* de CD/DVD-ROM, placa-mãe, cabos e parte frontal do gabinete, enquanto que na segunda etapa foi realizado um desmonte mais detalhado para tratamento de fontes, placas-mãe e cabos. Na primeira etapa, os equipamentos foram divididos entre três técnicos, sendo 10 (dez) gabinetes para cada um, para poder ser apurado o tempo médio gasto, haja vista que cada um possui ritmo de trabalho diferente dos outros. O material desmontado foi separado e acondicionado para posterior pesagem. O tempo médio gasto por indivíduo, durante a primeira fase, foi de 81 (oitenta e um) minutos e o material derivado é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 Descrição de material gerado no desmonte de gabinetes.

Item	Material	Quantidade (kg)
01	Ferro	117,5
02	<i>Drive</i> CD/DVD-ROM	24,5
03	Plástico	12
04	Parafuso	0,48
05	Disco rígido	07
06	<i>Drive</i> de disquete	10

A segunda fase foi realizada em conjunto, onde dois técnicos executaram a desmontagem de todo o material. Nessa etapa foi feita a limpeza de placas-mãe, que deram origem a processadores, memórias, *coolers*, baterias, fios, alto falantes, conectores, dissipadores de calor e placas controladoras, conforme mostra a Tabela 2. Também foram desmontadas as fontes, dando origem a placas de circuito integrado, fios, conectores, *coolers*, transformadores, ferro e plástico, conforme mostra a Tabela 3. O tempo gasto nessa fase foi de 165 (cento e sessenta e cinco) minutos.

Tabela 2 Descrição de material gerado durante o desmonte de placas-mãe.

Item	Material	Quantidade (kg)
01	<i>Flat cable</i>	1,84
02	Parafuso	0,10
03	Memória	0,50
04	Metal	0,68
05	Plástico	0,62
06	Alto-falante	0,18
07	Processador	0,56
08	Bateria <i>Lithium</i>	0,08
09	Fio	1,02
10	Placa controladora	1,80
11	Conector	1,64
12	Placa-mãe	14,56
13	<i>Cooler</i>	2,30
14	Dissipador de calor	8,20

Tabela 3 Descrição de material gerado no desmonte de fontes.

Item	Material	Quantidade (kg)
01	Placa	10,38
02	Conector	1,54
03	Cooler	1,82
04	Fio	3,78
05	Bobina	1,08
06	Parafuso	0,28
07	Ferro	12,5
08	Plástico	0,14

3 CONCLUSÕES

Com o estudo realizado, foi possível determinar o tempo médio gasto para o desmonte de gabinetes de computadores pessoais, assim como, apurar quais os tipos de resíduos sólidos derivados do processo de Manufatura Reversa e qual a quantidade de material que foi gerado.

Com esses dados, foi possível avaliar a quantidade de REEE que está sendo deixando de ser disposto em aterros sanitários em um determinado período de tempo, bem como de constatar a eficiência da Logística Reversa instituída pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, no que diz respeito a inservíveis eletroeletrônicos.

4 REFERÊNCIA

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010, Seção 1, p. 3.

CÂMARA, A. T.; SANTOS, R. M. **Resultados Preliminares do Projeto de Recondicionamento de Lixo Eletrônico: Equipamentos de Informática**. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1226/317>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

FONSECA, F. **O ciclo do Lixo Eletrônico – 3. Reciclagem**. Disponível em: <<http://lixoeletronico.org/blog/o-ciclo-do-lixo-eletr%C3%B4nico-3-reciclagem>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

IDC BRASIL, **Segundo estudo da IDC, mercado brasileiro de computadores comercializou 30 unidades por minuto em 2012**. Disponível em: <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1459>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

MOREIRA, D. **Lixo eletrônico mundial cabe em trem capaz de dar a volta ao mundo**. Disponível em: <<http://idgnow.com.br/ti-pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.0842446258/>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

PEREIRA, A. L. O fim do lixo. **Estadão**, São Paulo, mar. 2013. Seção Link. Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/link/o-fim-do-lixo/>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

PEREIRA, Alex Luiz. **Planeta Estadão**: depoimento sobre lixo eletrônico [abr. 2014]. Entrevistadora: Paulina Chamorro. São Paulo: Rádio Estadão, 2014. Disponível em: <<http://radio.estadao.com.br/audios/audio.php?idGuidSelect=62C1668BB3CA496BB18E67987C830942>>. Acesso em 25 jun. 2014.

ROSA, A.. **Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070309>>. Acesso em: 22 jun. de 2014.

TORRES, C. A. L.; FERRARESI, G. N. Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 159-210, jun. 2012. Disponível em: <<http://revinter.intertox.com.br/phocadownload/Revinter/v5n2/rev-v05-n02-09.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2014.