

A LOGÍSTICA REVERSA DO LIXO ELETRÔNICO: UM ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS – CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL

The Reverse Logistics of Electronic Waste: a case study at Instituto Federal do Amazonas - Manaus Industrial District Campus

Erika Ferreira Gama, erika_gama12@hotmail.com¹

Jorge Michel Santos de Vasconcellos, jmichevasconcellos@gmail.com²

Ana Lucia Soares Machado, ana.machado@ifam.edu.br³

Resumo: Com o fácil acesso e a grande obsolescência cada vez mais rápida dos equipamentos eletrônicos, têm-se hoje uma grande dificuldade para fazer o descarte adequado dos mesmos. Este é um dos problemas encontrados nos centros tecnológicos, empresas e residências. Muitos equipamentos e componentes presentes no lixo eletrônico possuem em sua composição elementos químicos que podem prejudicar tanto o ambiente como a saúde humana. Devido a isso, foi desenvolvido um projeto de extensão, intitulado: “Sustentabilidade: Gerenciamento dos Resíduos Sólidos e Eletrônicos no IFAM-CMDI”. A metodologia utilizada foi um estudo de caso, por meio do qual foi possível identificar, através de observações, questionário e entrevistas, o processo de recebimento e despacho dos materiais eletrônicos e o tratamento dado aos objetos inservíveis. Desse modo, o presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados encontrados no desenvolvimento do projeto de Sustentabilidade, quanto ao gerenciamento dos resíduos eletrônicos e ainda apresentar os resultados sobre a consciência do consumidor acerca do consumo e dos resíduos gerados, a fim de formar uma consciência ambiental sobre o descarte dos equipamentos eletrônicos, tanto para a comunidade acadêmica quanto para o público externo.

Palavras-chave: Reciclagem, Resíduos Sólidos, Sustentabilidade.

Abstract: *With the easy access and the increasingly rapid obsolescence of electronic equipment, there is a great difficulty to dispose of them properly today. This is one of the problems found in technology centers, companies and residences. Many equipment and components present in the electronic waste have in their composition chemical elements that can harm both the environment and human health. Because of this, we have developed an outreach project entitled “Sustainability: Management of Solid and Electronics and Electronic Waste at IFAM CMDI”. The methodology used was a case study, through which it was possible to identify, through observation, questionnaire and interviews, the process of receiving and dispatching electronic materials and the treatment given to the waste items. Thus, this article aims to present the results on the development of the Sustainability project, as the management of electronic waste and submit the results to the consumer, in order to increase his awareness on consumption and waste generated to create an environmental awareness on the disposal of electronic equipment for both the academic community and the general public.*

Keywords: *Recycling, Solid Waste, Sustainability.*

¹ Discente do Curso Logística, Instituto Federal do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial - IFAM/CMDI.

² Discente do Curso de Engenharia Controle e Automação Industrial, Instituto Federal do Amazonas - IFAM/CMDI.

³ Doutora em Sustentabilidade, Docente, Instituto Federal do Amazonas - IFAM/CMDI.

INTRODUÇÃO

A invenção de novos produtos e o advento da manufatura, com a Revolução Industrial, fizeram com que a produção em massa crescesse concomitantemente com a quantidade de resíduos sólidos. Ainda neste período, começam a surgir os produtos eletrônicos que foram fabricados para facilitar a vida do ser humano, os quais vem crescendo constantemente, aumentando assim a obsolescência dos objetos. Pelo fácil acesso e por esses produtos estarem presentes em todo lugar, cresce a preocupação de saber se esses materiais estão sendo descartados corretamente.

Segundo Barbieri (2006), “só após a Revolução Industrial os problemas que concernem à poluição começaram a ser tratados de modo sistemático”, devido aos danos que trouxeram para a saúde. O que o autor exemplifica é que o lixo era tratado com uma ação corretiva. Isso quer dizer que as pessoas só se preocupavam em consertar os problemas depois de já ter acontecido o desastre. Assim, os problemas ambientais se agravaram em várias partes do planeta, inclusive no Brasil que não estava voltado para uma consciência ambiental, apenas visava ao crescimento em detrimento do ambiente natural.

Todavia, desde a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) - RIO-92, no Brasil, iniciou-se um processo de consciência ambiental. Percebeu-se que os governos começaram a procurar medidas preventivas quando se tratavam de questões ambientais.

Desse modo, a logística reversa vem estabelecer medidas preventivas para diminuir ou evitar a quantidade significativa dos resíduos eletrônicos descartados incorretamente no meio ambiente.

Em 1998, Stock definiu logística reversa como sendo o “retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos e reforma, reparação e remanufatura de bens retornados”.

Em 2010, foi aprovada a Política Nacional para Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei 12.305 que, em seu artigo 33 da seção II, capítulo III, prevê que os produtos a seguir devem ser devolvidos ao fabricante ou passar pelo processo de logística reversa após-consumo:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes”.

De acordo com Miguez (2010, p.1), “Os produtos eletrônicos contêm uma grande quantidade de substâncias danosas ao meio ambiente. Este fato faz com que estes produtos não possam ser descartados em aterros sanitários comuns”. Uma placa de circuito interno, por exemplo, possui chumbo, cromo, cádmio e estanho. Entre os mais perigosos estão o mercúrio, o cádmio (encontrado em baterias de celulares).

Informações apresentadas por Boechat (2015) afirmaram que apenas 13% do lixo eletrônico produzido no país é tratado corretamente. De acordo com dados no Ministério do Meio Ambiente, 500 milhões de equipamentos permanecem sem uso nas

residências. Ainda, a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos (Abere) informou que o Brasil tem cerca de 1 milhão de toneladas de lixo eletrônico espalhado pelo País e sem destino correto.

Entre os resíduos que poderiam ir para o ciclo produtivo, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), informou que o Brasil perde cerca de R\$ 8 bilhões por ano porque deixa de reciclar materiais que são encaminhados aos aterros ou lixões (MORAIS, 2016).

Constata-se uma preocupação com o aumento do crescimento da produção de equipamentos eletrônicos e seus respectivos resíduos no âmbito internacional, no país, nos estados, em Manaus e também no IFAM/CMDI, sendo necessário um tratamento para o descarte correto.

A forma de descarte adequada para esse tipo de material seria por meio da logística reversa. Entretanto, pouco se sabe sobre a logística reversa dos produtos eletrônicos. Uma das principais dificuldades observadas na região de Manaus é encontrar empresas que façam o processo de logística reversa para esse tipo de resíduo. Acontece que muitas empresas veem o tratamento dos resíduos eletrônicos como um custo e não como uma vantagem competitiva, o que dificulta a iniciativa da organização em colaborar com o meio ambiente.

No entanto, Curi (2012, p.31) afirma que “A preservação passou de dor de cabeça a vantagem competitiva. Em outras palavras, quem preserva o meio ambiente sai na frente da concorrência”.

No Instituto Federal do Amazonas, não há ainda uma política que trate corretamente do descarte do lixo eletrônico. Com isso, o problema permanece com os materiais sendo acumulados em um depósito ao longo do tempo, o que pode também gerar problemas

na saúde das pessoas. Registre-se ainda que, futuramente, vários desses equipamentos obsoletos não conseguirão mais ser alocados por falta de espaço.

Devido aos grandes problemas ambientais que o lixo eletrônico causa à sociedade, tornam-se necessárias medidas sustentáveis para a prevenção desse problema. A PNRS, Lei 12305 (2010), preconiza no Art. 30º que:

A responsabilidade é compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante às atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Sabe-se que o IFAM também é responsável como consumidor da destinação adequada. A partir dos estudos realizados e analisando o descarte do lixo eletrônico no Instituto, foi possível identificar quais os meios para se implantar uma coleta seletiva e propor um projeto de Sustentabilidade: Gerenciamento dos resíduos sólidos integrado com a logística reversa.

Assim, o presente artigo tem como objetivo geral apresentar os resultados encontrados no desenvolvimento do projeto de Sustentabilidade, quanto ao gerenciamento dos resíduos eletrônicos e ainda apresentar os resultados sobre a consciência do consumidor acerca do consumo e dos resíduos gerados.

Só foi possível fazer a identificação dos resíduos eletrônicos por meio de um levantamento contábil de todos os equipamentos obsoletos e defeituosos do campus. Com a ajuda do Departamento de TI e do Laboratório dos Materiais Eletrônicos, foi possível elaborar planilhas descrevendo o material e sua quantidade.

A grande relevância dessa contagem foi justamente mostrar a dimensão do acúmulo dos materiais obsoletos no campus. A partir de então, buscamos desenvolver o projeto para gerenciar estes resíduos e despertar nos usuários os danos que componentes nocivos existentes nos equipamentos podem causar tanto em relação ao ambiente quanto à saúde.

MÉTODOS

Foi utilizado para a presente pesquisa uma abordagem quali-quantitativa. O método da pesquisa é estudo de caso, pois, segundo Gil (2005) e Prodanov (2013), estudo de caso se caracteriza quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. A pesquisa ocorreu em 2016, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Manaus Distrito Industrial (IFAM/CMDI). Foram feitos levantamentos de todos os equipamentos obsoletos do campus: materiais eletrônicos e materiais tecnológicos de informática.

Juntamente com o levantamento, foi realizado contato com instituições de reciclagem, visita *in loco* na empresa recicladora e palestras sobre descarte correto de resíduos eletrônicos para alunos, servidores e pais de alunos. Também foi feita a aplicação de 40 questionários à comunidade acadêmica composta por alunos de ensino técnico integrado, graduandos de engenharia e cursos tecnológicos, além de docentes, servidores e empresa prestadora de serviços. Os instrumentos de pesquisa, com um total de oito questões, objetivavam identificar se a comunidade possuía conhecimento referente ao perigo que o *e-lixo* causa à sociedade e ao meio ambiente, além de consultar

sobre a disposição de destinar os resíduos adequadamente, conforme questões a seguir:

- Qual seu conhecimento sobre lixo eletrônico?
- Quanto à utilização de pilhas, qual sua preferência?
- Assinale os itens eletrônicos que você possui?
- O que você faz quando um produto eletrônico chega ao fim de sua vida útil?
- Você está disposto a destinar um material obsoleto a um ponto de coleta seletiva?
- Você se preocupa com o descarte de seus resíduos eletrônicos?
- Você pagaria mais caro por um produto de fabricação ecologicamente correto?
- Na sua cidade, você sabe onde ficam os pontos de coleta seletiva para resíduos eletrônicos ou *e-lixo*?

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IFAM/CMDI, mesmo sendo um centro de educação, ciência e tecnologia, ainda está dando seus primeiros passos quanto às questões relacionadas à sustentabilidade. A partir do questionário, os resultados mais relevantes foram apresentados em forma de gráfico, nas Ilustrações 1, 2, 3 e 4, a seguir:

Qual seu conhecimento sobre e-lixo?

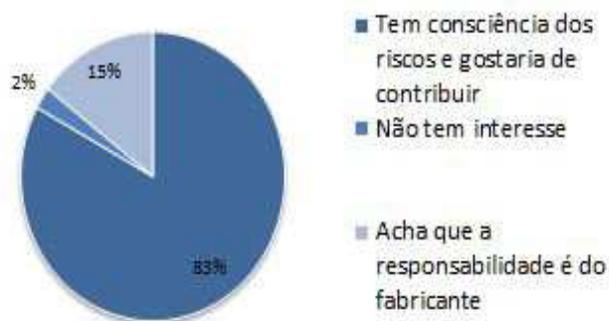


Ilustração 1: Conhecimento sobre *e-lixo*.
Fonte: O Autor, 2016

O resultado do questionário leva à seguinte conclusão: dos 40 entrevistados que responderam o questionário, 83% da parcela majoritária têm consciência dos riscos que o lixo eletrônico causa à saúde e ao meio ambiente e gostariam de contribuir de alguma forma.

Com relação às respostas da questão três, os entrevistados demonstraram que há sim um interesse em descartar o *e-lixo* em pontos de coleta seletiva. Logo, entende-se que o IFAM/CMDI, ao se tornar um ponto de coleta desse material, irá contribuir para a sociedade e o meio ambiente.

Em sua cidade, sabe onde ficam os pontos de coleta do lixo eletrônico?

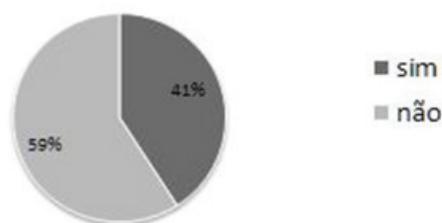


Ilustração 2: Conhecimento dos locais de coleta.
Fonte: O Autor, 2016

Você pagaria mais caro por um produto ecologicamente correto?

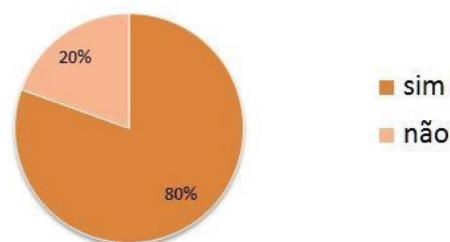


Ilustração 4: Consciência Ecológica.
Fonte: Gama, Vasconcellos e Machado, 2016

Apesar de haver um grande interesse dos entrevistados em descartar corretamente o *e-lixo*, a grande maioria desconhece os locais de coleta, devido à ausência de divulgação nas mídias e a existência de apenas uma empresa interessada em descartar este tipo de resíduo.

Apesar de 80% das respostas positivas, a disposição em pagar mais caro por um produto ecologicamente correto, verifica-se que a realidade é outra. No entanto, é importante esta informação, pois se vê a formação de uma consciência ambiental sendo desenvolvida no público atendido pelo IFAM/CMDI.

Há interesse em descartar o *e-lixo* em pontos de coleta seletiva

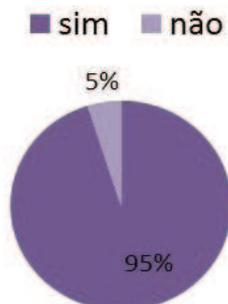


Ilustração 3: Consciência Ecológica.
Fonte: O Autor, 2016

Quanto aos materiais pertencentes ao IFAM/CMDI pelo fato de ser uma instituição pública, todo equipamento que entra no Instituto é registrado como patrimônio da instituição – material permanente, mas há uma outra categoria de materiais eletrônicos – materiais de consumo. Os materiais permanentes, ao chegarem à instituição, são registrados e direcionados para os setores até serem considerados inservíveis, quando então são retornados ao Setor de Materiais e Patrimônio para dar um outro destino aos mesmos.



Ilustração 5: Materiais eletrônicos inservíveis.
Fonte: O Autor, 2016

Assim, desde a fundação do campus, em 1989, quando era denominado de Unidade Descentralizada(UNED) da Escola Técnica Federal do Amazonas, o IFAM/CMDI aloca os resíduos eletrônicos em um espaço conhecido como “gaiola”, conforme pode ser observado na Ilustração 5.

Os equipamentos obsoletos mais encontrados são: *nobreaks*, computadores CRTs, teclados e estabilizadores. A Ilustração 5 mostra o acúmulo do *e-lixo* estocado ao longo da existência do campus.

Diante da realidade anteriormente descrita, o projeto Sustentabilidade faz o gerenciamento dos resíduos sólidos no *campus* Manaus Distrito Industrial - CMDI desde 2015 e dá destinação adequada para os resíduos comuns - papel, papelão, plástico e metal. Deu ênfase, neste ano - 2016 - para os resíduos eletrônicos, de forma que a comunidade acadêmica e público externo fossem orientados, quanto aos riscos desses resíduos; tivessem um ponto de entrega voluntária; assim o projeto pôde em parceria

com empresa de reciclagem de resíduos eletrônicos darem a devida destinação aos *e-lixo*, como é conhecido. É importante salientar que o lixo eletrônico apresenta em seus componentes materiais altamente perigosos. Quando descartado no meio ambiente, parte dos metais pesados, tais como, chumbo, cobre e alumínio contaminam o solo, entram nos lençóis freáticos e poluem várias nascentes.

Com este projeto o IFAM/CMDI disponibilizou um *container* para a coleta dos resíduos comuns e outro para os resíduos eletrônicos, conforme Ilustração 6.

A Ilustração 6 mostra que a comunidade já começou a descartar os resíduos eletrônicos adequadamente. O material recolhido será destinado a uma recicladora, denominada Descarte Correto, a única do gênero em Manaus que, além de fornecer um certificado de destinação, possui um projeto de inclusão digital, que fará uma triagem e uma descaracterização do material, reenviando matérias-primas para o ciclo



Ilustração 6: Materiais descartados adequadamente.
Fonte: O Autor, 2016

produtivo e transformando equipamentos que ainda tenham conserto para centros de inclusão digital em comunidades carentes, em Manaus e cidades adjacentes.

Dessa forma, o projeto atendeu o público externo, ou seja, as famílias dos alunos do IFAM/CMDI, funcionários das empresas prestadoras de serviços, e o público interno, servidores e os alunos de todos os níveis e modalidades de ensino. Os resíduos que mais têm sido encontrados no descarte são: pilhas e baterias, peças de informática, celulares quebrados e impressoras.

Outro resultado curioso foi perceber que os alunos entram no *container* em busca de peças que lhe são úteis, fazendo a reutilização do material descartado.

Contudo, o projeto ainda não atingiu um dos objetivos que é dar destinação correta aos materiais eletrônicos inservíveis do Instituto Federal, por diversos motivos.

Mesmo assim, o IFAM/CMDI busca atender à Política Nacional dos Resíduos Sólidos-PNRS, Lei nº 12.305 e Decreto nº 7.404,

de 2 de agosto de 2010, onde destaca que é de extrema responsabilidade dos fabricantes, comerciantes, importadores e consumidores finais a destinação correta dos resíduos eletrônicos. O IFAM, por ser um centro de educação, ciência e tecnologia, aliado à iniciativa do projeto SUSTENTABILIDADE, teve a condição de trazer a discussão deste relevante tema e despertou na comunidade a percepção quanto à separação, acondicionamento e descarte adequado dos materiais eletrônicos e tornou-se um ponto de entrega voluntária desse tipo de resíduo.

Nesse cenário de educação socioambiental (MACHADO, 2012), pode-se observar a grande relevância da logística reversa para o retorno dos materiais insensíveis ao ciclo produtivo. Reciclagem, reuso e desmanche dos equipamentos foi possível através da parceria do projeto com a recicladora Descarte Correto que se dispôs a fazer o recebimento dos resíduos, sem nenhum ônus para a Instituição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultados atingidos pelo projeto/pesquisa, observou-se que o desenvolvimento da cultura da reutilização e da reciclagem dos resíduos eletrônicos no IFAM/CMDI, não mais serão acumulados como objetos obsoletos e não ocuparão o espaço físico de outrora. Ao contrário, o *e-lixo* retornará por meio da logística reversa ao ciclo produtivo ou atenderá à inclusão digital para comunidades carentes. Foi possível observar também que, além do retorno econômico para a recicladora, há uma consciência ambiental crescente entre comunidade acadêmica e público externo envolvido.

Vale ressaltar ainda que o projeto tem ampliado sua atuação além dos muros da instituição, na medida em que tem sido convidado para participar de Ação Cidadã, palestrando sobre resíduos e descarte, realizando coleta de resíduos eletrônicos e oficinas de reaproveitamento de outros materiais que são destinados de forma inadequada, como o óleo de cozinha usado na produção de sabão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFAM – PROEX – Pró-Reitoria de Extensão, por oportunizar a realização de projetos de extensão, além do apoio ao projeto Sustentabilidade, desde 2015.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. T. G. D.; FONSECA, C. S. M.; MATTOS, K. M. D. C. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas faculdades e universidades de Natal-RN. In: *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Maturidade e desafios da*

Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições e meio ambiente. São Carlos, 2010.

BARBIERI, J.C. *Gestão ambiental empresarial. Saraiva.* 3. Ed. São Paulo, 2006.

BOECHAT, Lucas. Gerenciamento de lixo eletrônico no Brasil. Revista on-line *Tech in brazil*. Disponível: <https://techinbrazil.com.br/gerenciamento-de-lixo-eletronico-no-brasil>>. Acesso em 04 de nov. de 2016.

BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos, LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.*

CURI, D. *Gestão ambiental.* Pearson Prentice Hall 1. Ed. São Paulo, 2012.

GIL, Antonio C. *Métodos e técnicas de pesquisa social.* 5ª. ed., São Paulo: Atlas, 2005.

MACHADO, Ana Lucia Soares. *Educação Ambiental para Gestão Sustentável da Água: estudo de caso do Igarapé do Mindu - Manaus, AM.245f.* Tese do Programa de doutorado em Desenvolvimento Sustentável Universidade de Brasília-UnB. Brasília, 2012.

MIGUEZ, E.C. *Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico.* 1. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

MORAIS, Ginny. *Catadores de recicláveis criticam ganhos de atravessadores.* Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaramLoticias/noticias/trabalho-e-revidencia/500396-catadores-de-reciclaveis-criticam-ganhos->

deatravessadores.html. Acesso em 19 de set. de 2016 às 17h.

PRODANOV, Cleber C; FREITAS, Ernani C.. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*, 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

STOCK, J. R & LAMBERT, D. M. Becoming a World Class Company with Logistics Service Quality. *International Journal of Logistics Management*, vol. 3, 1998.