DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU: PRÁTICA E COOPERAÇÃO INTERORGANIZACIONAL

Hanna Carolina Suzin Biondo – hannabiondo@gmail.com
Fundação Universidade Regional de Blumenau, Curso de Engenharia de Produção
Rua São Paulo, 3250 – Campus II, Sala A006
89030-000 – Blumenau – Santa Catarina

Rodrigo Catafesta Francisco – rodrigocfrancisco@gmail.com
Fundação Universidade Regional de Blumenau, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Rua São Paulo, 3250 – Campus II, Sala I103
89030-000 – Blumenau – Santa Catarina

Jaqueline Hertel – jaquelinehertel@gmail.com
Fundação Universidade Regional de Blumenau, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Joel Dias da Silva – dias_joel@hotmail.com
Fundação Universidade Regional de Blumenau, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Resumo: *Os impactos socioambientais associados ao rápido crescimento de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e a consequente incapacidade de metabolização dos mesmos tem sido globalmente reconhecidos como um risco emergente para a sociedade e o meio ambiente, devido aos crescentes volumes gerados e às substâncias tóxicas presentes em sua composição. No Brasil este tema ainda não tem sito tratado adequadamente, havendo uma carência generalizada de informações, estudos que contemplem a compreensão do problema no país e discussão para formulação de uma política pública voltada à gestão destes resíduos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo diagnosticar a atual situação de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos oriundos do pós-consumo no município de Blumenau. A abordagem se justifica pela necessidade reconhecer quais são as dificuldades encontradas no descarte desses resíduos existentes atualmente, e propor recomendações para implantação de estratégias de gestão dos REEE oriundos do descarte urbano na região de Blumenau. Buscou-se, levantar informações a respeito das características do processo de gestão dos resíduos de equipamentos eletrônicos fim de vida, seguido de questionários semiestruturados aplicados às empresas de gestão de REEE. Verificou-se que a empresa privada não associada com o município que faz a gestão do material fim de vida em Blumenau, é feito com o propósito de revenda do material como matéria prima secundária para novos processos.*

Palavras-chave: *Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, Logística reversa, Políticas públicas*

DIAGNOSIS OF ELECTRONICAL WASTE MANAGEMENT IN BLUMENAU: PRACTICES AND INTERORGANIZATIONAL COOPERATION

Abstract: *The environmental impacts related to the rapid growth of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) and the consequent inability of their processing, has been globally recognized as an emerging risk to society and the environment, due to rising volumes generated and toxic substances in its composition. In Brazil, this issue has not located properly treated, there is a lack of information and studies, which include the understanding of the problem in the country, and discussion to formulate a public policy focused on the management of this waste. In this context, it aims to diagnose the current situation of management of waste electrical and electronic equipment coming from post-consumption in the city of Blumenau. The approach is justified by the need to recognize what are the difficulties found in the waste disposal currently existing, and therefore, analyze and make some recommendations for the implementation of strategies for the management of WEEE, arising from urban disposal in Blumenau region. This work gathering information about the management process of the WEEE characteristics in their end of life, followed by semi-structured questionnaires applied to WEEE management companies. The results showed that the private company non associated with the municipality, which makes the management of end of life equipment in Blumenau, is doing it for the purpose of resale material as secondary raw materials for new processes.*

Keywords: *Electrical and electronic equipment waste, Reverse logistics, Public policies*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, com o surgimento das máquinas, ocorreu uma multiplicação da capacidade do homem em mudar o ambiente em que vive. Com o auxílio da ação humana, máquinas passaram a produzir bens de consumo, e neste novo cenário, estas modificações apareceram com o intuito de baratear os custos de produção, e posteriormente esta lógica de produção acabou criando uma série de desdobramentos não planejados, dentre eles, os impactos prejudiciais ao meio ambiente.

Logo no início deste novo sistema de produção, os resíduos ou materiais excedentes de cada processo, bem como os produtos pós consumo eram simplesmente descartados, não havendo políticas direcionadas para a gestão e/ou gerenciamento destes resíduos. Para minimizar as questões referentes ao descarte inadequado destes resíduos, é preciso executar a gestão dos mesmos, que é compreendida como o processo de conceber, planejar, definir, organizar, e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos. E, por sua vez, o gerenciamento de resíduos que compreende no conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão (ARAÚJO, 2010).

Conforme Azambuja e Formoso (2013), a palavra gestão tem uma conotação mais ampla, que sugere ao administrador o que deve ser feito e já o gerenciamento indica como deve ser feito o referido planejamento sobre a questão dos resíduos sólidos. Já Lopes (2004) define a gestão de resíduos sólidos, como todas as normas e leis relacionadas a estes e denomina gerenciamento de resíduos sólidos como todas as operações que envolvam os resíduos, como coleta, transporte, tratamento, disposição final e entre outras.

Complementando os conceitos e elementos referidos anteriormente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, também referida como PNRS/2010, no Art. 9º estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos deve ser seguida na subsequente ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Entre os resíduos sólidos descartados atualmente, um dos maiores problemas reside nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos ou eletroeletrônicos, também grafados como REEE. Este tipo de material tem apresentado um descarte três vezes maior que o de resíduos convencionais (HUANG; GUO; XU, 2009). Pesquisas recentes mostram que se descartam aproximadamente de 20 a 50 milhões de toneladas de REEE no mundo por ano, sem passar por nenhum processo de reciclagem ou reutilização (ONGONDO *et al.*). Esta situação tem levado a uma grande preocupação com a gestão dos REEE, pois a disposição inadequada deles poderá ocasionar a degradação de solos, de águas e da biota, podendo afetar a saúde humana e ambiental (HUANG, GUO, XU, 2009).

Segundo relatório publicado pela Organização das Nações Unidas, a geração global de resíduo eletrônico cresce a uma taxa próxima de 40 milhões de toneladas por ano (UNEP, 2009). Se os números permanecerem neste ritmo, o planeta deverá suportar 65,4 milhões de toneladas de resíduo eletrônico em 2017. Já na América Latina, o Brasil aparece em posição de destaque. O Brasil foi apontado pelo relatório da ONU como o país emergente que mais produz lixo eletrônico per capita, por ano (0,5kg). Volume superior aquele produzido pelos habitantes da China (0,23kg) e Índia (0,1kg), anualmente. Isto é preocupante, uma vez que tais resíduos são caracterizados por uma composição variada que abrange metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, plástico e outros materiais (ONGONDO, 2011).

Para resíduos originados de EEE (Equipamentos Eletroeletrônicos) deve-se escolher a forma menos agressiva para o procedimento de descarte, e sempre que possível, procura-se reciclar todo o tipo de material com potencialidade para tal finalidade. Deste modo, evita-se a disposição final em locais indevidos e aterros sanitários, maneira mais utilizada no Brasil, e reduz-se a extração de matérias primas (AMARAL, 2010).

Conforme Ferreira, Silva e Galdino (2010), a alternativa mais acessível e praticável é a reciclagem, a qual consiste em segregar os materiais presentes em um equipamento e encaminhá-los para utilização como matéria prima no processo industrial.

Na perspectiva da responsabilidade pós-consumo, destaca-se a Logística Reversa, importante instrumento proposto pela PNRS/2010, que determina que, a cadeia constituída pelos produtores, importadores, distribuidores e comerciantes de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE) será a responsável pela implantação da Logística Reversa (LR) de produtos pós-consumo.

Por outro lado, a geração dos REEE é de complexa caracterização, por estar intrinsecamente relacionada a fatores como o desenvolvimento tecnológico, economia, políticas governamentais, estratégias da indústria para a comercialização e comportamento dos usuários em relação à substituição/compra e manutenção dos equipamentos (COOPER, 2005; FRANCO & LANGE, 2011; RODRIGUES, 2012).

Atualmente, na ausência de sistemas de gestão no país, estes equipamentos ao final de sua vida útil são predominantemente destinados ao setor informal de reciclagem. O estabelecimento de um processo de reciclagem industrial requer um sistema de coleta eficiente, o qual se configura como um aspecto de difícil implantação, uma vez que sua eficiência depende da cooperação da população, indústria, distribuidores e governo (RODRIGUES, 2012).

O ciclo de vida de um produto descreve a trajetória completa do mesmo ao longo de sua vida útil, passando pelas fases de concepção, definição, produção, operação e obsolescência. Nesse contexto, é possível considerar que, as práticas de logística reversa, visam “fechar” esse ciclo, ao promover o aproveitamento de um produto obsoleto, fazendo-o retornar ao mercado matérias-primas recicladas e dispondo os rejeitos de forma ambientalmente adequada (ABDI, 2012).

A indústria de eletroeletrônicos de consumo, de modo geral, tem definido como padrão de competição, a prática de lançar frequentemente novos produtos com suas tecnologias, design e funcionalidades incrementadas, encurtando assim, a vida útil média dos seus produtos. É comum um consumidor adquirir um novo aparelho mesmo tendo o antigo equipamento em pleno estado de funcionamento. A consequência deste comportamento, é a criação de um mercado de segunda mão, onde o equipamento é vendido ou doado para reuso. É importante destacar que a logística reversa em si,

só começa quando um consumidor, de fato, descarta seu equipamento eletroeletrônico, independentemente das condições de uso.

Os REEE são compostos por materiais diversos, tais como plásticos, vidros, componentes eletrônicos, bem mais de vinte tipos de metais, dentre outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado, e deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem apresenta uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros (ABDI, 2012).

Apesar disso, além de serem constituídos por materiais que podem ser reciclados e de elevado valor comercial, eles possuem algumas características próprias que justificam a exigência de processos específicos de gerenciamento. Alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros (DA SILVA; MARTINS; DE OLIVEIRA, 2007). O potencial de contaminação desses resíduos é um fator preocupante, visto que essas substâncias tóxicas encontradas nos componentes eletroeletrônicos passam a ter contato direto com catadores, o solo, a agua, e o ar desencadeando uma contaminação generalizada do local (ROBINSON, 2009).

Além da complexidade já existente no processo de segregação dos componentes existentes neste tipo de equipamentos, encontra-se também bastante dificuldade na articulação dos atores responsáveis pelo retorno do material para a cadeia produtiva, no que tange o artigo 30 da PNRS, na seção II nos artigos numerados do 30 até 33, onde fica instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de forma individual e encadeada entre os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, os consumidores, os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos às atribuições e procedimentos previstos nesta seção, a fim de que se consiga fechar o ciclo desses equipamentos.

Sendo assim, com este estudo, foi possível reconhecer quais são as dificuldades encontradas no descarte desses resíduos existentes atualmente, e com isso analisar e propor recomendações para implantação de estratégias para a gestão dos REEE oriundos do descarte urbano na região de Blumenau, tendo em vista técnicas, políticas, legislações e estratégias de conscientização da população já utilizadas em outros países e até mesmo em outras cidades brasileiras, a fim de que esses materiais possam ter nova utilidade dentro da cadeia produtiva.

2. METODOLOGIA

De forma a demonstrar os procedimentos utilizados para a elaboração da pesquisa, serão detalhadas características, e os materiais e métodos necessários.

2.1. Natureza da pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa, o trabalho pode ser classificado como um diagnóstico de caráter exploratório no que diz respeito aos objetivos. Segundo Gil (2008), pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema (explicitá-lo). Pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Geralmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Por fim, será utilizado o procedimento do tipo *Survey*, que é um procedimento adequado quando (FREITAS, *et al.*, 2000):

- Deseja-se responder questões nas quais o foco de interesse é sobre “o que está acontecendo”, ou “como e porque isso está acontecendo”;
- O ambiente natural é a melhor situação para estudar o fenômeno de interesse;

- O objeto de interesse ocorre no presente ou passado próximo;

O método *survey* foi escolhido visto que suas características satisfazem aos objetivos desta pesquisa.

2.2. Materiais

Os materiais necessários para o desenvolvimento da pesquisa serão os questionários aplicados com as empresas e órgãos escolhidos, que será feito presencialmente, além de máquina fotográfica para documentar em imagens a atual situação do processo. Além disso, o uso de ferramentas de busca na internet será de crucial importância para a obtenção dos contatos das empresas e órgãos com potencial para realização da pesquisa.

2.3. Métodos

Foi realizado um levantamento de dados, cujo objetivo é entender o contexto dos REEE e iniciar o estudo baseado no estado da arte de publicações na área, através de uma exploração das informações disponíveis sobre os REEE e ter bases para entendimentos das variáveis-chave para a proposição de uma modelagem para logística reversa.

Estas pesquisas foram feitas a partir de dados secundários, entrevistas com responsáveis pela área de gestão de resíduos eletroeletrônicos, visitas aos principais elos da cadeia de reciclagem de REEE de Blumenau, além de um estudo mais aprofundado sobre as experiências internacionais e nacionais relacionadas ao tema possibilitando um amplo aprendizado.

2.4. Coleta de dados

Foi realizada uma reunião junto ao SAMAE, órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos do município de Blumenau, com o Gerente Sr. João Carlos Franceschi, onde foi possível entender a atual situação de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de Blumenau. O contato foi realizado via e-mail e, posteriormente, via telefone para que fosse possível agendar o dia e a hora da reunião. Após agendamento, foi realizada uma reunião com o próprio gerente, durando cerca de 2 horas, para a coleta de informações pertinentes à pesquisa.

No mesmo dia, realizou-se uma visita à cooperativa de catadores RECIBLU, anexa às instalações da SAMAE, para conhecer os processos de triagem e valorização das diferentes frações de recicláveis presentes na massa de resíduos coletados no município.

Posteriormente, em virtude dos dados obtidos na reunião com a gerência e na cooperativa de catadores, optou-se pela inclusão de mais uma empresa no cenário da pesquisa, responsável também pela valorização dos REEE em Blumenau, a empresa RECICLEAN, que realiza a coleta, triagem e destinação de resíduos eletroeletrônicos a partir de uma indicação da gerência do SAMAE, uma vez que, não há nenhuma entidade atrelada à administração municipal que reúna informações completas sobre este mercado de reciclagem de eletroeletrônicos no município.

Na empresa selecionada, os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas, com o intuito de fornecer dados concisos sobre a gestão dos resíduos eletroeletrônicos na região de Blumenau. A entrevista teve como base um roteiro prévio, que contemplava os objetivos exploratórios, buscando as seguintes informações:

- Identificar a atuação e qual o foco de mercado: comércio, reciclagem;
- Quais os tipos de equipamentos são processados ou comercializados;
- Identificar as relações com outros atores – elos de ligação da cadeia: de quem compra/recebe ou para quem presta serviço e para quem vende;
- Processos efetuados pela empresa;
- Volumes mensais processados ou comercializados;

Para isso, o questionário teve as seguintes questões previamente definidas, contando com adaptações dependendo do tipo de entrevista:

1- Nome da Empresa:
2- Data:
3- Nome do Entrevistado:
4- Cargo/Função:
5- Descrição da empresa:
6- Número de Empregados:
7- Equipamentos existentes:
8- Quais os tipos de equipamentos/componentes comercializados e/ou reciclados por sua empresa?
9- Se possível, qual a quantidade/volume aproximado de equipamentos/componentes recebidos/comprados comercializados/reciclados por mês?
10- Qual a procedência dos equipamentos eletroeletrônicos que chegam à empresa?
11- Como ocorre o processamento do material recebido?
12- Como o cliente fica sabendo que a empresa recolhe REEE?
13- A empresa recebe incentivo do governo, fabricantes ou alguma outra entidade?
14- Quais os destinos dos materiais?
15- A empresa possui certificações necessárias para manejo de REEE?

A coleta de dados foi um processo razoavelmente difícil em virtude do baixo número de empresas que possuem as licenças ambientais adequadas que realizam tais procedimentos.

Além dos dados provenientes das visitas realizadas, foi possível a obtenção de dados de âmbito global, no que se refere a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos tanto em outros países como no Brasil, com o intuito de saber como a logística reversa vem sendo implantada e como a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos vem sendo feita. Para isso foram realizadas pesquisas em artigos acadêmicos, livros, teses, entre outros, através da ferramenta de pesquisa da internet.

3. RESULTADOS

Após realização da pesquisa com as empresas selecionadas, os dados foram sintetizados, e o processo de obtenção dos dados bem como a análise dos resultados serão apresentados a seguir.

3.1. Identificação das empresas

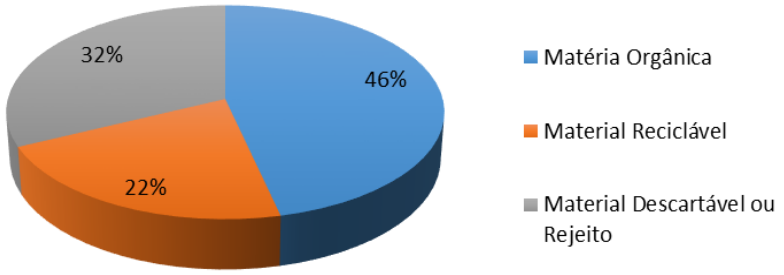
Dentre as 4 empresas identificadas como prestadoras de serviços relacionados ao tema, foi possível realizar entrevista com três delas. As empresas foram distribuídas em três setores, sendo: a gestão municipal de resíduos sólidos representada pela SAMAE, a cooperativa de reciclagem RECIBLU e uma empresa privada de reciclagem de REEE representada pela RECICLEAN.

Em relação a procedência destes resíduos, foi constatado que o órgão municipal representado pelo SAMAE, não recolhe os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos juntamente com os resíduos sólidos urbanos, visto que a PNRS obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a implementarem sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana. E no que tange a responsabilidade compartilhada, o SAMAE estende a responsabilidade ao consumidor final quanto a destinação adequada destes resíduos. O gerente do SAMAE afirma que a RECIBLU, cooperativa para onde o material reciclável é encaminhado após recolhimento urbano ou nas empresas, não possui estrutura para segregação adequada destes

equipamentos, o que pode expor os catadores a um grande risco à saúde do trabalhador, visto que estes resíduos possuem uma grande diversidade de substâncias tóxicas e metais pesados.

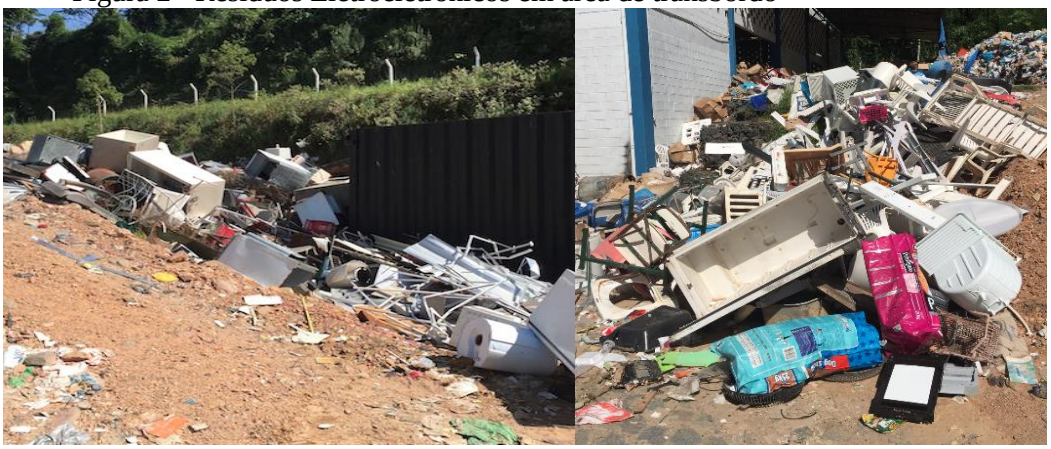
Dos resíduos sólidos recolhidos pelo SAMAE oriundos do descarte doméstico, os mesmos apresentam características bastante heterogêneas com grande variedade de materiais podendo ser resumido basicamente em 3 grandes tipos de variáveis distintas, a equação dos resíduos sólidos domiciliares do município de Blumenau apresenta as seguintes variáveis sendo elas: matéria orgânica (MO), material reciclável (MR) e material descartável ou rejeito (MD), conforme apresentado na Figura 1 (SAMAE, 2012).

Figura 1 - Composição Resíduos Urbanos



Já na visita a RECIBLU, cooperativa de catadores, foi constatado que os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos que chegam até a cooperativa são provenientes do descarte incorreto por parte do consumidor final que acaba dispondo estes equipamentos juntamente com os demais materiais recicláveis no descarte da coleta seletiva. Quando previamente identificados antes do recolhimento, o material não é recolhido pelo SAMAE, porém é de extrema dificuldade a identificação deste material na hora do recolhimento, o que torna quase impossível separar do restante do material. Além do material da coleta seletiva do SAMAE que é destinado a RECIBLU, existe também o material recolhido pelos catadores. Na Figura 2, pode-se identificar uma quantidade significativa destes resíduos na área de transbordo, provenientes do descarte incorreto.

Figura 2 - Resíduos Eletroeletrônicos em área de transbordo



Quanto a origem dos resíduos da empresa RECICLEAN, não existe um único recolhimento realizado pela mesma. Os resíduos são recolhidos em empresas e domicilios de forma gratuita sempre que solicitado pelo consumidor, e até mesmo em campanhas realizadas por escolas e entidades do município de Blumenau. Essas campanhas de recolhimento surgem porque uma parcela da população está ciente dos danos causados pelo descarte incorreto destes equipamentos, mas não sabe o que fazer com eles, deixando este material sem uso guardado em casa. Segundo Lischeski (2011), essa prática é

vista em diversos países, e não é diferente em Blumenau, onde 20% dos usuários de eletroeletrônicos recorrem a essa prática.

Diferentes materiais são recolhidos pela RECICLEAN, onde o proprietário da empresa afirma não recolher equipamentos da linha branca devido ao tamanho destes equipamentos, o que torna difícil a armazenagem em virtude do espaço restrito da empresa, além do tempo desprendido para a desmontagem dos mesmos, já que a empresa conta com um baixo número de funcionários.

Quando questionadas sobre incentivos do governo, prefeitura ou algum outro órgão público a respeito dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, o SAMAE, segundo Plano de Manejo de Resíduos Sólidos, pretendia retomar a coleta de resíduos tecnológicos (Pilhas e Baterias), realizando de forma individual sem misturar com a coleta seletiva, estocando os materiais nos barracões de reciclagem onde permaneceriam até definição do destino final mais adequado, o que ainda não acontece em 2016, e não tem previsão do município para que este cenário seja diferente.

O plano de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos do SAMAE não possui procedimentos definidos quanto a equipamentos que devem ser utilizados no processo de gerenciamento, mão de obra, coleta, transporte, formas de gestão, área de atuação, abrangência e tampouco tratamento desses resíduos. Uma vez que chegam aos aterros sanitários, esse material é disposto de forma inadequada, sabe- se que há substâncias perigosas contidas nos REEE, e sabe-se também que os aterros sanitários não são preparados para destinação de resíduos perigosos. Ou seja, não é o destino correto para este tipo de resíduos. E isso sem considerar ainda o desperdício de recursos ao descartar os REEE e não os reutilizar e/ou reciclá-los.

A cooperativa de catadores também afirma não receber incentivos do governo para melhor gerenciamento desse material, incentivo este que poderia ser dado em forma de cursos para capacitar os cooperados para melhor manuseio do material, equipar a cooperativa com ferramentas para facilitar desmontagem, armazenamento e tratamento do mesmo.

Na mesma linha, a empresa RECICLEAN também não recebe incentivo a fim de ajudar em qualquer etapa do processo que realiza. O município, segundo o proprietário, não demonstrou qualquer interesse até o momento, nem em relação a divulgação da empresa, campanhas de arrecadação do material ou criação de ecopontos na cidade com a finalidade de ajudar o cidadão que não sabe o que fazer com esses equipamentos em fim de vida útil.

O que se observa em Blumenau é que as iniciativas existentes no sentido de destinar corretamente os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos necessitam de apoio técnico, político e financeiro, a fim de gerirem corretamente estes resíduos e alcançarem uma maior abrangência. Por fim, em relação à incentivos do governo, prefeitura ou algum outro órgão público, nenhuma empresa relatou receber qualquer tipo de iniciativa. Em relação a maneira como é realizada a desmontagem dos equipamentos, das três empresas, uma delas não realiza esta etapa, o SAMAE, e as outras duas divergem na forma de como esse processo é realizado.

A cooperativa de catadores não dispõe de ferramental adequado para desmontagem desses equipamentos, essa etapa é realizada sem qualquer cuidado quanto a exposição do trabalhador aos metais pesados, gases e substâncias tóxicas nocivas à saúde e prejudiciais ao meio ambiente. Nas Figura 3 tem-se o local onde o responsável armazena os equipamentos encontrados juntamente da coleta seletiva que são do interesse dos catadores.

Na Figura 4 pode-se observar uma quantidade significativa desse material, que não é de interesse dos catadores e foi descartada pela população juntamente com o material da coleta seletiva, passam pela esteira de segregação e são descartados sem qualquer tratamento ou destinação adequada.

A empresa RECICLEAN realiza a desmontagem e gestão de acordo com as exigências ambientais, possuindo certificações para tais procedimentos. Os equipamentos são recolhidos nas empresas ou residências que tenham solicitado, sem qualquer custo, e são transportados até o pátio da empresa onde é a realizada a triagem dos equipamentos e posteriormente possam ser desmontados.

Figura 3 - Desmontagem e Armazenagem dos resíduos

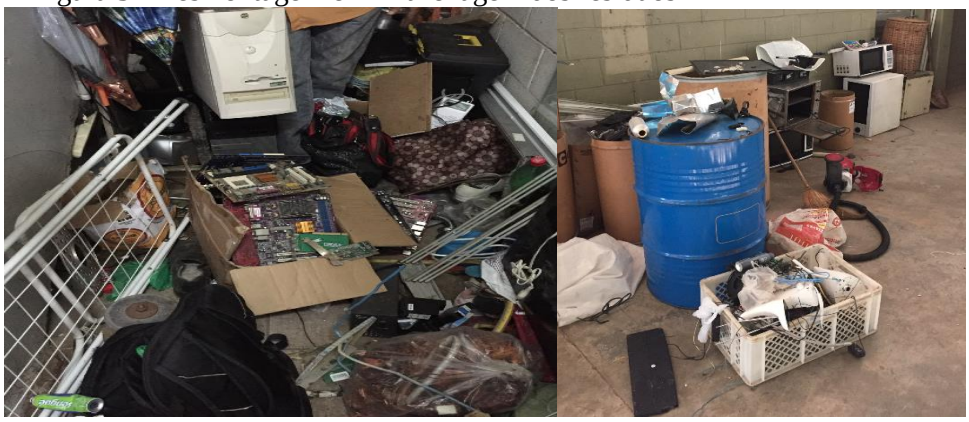


Figura 4 - Resíduos eletroeletrônicos descartados de forma incorreta

Após realizar a desmontagem, as peças de mesmo material são agrupadas de forma a facilitar o armazenamento. Como exemplo, tem-se os tubos de televisores, que em virtude de a empresa não possuir equipamentos para o tratamento deste material, eles são armazenados em sacos especiais até que tenha a quantidade necessária de carga para que uma outra empresa realize a coleta.

Quanto ao destino dos materiais perigosos, uma das empresas destina o material para recicladoras e fabricantes, uma delas descarta o material juntamente com o restante do material da coleta seletiva que não foi segregado, e a outra não realiza destinação de materiais perigosos.

3.2. Destino dos REEE

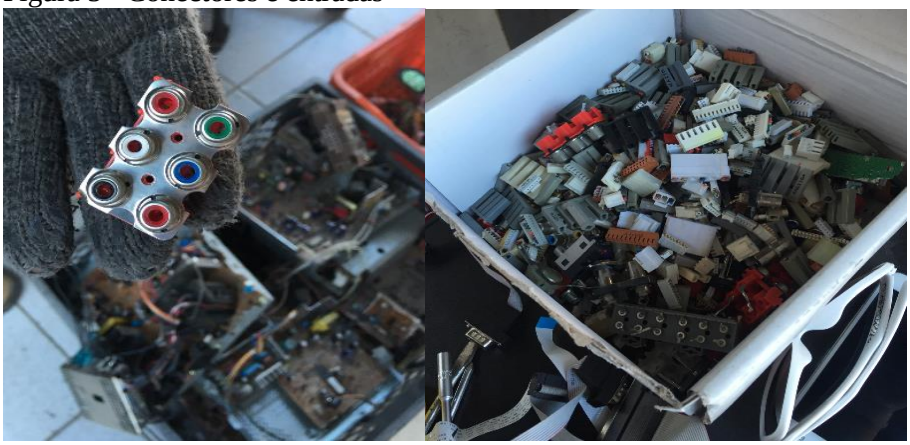
Com o intuito de identificar o destino dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, o questionamento foi feito com base nos tipos de equipamentos. Constatou-se que, o SAMAE não faz destinação em virtude de não trabalhar com a gestão deste material. Já o encarregado da RECIBLU, disse que na maior parte dos casos os equipamentos que são encontrados e revendidos são CPU's, fios de cobre, placas de circuito e outros. Segundo ele, no caso das CPU's são vendidas por peças, já os outros materiais são vendidos por quilo para os compradores que tiverem interesse no mesmo. Não souberam informar qual o destino o comprador daria para o mesmo. O proprietário da RECICLEAN afirma que os tipos de materiais, o destino que são dados e os parceiros são bastante diversificados. Conforme dados fornecidos no dia da entrevista, serão expostos os materiais e o destino dos materiais.

No caso das lâmpadas, a empresa RECICLEAN possui um equipamento denominado papalampadas, que faz a descontaminação das lâmpadas fluorescentes recolhidas quando solicitado o

serviço. As lâmpadas inteiras ou quebradas, são inseridas na máquina para serem trituradas, quando o equipamento é ligado, uma bomba de vácuo é acionada impedindo refluxo do gás, ele é direcionado para 3 filtros: o primeiro capta toda partícula acima de 3 mícron; o segundo retém acima de 0,3 micros, ambos com eficiência de 99,99%. O terceiro e último filtro é de carvão ativado onde o mercúrio fica impregnado. O ar liberado após esse processo é totalmente inerte conforme laudo técnico emitido pelo laboratório e escola Senai de Joinville. Este laudo é feito em cada máquina na empresa. Os resíduos ficam em um compartimento isolado (no tambor), e são encaminhados para o fabricante da máquina para posterior descontaminação, separação, venda ou destinados à aterros industriais. No caso das partículas obtidas no primeiro e segundo filtro, estes materiais são vendidos às indústrias de revestimentos cerâmicos em SP.

No caso dos equipamentos de informática, comunicações e eletrônica de entretenimento, como: monitores, CPUs, estabilizadores, servidores, *no-breaks*, caixas de som, teclados, mouses, disquetes, roteadores, televisores, etc., os equipamentos são separados conforme sua composição. As carcaças de televisores, monitores de computador e outros polímeros presentes nas composições dos equipamentos, são destinados para empresas que fabricam saltos de calçados. O ferro, latão, aço, chumbo e outros metais são vendidos para empresas que utilizam este material como insumos na cadeia produtiva, geralmente metalúrgicas. Os vidros não contaminados originados do processo de separação são destinados às fabricas de cerâmica. No caso dos fios, a empresa ainda não possui equipamentos para valorizar o material, num processo faz a separação do condutor e da capa de borracha, então são vendidos para uma empresa que possui esta tecnologia e encaminha cada material para o seu ciclo produtivo. Quanto às partes presentes nos equipamentos que possuem as mesmas finalidades e características como exemplo dos conectores e entradas, conforme a Figura 5, são dispostos em caixas e posteriormente vendidos para empresas que compram especificamente estes tipos de material.

Figura 5 - Conectores e entradas



As demais peças que não tem finalidade lucrativa para a empresa ou que são peças contaminadas por possuírem substâncias tóxicas, são dadas o destino ambientalmente correto. Estas peças são encaminhadas a empresas que fazem a destinação adequada, como tratamento, incineração e outros.

3.3. Análise Geral

Os resultados obtidos mostram que as empresas apresentam divergências em seus métodos de trabalho. Em suma, as principais constatações feitas a respeito do processo de gestão municipal dos REEE de Blumenau são:

a) Não há como ter precisão do que acontece com todos os resíduos eletroeletrônicos pós-consumo gerados em Blumenau;

b) Não existe um programa municipal de gestão de REEE;

c) Os diferentes atores que participam do processo de manejo de resíduos sólidos de Blumenau não estão vinculados entre si, dificultando assim a gestão dos REEE;

d) Não existem incentivos governamentais para que sejam feitas as adequações impostas pela PNRS/2010, no que tange a logística reversa, por parte dos cidadãos e das empresas

e) Dentre as empresas entrevistadas, apenas uma delas faz o uso da ferramenta de logística reversa de forma eficiente, devolvendo a matéria prima secundária como forma de insumos para novos processos, retornando para o ciclo produtivo;

f) No caso dos materiais que não são utilizados, uma das empresas faz a destinação adequada para que o produto venha receber o tratamento correto ou incineração; e,

g) Hoje em dia, muitos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são descartados pelos usuários de forma incorreta, juntamente com o material da coleta seletiva, impossibilitando uma destinação adequada para os mesmos.

3.4. Proposta para gestão de REEE fazendo uso da logística reversa

Para que o plano estratégico seja implantado, devem-se criar condições fundamentadas em ações programadas, como a educação ambiental, devido ao seu compromisso com o desenvolvimento humano e ambiental, auxilia para o despertar da percepção ambientalista por meio de mudanças nos valores, nas ações, nos pensamentos, nas metodologias, entre outros hábitos humanos, sob o fundamento de uma ética ambientalista (MASSINE, 2014).

O Plano de Desenvolvimento Urbano de Blumenau sugere que iniciativas que serão tomadas no intuito de implementar coleta seletiva em 100% da cidade, através da ampliação da coleta do SAMAE, mudará o foco do serviço porta a porta para o de coleta por pontos de entrega voluntários, e apoio a associações de catadores, cooperativas e associações de moradores. Para isso, é necessário um desenvolvimento de educação ambiental para toda sociedade, principalmente nas escolas, proporcionando maior eficiência neste novo modelo de coleta seletiva que será prestado no município.

A criação de programas de capacitação de profissionais da área de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, incluindo resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, ministrados pelos órgãos ambientais dos governos federal e estadual também são um fator de grande importância, para auxiliar no manejo do mesmo. Além disso, o governo pode estabelecer formas de cobrança aos usuários (munícipes) pelos serviços prestados, através de taxa ou tarifa, como acontece no Japão, onde o usuário final paga taxa de reciclagem, para que o varejista seja responsável por providenciar pontos de coleta e a reciclagem seja feita pela empresa fabricante. Desta forma, cerca de 74% dos REEE chegam aos recicladores (HONDA, 2010).

Já em Blumenau, ao invés do comércio varejista, o próprio município através do SAMAE pretende disponibilizar os pontos de coleta distribuídos em pontos estratégicos da cidade, o que facilitaria o descarte e recolhimento de equipamentos eletroeletrônicos. Uma vez tendo sido realizada a coleta dos REEE, a reciclagem que no Japão é realizada pela empresa fabricante, aqui em Blumenau ficaria sob responsabilidade das associações de catadores, cooperativas e empresas que já participam do processo de logística reversa dos REEE, reinserindo o material como forma de insumos em outros processos produtivos, gerando lucro e desenvolvimento para o mercado local.

A criação de um Código Municipal de Resíduos Sólidos que esteja em sintonia com a legislação estadual e federal sobre o tema, viria no intuito de criar um código de postura que corrija as possíveis distorções do plano em execução, criando ainda instrumento jurídico para avaliação de desempenho das ações através de índices de qualidade, permitindo assim um controle sobre o que está sendo realizado com relação a gestão dos REEE.

A forma como serão organizados os níveis hierárquicos em cada governo democrático, com vistas à cooperação entre os entes, demonstrará os melhores arranjos para cada local. A PNRS encaixa-se perfeitamente nesta lógica de cooperação, pois ela somente poderá ser implementada com a

participação dos setores privado, público, organizações não governamentais e a sociedade, em um contexto de parceria e de responsabilidade compartilhada.

Uma vez tendo sido executadas a parte do processo que antecede as práticas reversas, o objetivo de vincular os elos existentes em uma parceria público-privada, na qual houvesse a contrapartida governamental, as empresas vencedoras no processo licitatório poderiam receber um volume constante de REEE, para tratamento e reciclagem, contribuindo para a efetiva aplicabilidade da PNRS, no que se refere à gestão dos REEE. Evidentemente, as empresas não conseguiriam realizar todo o processo de gestão de REEE, como coleta, transporte, triagem, desmontagem, tratamento mecânico e/ou químico e reciclagem). Sendo assim, empresas parceiras e associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis poderiam fazer parte da cadeia reversa de REEE, gerando renda, tratamento adequado dos resíduos e a continuidade de uma rede de atores envolvidos no processo de logística reversa. Tais parcerias entre setor privado e associações são estimuladas pela PNRS. A união entre empresas e associações, com incentivos econômicos estatais (isenções, empréstimos, etc) e treinamento especifico para os catadores para o manuseio dos REEE, poderiam estimular novos arranjos e novos negócios para a promoção dessa logística reversa.

As fases descritas da cadeia reversa são apresentadas no Tabela 1, com as informações de quem participaria nas atividades da logística reversa de REEE. As possibilidades de participações assinaladas em cada fase da logística reversa do Tabela 1 são:

a) Descarte: nesta fase todos os atores possuem a responsabilidade de efetuar o descarte adequado dos equipamentos eletroeletrônicos inutilizados. Isso significa que os produtos não devem ser descartados juntamente com o lixo domiciliar, industrial e/ou de serviços públicos. De acordo com a PNRS, os REEE devem ser retornados, por meio do sistema de logística reversa que deverá determinas pontos de coleta.

b) Coleta: de acordo com a PNRS, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de eletroeletrônicos devem disponibilizar pontos de entrega de resíduos recicláveis e formar parcerias com as associações de catadores de materiais recicláveis. Além disso, o município possui planos de pontos de coleta localizados em lugares estratégicos, portanto, nesta fase poderá ocorrer a atuação do privado, do Estado, das cooperativas e da sociedade civil organizada.

c) Armazenamento: o setor privado, responsável pela geração dos REEE, poderá contratar o serviço de armazenamentos dos resíduos, até o seu transporte para a próxima etapa; as associações de catadores poderão, também, ser contratadas para oferecer o mesmo serviço, caso possuam estrutura física para isso.

d) Transporte: no momento que o REEE é transportado para um centro de triagem, ocorre a oportunidade de parcerias com a prefeitura, cooperativas e recicladores para a realização desse transporte. O transporte pode ser realizado também pela própria empresa que busca o REEE.

e) Triagem: no processo de separação mecânica dos materiais, há espaço para a cooperativa de catadores.

f) Desmanche: como se trata de um processo industrial, a atividade de desmanche seria realizada por empresas privadas especializadas na desmontagem dos REEE.

g) Remanufatura: esta fase pode ser realizada em pareceria com a associação de catadores, sociedade e município, a fim de reutilizar equipamentos que foram descartados, mas que ainda funcionam, ou que precisam de poucos reparos, para que possam ser reaproveitados antes do descarte final.

h) Reciclagem: nesta fase ocorre a inserção das industrias de reciclagem especializadas para a recuperação deste material.

i) Mercado Secundário: abre espaço tanto para empresas do setor privado quanto associações de catadores, ambos podem trabalhar com a venda das matérias-primas a fornecedores e a fábricas de bens duráveis.

j) Disposição Final: por fim, na disposição final, todos os elos devem ter a responsabilidade de respeitar as normas ambientais, fazendo o descarte final adequado.

Tabela 1 - Envolvimento dos atores nas atividades de logística reversa de REEE.

Atividades	**Descrição**	**Setor Privado**	**Estado**	**Cooperativa de Catadores**	**Sociedade Civil Organizada**
Descarte	Acontece após o fim da vida útil do produto ou o mesmo se torna inservível.	X	X	X	X
Atividades	**Descrição**	**Setor Privado**	**Estado**	**Cooperativa de Catadores**	**Sociedade Civil Organizada**
Coleta	Momento em que o resíduo descartado é recolhido.	X	X	X	X
Armazenamento	Ocorre a destinação mínima do resíduo para o transporte.	X	X	X	
Transporte	O produto é direcionado para a triagem e/ou reciclagem.	X	X	X	
Triagem	Ocorre a separação mecânica dos materiais aptos ao reuso ou revenda imediata.		X	X	
Desmanche	Industrialmente ocorre a desmontagem dos componentes para posterior envio à remanufatura ou reciclagem.	X		X	
Remanufatura / Reuso / Redistribuição	Ocorre o reaproveitamento do produto com a substituição de componentes. Após, o produto é redistribuído para reutilização pelo mercado.		X	X	X
Atividades	**Descrição**	**Setor Privado**	**Estado**	**Cooperativa de Catadores**	**Sociedade Civil Organizada**
Reciclagem	Processamento mecânico e/ou químico para recuperar materiais de valor	X		X	
Mercado de Reciclados / Mercado Secundário	Os materiais extraídos na reciclagem e transformados em matérias-primas são vendidos a fornecedores e fabricas de bens duráveis para serem incorporados na fabricação de novos produtos.	X		X	
Disposição Final	Os materiais inservíveis dos resíduos são dispostos em aterros industriais ou são incinerados.	X	X	X	

Em suma, após toda a análise, fica claro que as parcerias entre Estado, setor privado, sociedade civil e cooperativa de catadores são necessárias para a realização das diversas etapas do processo de logística reversa de REEE no Brasil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente utilização de recursos naturais pelas indústrias, e o aumento no consumo de equipamentos eletroeletrônicos, a preocupação quanto sua gestão também aumenta. Estes produtos se tornam obsoletos rapidamente, criando a necessidade do fortalecimento do setor de resíduos eletroeletrônicos. A recente Política Nacional dos Resíduos Sólidos mostra que o Brasil está se comprometendo com uma melhor utilização de seus resíduos, propondo metas para redução de lixões, acordo de responsabilidade compartilhada pelos resíduos gerados para um produto, e incentivando práticas de prevenção e redução na geração de resíduos, por outro lado, no que tange à aplicabilidade da logística reversa de REEE normatizada na PNRS, a mesma encontra-se ainda atrasada.

A PNRS ainda não foi capaz de promover a gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, já que grandes empresas ainda não cumprem com o estabelecido pela lei. Tal situação exige a adoção de novas estratégias que viabilizem a destinação ambientalmente adequada desses resíduos, que continuam recebendo o mesmo tratamento que os resíduos domésticos.

Apesar das leis caminharem para uma melhor gestão destes resíduos, o Brasil ainda está em uma posição bastante retrógrada se comparada a outros países, uma vez que não possui qualquer plano de gestão deste material. Também foi possível concluir que se não fosse a gestão praticada por empresas privadas e pouco praticada pela cooperativa de catadores, seria ainda mais difícil dar uma destinação adequada para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos produzidos no município.

Por fim, relata-se que os objetivos propostos no início do trabalho foram atingidos. Foi possível levantar informações, pela pesquisa bibliográfica ou pela pesquisa de campo, capazes de trazer informações de Blumenau e de outros países sobre a gestão de REEE. Juntamente, foi possível ter um panorama mais preciso a respeito das limitações, oportunidades e características das empresas envolvidas no processo de gestão.

Em resposta às questões da pesquisa, resultaram as seguintes informações:

a) **O que acontece com esses produtos pós-consumo quando do seu descarte na forma de resíduos?** No caso da empresa privada, em sua maioria ele é vendido como matéria prima secundária para outros processos produtivos, no caso do SAMAE e RECIBLU o processo é desconhecido.

b) **Quais os principais atores envolvidos com atividades de coleta, reciclagem e comercialização de EEE pós-consumo de origem urbana?** SAMAE, RECIBLU e RECICLEAN.

c) **Quais as práticas existentes de gestão de REEE no município de Blumenau?** Não existem práticas associadas com os órgãos municipais de gestão de resíduos sólidos e apenas uma empresa privada identificada nesse ramo, que faz a coleta, triagem, tratamento (no caso das lâmpadas), revenda como matéria prima secundária para novos processos produtivos, destinação final no caso dos materiais que não são aproveitados.

d) **É possível fazer com que os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município retornem à cadeia produtiva, sendo utilizados como matéria prima a ser reaproveitada?** É possível, visto que a empresa privada já faz esse retorno do material para a cadeia produtiva. Porém, apesar da contribuição teórica do presente estudo para os debates acerca da adoção de diversos arranjos institucionais entre Estado, mercado e organizações, para viabilizar a gestão integrada de REEE, ressaltam-se as limitações do estudo diante referencias teóricas e métodos de pesquisa como o da análise de custos de transação em cada etapa da logística reversa de REEE, o que pode despertar outros aspectos a serem considerados na construção de estruturas de governança voltadas à gestão eficiente desses resíduos.

e) **Como alguns dos modelos de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos já aplicados em outros países poderá contribuir para melhorar e/ou criar práticas sustentáveis no município de Blumenau?** Alguns modelos como os já utilizados no Japão podem servir para ajudar na criação de práticas sustentáveis no município de Blumenau, modelos adotados na União Europeia também configuram a proposta de gestão sugerida, com a criação de pontos de coleta.

Os saberes, na área de sustentabilidade e reaproveitamento de materiais, foram postos em

prática, mostrando que é possível comprovar, em uma situação real, os conceitos que são aprendidos academicamente. A relevância do trabalho também se deu pelo levantamento de um setor até então pouco documentado. Foram levantados dados que poderão servir para a tomada de decisões de órgãos públicos ou da iniciativa privada em prol do desenvolvimento do setor.

Agradecimentos

Às empresas RECICLEAN, RECIBLU e SAMAE Blumenau, à Universidade Regional de Blumenau (FURB), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C. N.; Cooperação e responsabilidade do setor empresarial na reciclagem de lixo eletrônico. **Revista FMU Direito**. São Paulo/SP, 2010. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/FMUD/article/view/91/88>. Acesso em: 22 fev 2016.

ARAÚJO, V.S. Gestão de resíduos especiais em universidades: estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos. **Dissertação (Mestrado). CCET/ PPGEU**, São Carlos, 2010.

AZAMBUJA, M.M.B.; FORMOSO, C.T..Diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos de gestão da cadeia de suprimentos. **Dissertação (Mestrado). CCT/UFSC**, Florianópolis, 2013

BRASIL. **Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 23 de fev. de 2016.

COOPER, T. Slower Consumption. **Journal of Industrial Ecology**. Vol. 9, nº 1-2, p. 51-67, Massachusetts Institute of Tecnology and Yale University, 2005.

FRANCO, R.G.F. & LANGE, L.C. **Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte**, Minas Gerais, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.16, n. 1, p. 73-82. 2011.

Honda S. Japan's experiences in environmentally sound management of e-waste**. E-waste Workshop at IETC**; 2010. Osaka, Japan. 6–9 July 2010; 2010.

HUANG, K.; GUO, J.; XU, Z. Recycling of wasteprinted circuit boards: a review of current technologies and treatment status in China. **Journal of Hazardous Materials**. v.164, 2009.

LISCHESKI, D**.** O ciclo do descarte de resíduos de equipamentos de informática e de telecomunicação em Blumenau/SC**. Dissertação de Mestrado. Faculdade Regional de Blumenau, Blumenau.** 2011.

LOPES, A. Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental. In: LEAL A. C. (org.). **Resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema**. Presidente Prudente: Antônio Thomaz Junior, 2004. p. 221-246.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**. v. 31, p. 714–730, 2011.

ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science of the Total Environment**. v.408, p. 183-191, 2009.

RODRIGUES, A.C. Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas. **Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo**. 2012.

SAMAE. 2011. Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.samae.com.br/>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SILVA, B. D. da; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. de. Resíduos eletrônicos no Brasil. **LIXO ELETRÔNICO**. 2007. Disponível em < http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/> Acesso em: 13 fev. 2016.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME SUSTAINABLE (UNEP). Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. **Recycling – From E-waste to Resources**, 2009. Disponível em: <http://www.unep.org/PDF/PressReleases/Ewaste_publication_screen_FINAL VERSION-sml.pdf>. Acesso em 05. Abril. 2016.