



CONCEITOS E IMPACTOS DA LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

Alan Carlos de Freitas – alan_c_f@live.com – FATEC Americana

RESUMO

O avanço tecnológico é constante no mercado consumista de equipamentos eletrônicos, da mesma forma com que o apelo pela preservação do meio ambiente se torna cada dia mais abrangente. O presente trabalho tem o intuito de demonstrar que esses dois fatos devem caminhar juntos, a fim de buscar equacionar a produção, consumo e o descarte, evitando assim que surjam montanhas de lixo eletrônico, nocivos ao meio ambiente e à sociedade. Apesar de contar com legislação específica para lixo eletrônico e resíduos sólidos, o que vemos atualmente é uma produção e oferta muito grande de novos produtos no mercado, inexistência ou falta de opções válidas para descarte de itens ultrapassados, sem se importar para a destinação ideal para equipamentos obsoletos. A conclusão sobre o panorama atual demonstra que ainda há muito a ser feito no cumprimento dessas leis, e que os ganhos no trato correto desse material vão além da redução dos custos na fabricação de novos itens com o retorno deles à cadeia produtiva, mas também na preservação e proteção à saúde do meio ambiente e da sociedade.

É necessária a conscientização e incentivo fabricantes e consumidores sobre a importância em contribuir, bem como taxar os que não fizerem seu devido papel, para assim eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis esse problema.

Palavras Chaves: lixo; eletrônico; logística reversa.

ABSTRACT

The technological development is constant in the consumer market of electronic equipment, in the same way the appeal for preservation of the environment is becoming more embracing nowadays. This present research aims to demonstrate that these two facts must go together seeking to equate the production consumption and disposal, to prevent garbage dumps operating above their capacity, harmful to environment and society. Although there is a specific legislation for e-waste and solid waste, what could be seen today is a massive production and a huge supply of new products on the market, absence or lack of valid options for disposal of outdated items, regardless the ideal destination for obsolete equipment. However, the current situation shows that there is still much to be done towards laws and gains in handling this material properly goes beyond cost reduction in manufacture of new



items with their return to production chain, but also in preserving and protecting health of the environment.

Finally, there is a need of awareness and encouragement to manufacturers and consumers showing to them how their support is important. Taxing those who do not comply their legal obligations is also a way to eliminate or reduce this problem to acceptable levels.

Keywords: waste; electronic; reverse logistics.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ballou (2006) o objetivo da Logística é atender com o produtos e serviços corretos em local, tempo e condições apropriadas e desejadas. É fortemente ligada a Segunda Guerra Mundial, na movimentação de tropas e veículos, assim como seus armamentos, mantimentos e demais bens essenciais, e assim figurando como peça importante na estratégia para batalhas e em seu planejamento. (BALLOU, 2006).

A Logística Reversa objetiva o retorno de matérias ao ciclo produtivo (LEITE, 2003), o que está se tornando cada dia mais essencial graças à grande obsolescência de bens descartados que possuem potencial e espaço para reutilização na cadeia produtiva, de acordo com o próprio Leite (2009).

A Legislação Brasileira responsabiliza diretamente ou indiretamente a pessoa, seja ela física ou jurídica, pela observância de resíduos sólidos gerados por ela, de acordo com a nº12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, em 2010.

Desta forma, a **justificativa** deste artigo é informar de acordo com as necessidades mercadológicas e socioambientais de uma sociedade consumista, que cada vez mais faz uso de equipamentos eletrônicos, trocando-os sem uma real necessidade de substituição. O trabalho visa apresentar como resultado medidas eficazes para a reutilização dos resíduos eletrônicos, ou seja, o artigo visa apontar caminhos que possam nortear a recolocação desses resíduos na cadeia produtiva, reduzindo custos e impactos ambientais, pois, de acordo com Almeida (2015), mostrando que apesar de já utilizados, esses materiais ainda possuem valor agregado, e que caso seja necessário descarta-los, existe a necessidade de que esse procedimento seja feito de maneira adequada para que não provoque impactos ao meio ambiente.

O **problema** apresentado é o grande volume de resíduos descartados no meio ambiente de forma inadequada pode gerar grandes dificuldades quanto à poluição do solo, água e até mesmo do ar, sem contar na possibilidade de contaminação de pessoas. As consequências podem ser muito graves, pois podem se tratar de materiais de difícil tratamento para descontaminação quando no meio ambiente, e causadores de doenças graves em humanos, sendo a contaminação direta ou indireta. Mesmo que a conscientização quanto aos riscos ser considerada baixa quando comparada aos custos do tratamento dos problemas causados por esses materiais, são raras as empresas que se preocupam e tomam atitudes realmente válidas a fim de reduzir ou eliminar isso.



Apresentamos como **pergunta** relacionada ao tema: A destinação adequada para os resíduos provenientes do lixo eletrônico quando aliada à conscientização da população pode acabar com os problemas relacionados aos riscos de poluição e contaminação?

Se apresenta como **hipótese** para o problema a conscientização da população, comércio e indústria e dos órgãos governamentais, quando aliada à planos eficientes de logística reversa de materiais nocivos às pessoas e ao meio ambiente pode reduzir significativamente os riscos de contaminação a pessoas e ao meio ambiente.

O **objetivo geral** é apontar a importância da Logística Reversa à um tratamento adequado para resíduos eletrônicos, que vem se tornando um problema grave devido ao grande volume produzido com o avanço tecnológico cada vez mais rápido. A função da logística reversa nessa situação é indicar que o usuário que faz o descarte desse tipo de material pode não ser efetivamente o consumidor final, pois muitas vezes tais materiais podem ser reaproveitados no processo produtivo.

Os **objetivos específicos** foram:

- a) Levantamento bibliográfico sobre a logística reversa, visando apresentar a situação atual e compreender a importância da realocação, reutilização ou descarte propicia para materiais considerados lixo eletrônico.
- b) Apresentar dados referentes ao crescimento acelerado e de grandes proporções do lixo eletrônico, bem como suas causas, sejam elas em mercados tecnológicos avançados ou não.
- c) Informar quanto à composição do lixo eletrônico e a nocividade dos mesmos, ao meio ambiente e à saúde humana.

O **método** utilizado será o hipotético-dedutivo:

É considerado lógico por excelência. Acha-se historicamente relacionado com a experimentação, motivo pelo qual é bastante usado no campo das pesquisas das ciências naturais. Não é fácil estabelecer a distinção entre o método hipotético-dedutivo e o indutivo, uma vez que ambos são fundamentados na observação. A diferença é que o método hipotético-dedutivo não se limita à generalização empírica das observações realizadas, podendo-se, através dele, chegar à construção de teorias e leis (LAKATOS, 2010).

A **classificação da pesquisa** foi considerada bibliográfica:

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação oral: rádio, gravações de fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas (LAKATOS, 2010).

2. LOGÍSTICA E LEGISLAÇÃO VIGENTE

Este tópico tem o intuito de demonstrar ao leitor a importância e o papel da logística no problema, sempre de acordo com a PNRS e a Lei do Lixo Eletrônico.



2.1 LOGÍSTICA

A Logística é responsável pela implementação, controle, planejamento e operacionalização, de informações e materiais, bem como de serviços associados, do momento de sua aquisição até o destino final, atendendo de maneira eficiente e eficaz os requisitos do consumidor (NOVAES, 2007, p.35).

Ainda de acordo com Novaes, todas as partes do processo que não agreguem valor ao cliente devem ser eliminados, e assim reduzindo tempo gasto e custos do processo.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

Para Ballou (2006, p.29), logística não trata simplesmente de gerenciar o fluxo de informações e produtos até o consumidor final. Ela também engloba aspectos ambientais, sociais e econômicos no processo, e esse canal logístico reverso deve ser igualmente administrado.

Leite (2003) define logística reversa da seguinte forma:

Os canais de distribuição reversos de pós-consumo, são constituídos pelo fluxo reverso de uma parcela de produtos, depois de finalizada a sua utilidade original e que retornam ao ciclo produtivo de alguma maneira. Esse canal reverso pode, por sua vez, ser subdividido em dois subcanais reversos: de reciclagem e de reuso, no limite de capacidade de reintegração aos sistemas produtivos, os materiais podem ser direcionados para disposição final. Deve-se assegurar, porém que essa disposição final seja segura ou controlada que não provoquem externalidades (poluição).

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS

Instituída em 02 de agosto de 2010, através da Lei nº12.305, a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos determina através de um conjunto de princípios, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, a destinação adequada aos resíduos sólidos descartados provenientes de consumo (BRASIL, 2015).

Busca aumentar a prática de hábitos de consumo e o descarte sustentável, bem como aumentar a reciclagem de materiais que ainda possuem valor econômico, e dar a destinação correta aos rejeitos, que não podem ser reciclados nem reutilizados. Responsabiliza de forma compartilhada a logística reversa de tais materiais entre fabricantes, distribuidores, importadores, comerciantes, cidadão e titulares de serviço (BRASIL, 2015).

2.4 LEI DO LIXO ELETRÔNICO

A Lei nº 13.576 de 06 de julho de 2009, também conhecida como Lei do Lixo Eletrônico, atribui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo eletrônico.



Segundo ela, a responsabilidade pela destinação final é solidária entre as empresas que produzam, comercializem ou importem produtos e componentes eletroeletrônicos (SÃO PAULO, 2009).

Ele define que o lixo eletrônico deve ser reciclado ou ter seus componentes reaproveitados, e se nada disso for possível, deve ter seus resíduos neutralizados, pois equipara esse material ao lixo químico.

Ela responsabiliza o fabricante e comerciante do material a dispor pontos de coleta para os mesmos.

3. O LIXO ELETRÔNICO E SEU CRESCIMENTO ACENTUADO

São considerados equipamentos eletrônicos os equipamentos utilizados no dia a dia, em indústria, comércio ou residência, que necessitam de corrente elétrica ou campo magnético para seu funcionamento. De acordo com Leite (2003), abrange desde os pequenos eletrodomésticos, como secadores de cabelo, liquidificadores até os distribuidores automóbvies de alimentos e dinheiro, bem como as maquinas de caça-niqueis.

3.1 AUMENTO ACENTUADO DA PRODUÇÃO DE LIXO ELETRÔNICO

De acordo com Almeida (2015), uma análise feita em 2014 demonstra que o crescimento da produção de lixo eletrônico aumenta anualmente em ritmo acelerado, em várias regiões do planeta. Os números superam as 48,9 milhões de toneladas atualmente, resultando na assustadora média de 7 quilogramas de lixo eletrônico por ano para cada habitante.

Segundo Step (2013), o grande aumento anual da produção de lixo eletrônico se dá principalmente devido à rapidez no lançamento de novas tecnologias, fazendo com que celulares, televisores, computadores e outros itens tenham a vida útil menor e sejam descartados pelos consumidores.

De acordo com a Organização da Nações Unidas – ONU, a perspectiva para o ano 2017 é de que sejam produzidos aproximadamente 65 milhões de toneladas de lixo eletrônico.

A Tabela 01 apresenta números referentes à produção anual de lixo eletrônico de alguns países, bem como a média aproximada de lixo produzido por habitante. De acordo com a informação, nota-se que a média de lixo produzida por habitante é proporcional ao desenvolvimento de novas tecnologias no país.



Tabela 01 – Produção anual de lixo eletrônico

País	Produção total de lixo eletrônico (milhões ton./ano)	Produção de lixo eletrônico por habitante (kg/ano)
Estados Unidos	9,40	29,8
China	7,30	5,4
Brasil	1,40	7,0
Alemanha	1,90	23,2
Canadá	0,86	24,7
Suíça	0,22	27,0

Fonte: Step (2013)

3.2 COMPOSIÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO

Aparelhos de telefone celular, televisores, computadores e demais aparelhos que muitas vezes são descartados de forma incorreta e irregular no meio ambiente, possuem em sua composição uma gama variada de metais, vidros, líquidos e outros tipos de materiais, que podem causar a poluição do meio ambiente por longos períodos. A maioria deles são recicláveis e possuem valor comercial se separados de forma correta, como ouro, prata, papel, plástico entre outros. A composição da sucata eletrônica é demonstrada na Tabela 02.

Tabela 02 – Composição de uma tonelada de sucata eletrônica

Componente	Quantidade encontrada (kg/ton. sucata eletrônica)
Ferro	35 – 40
Cobre	17
Chumbo	2 – 3
Alumínio	7
Zinco	4 – 5
Ouro	0,2 – 0,3
Prata	0,3 – 1,0
Platina	0,03 – 0,07
Fibras plásticas	15
Papel e embalagens em geral	5
Resíduos não recicláveis	3 – 5

Fonte: Ser Melhor (2010)



3.3 CLASSIFICAÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO

Para Leite (2003), a preocupação da logística reversa quanto a esses materiais é somente sobre o equacionamento dos processos e caminhos percorridos após o fim da sua vida útil. Devido a isso, ele classifica essa sucata da seguinte maneira:

- Bens descartáveis: Com a vida útil de em média algumas semanas, raramente superior a seis meses, como pilhas, embalagens, materiais de escritório, jornais, revistas, fraldas, etc.
- Bens duráveis: São os bens que em média duram entre alguns anos até décadas, e possuem um valor maior. São exemplos: geladeiras, carros, equipamentos industriais, aviões, navios, etc.
- Bens semiduráveis: São os que possuem vida útil média de alguns meses, raramente superior a dois anos, e possuem características que podem variar entre as de bens descartáveis e bens duráveis, como baterias de veículos, baterias de celulares, periféricos de computadores e etc.

Ainda de acordo com Leite, a destinação pós consumo dos mesmos podem ser:

- Retorno ao fornecedor ou fabricante, quando são devolvidos.
- Revenda, quando não possuem mais a característica de um produto novo, porém, possuem valor agregado muito alto para retornarem ao fornecedor ou fabricante.
- Recondicionamento, quando voltam à origem, mas necessitam de algum retrabalho para serem revendidos em seu formato original.
- Descarte, quando chegam ao fim da sua vida útil e, por ser inviável a reforma ou apresentam excesso de oferta no mercado.

4. EFEITOS DA POLUIÇÃO E DESTINAÇÃO INCORRETA

Na visão de Leite (2003), o lixo eletrônico é responsável por aproximadamente 5% de todo o material descartado diariamente. Apesar de ser aparentemente uma pequena quantidade, o maior problema no descarte irregular e mal planejado é a composição desse material. Segundo ele, esse material deve ser descartado de maneira adequada, realizado por mão de obra profissional e com um rígido controle do processo dentro das unidades recicladoras.

A triagem dessa sucata é de extrema importância, pois grande parte dela pode ser recolocada na cadeia produtiva de novos ou outros produtos, reduzindo os custos de produção e o impacto ambiental.

Equipamentos eletrônicos, independente do segmento e uso, devem passar por um processo, considerado ideal, antes de serem considerados lixo.



4.1 CONTAMINAÇÃO

Segundo Santos (2011), até mesmo o material destinado à reciclagem deve ser tratado com o máximo de atenção, pois a contaminação pode ocorrer de direta, dependendo da composição, como quando esses materiais eletrônicos, descartados juntamente com lixo comum, acabam sendo depositados nos lixões, e à céu aberto, sua decomposição ocorre lentamente. Porém, podem liberar substâncias ao simples toque das mãos de coletores. Pode acontecer também de forma indireta, quando a sua decomposição se junta ao chorume, podendo atingir rios, lagos, lençóis freáticos, etc. e essa água contaminada é utilizada em processos produtivos de alimentos.

Esses materiais nocivos podem ser liberados de placas eletrônicas existentes em computadores, baterias de celular e outros aparelhos, tubos de televisores antigos, entre outros. Os metais pesados em geral são os piores contaminantes ao corpo humano (Step, 2013), e dentre os mais comuns estão:

- **Mercúrio:** Encontrado em televisores de tubo, monitores, pilhas e baterias, lâmpadas e computadores, deteriora o sistema nervoso, perturbações motoras e sensitivas, tremores e demência.
- **Chumbo:** Presente em celulares, monitores, televisores e computadores, causa alterações genéticas, danos ao sistema nervoso, medula óssea, rins e câncer.
- **Cádmio:** Encontrado em televisores modernos, computadores e celulares, causa câncer de pulmão e de próstata, anemia e osteoporose.

4.2 DESTINAÇÃO CORRETA

No Brasil, a reciclagem do lixo eletrônico não é feita em grande escala, devido à falta de investimento e muitas vezes de tecnologia e estrutura adequada para isso. A maior parte desse material é enviado para fora do país, onde passam por todo o processo de separação, destinação aos que ainda possuem valor comercial, e neutralização para os que ainda podem apresentar riscos à sociedade e ao meio ambiente. A parcela dessa sucata que fica, muitas vezes, devido a viabilidade econômica, é coletada e passa por triagem em comunidades carentes que possuem cooperativas de coletores, e não possuem conhecimento e estrutura minimamente própria para isso.

4.2.1 Reciclagem

Na triagem, o material restante do que não tem valor comercial e não consegue ser reutilizado e do material que é considerado nocivo à sociedade e ao meio ambiente e passa pelo processo de neutralização, finalmente passa pelo processo de reciclagem, que pode ser feita de três formas (Ser Melhor, 2010):



- Reciclagem mecânica: o material passa pela britagem e é moído. Esses fragmentos passam pelo processo de peneira, classificador mecânico e ciclone, para classificá-lo por granulação. Em seguida, são separados entre não magnéticos e magnéticos, e estes por sua vez, classificados em condutos e não-condutores de corrente elétrica.
- Reciclagem química: é feita através do processo de hidrometalurgia, que extrai metais com o uso de lixiviação, onde são usados compostos químicos para dividir as frações pesadas (metais) das frações leves (cerâmicos e plásticos).
- Reciclagem térmica: Esse processo expõe o material à altas temperaturas, separando-o em diferentes estágios de pureza, e que logo depois são submetidos ao processo de separação eletrostática. O grande fator negativo nesse processo é o alto consumo de energia utilizado, muitas vezes tornando o processo inviável.

5. CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico praticamente constante, os equipamentos eletrônicos acabam por ter a vida útil reduzida, ficam obsoletos e são descartados. Então surge o problema para encontrar a devida destinação para eles, de acordo com a sua composição. Se for tratado como lixo comum, ele pode liberar substâncias nocivas à sociedade e ao meio ambiente, causando contaminação direta ou indiretamente.

O aumento gradual e acelerado desse lixo eletrônico é natural, dadas as circunstâncias, pois novos produtos são lançados em pequenos espaços de tempo e o apelo das empresas para o mercado consumista, aliado com a facilidade de aquisição, fazem com que os clientes deem preferência aos lançamentos, muitas vezes descartando o equipamento antigo de forma inadequada.

A composição desses materiais é muito variada, desde ouro e prata, até papel e plástico. E são esses componentes que fazem essa sucata ter ou não valor comercial, para reuso, reposição ou reciclagem.

A destinação correta ocasiona na maioria das vezes, uma redução nos custos de produção, quando inseridos no processo produtivo de novos itens; lucro, quando vendidos como reposição de peças; e uma destruição segura, tendo suas substâncias nocivas neutralizadas antes do processo.

A logística reversa tem papel importante nesse processo, juntamente com a legislação vigente, para proporcionar meios eficientes, seguros e viáveis de fazer esse material alcançar o seu devido destino, mesmo que não se obtenha lucros no processo, mas que se faça para prevenir possíveis problemas de contaminação à sociedade e ao meio ambiente.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mislene Ap. et al. **Destinação do Lixo Eletrônico: Impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Extrema/MG. 2015.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Tradução Rubenich, R. 5ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. 2010.
- CERRI, Alberto. **Mercurio, Cádmiio e Chumbo: os inimigos íntimos presentes nos eletrônicos**. Disponível em: < <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/428-mercurio-cadmio-e-chumbo-os-inimigos-intimos-presentes-nos-eletronicos.html>>. Acesso em: 15.dez.2015. 21h40.
- LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade** – São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentill Hall, 2009.
- NOVAES, A.G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 6ª reimp. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- SANTOS Jr., José. **Lixo eletrônico e sua composição**. Disponível em: < <http://computacaoverde.xpg.uol.com.br> >. Acesso em 12.jan.2016. 14h50.
- SÃO PAULO. **LEI Nº13.576, DE 06 DE JULHO DE 2009**. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, Palácio dos Bandeirantes, 06.jul.2009.
- SER MELHOR. **Lixo eletrônico: problema e soluções**. Disponível em: < <http://www.sermelhor.com.br/ecologia/lixo-eletronico-problema-e-solucoes.html>>. Acesso em: 15.dez.2015. 22h30.
- STEP - Solving the E-Waste problem. **One Global Definition of E-Waste**. Disponível em: < www.step-initiative.org >. Acesso em: 02.jan.2016. 9h30.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do autor."