

MAPEAMENTO DE PROCESSOS DE LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS PARA RECICLAGEM

Emmily Caroline Cabral da Fonseca (UEPA) emmilycaroline@hotmail.com
Eriton Carlos Martins Barreiros (UEPA) eritonbarreiros@yahoo.com.br
Nathalia Almeida Castro Rodrigues (UEPA) nathaliarods@hotmail.com
André Cristiano Silva Melo (UEPA) acsmelo@yahoo.com.br
Denilson Ricardo de Lucena Nunes (UEPA) denilson.lucena@ibest.com.br

Resumo

Ao levar em consideração que o desenvolvimento tecnológico vem avançando e que a quantidade de resíduos eletroeletrônicos também tem acompanhado tal crescimento, o presente estudo propôs um mapa de processos de coleta e pré-processamento para reciclagem de resíduos eletroeletrônicos, contemplando as proposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos, voltadas à implantação da Logística Reversa para a atividade de reciclagem destes resíduos, de tal forma que o fluxograma proposto possa auxiliar decisões de cooperativas de catadores de materiais recicláveis na organização e gestão de suas operações. Nesta conjuntura, a pesquisa foi considerada um estudo de caso, uma vez que envolveu o estudo profundo de objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado entendimento, utilizando-se do conhecimento adquirido em periódicos, sites e documentos oficiais do governo. Ademais, o resultado desta pesquisa pode contribuir para a divulgação de informações mais detalhadas sobre essas operações uma vez que, especialmente em grandes centros de consumo, existe a necessidade crescente de destinar adequadamente tais resíduos.

Palavras chave: Mapeamento de Processos, Resíduos Eletroeletrônicos, Logística Reversa, Política Nacional de Resíduos Sólidos.

MAP OF PROCESSES OF REVERSE LOGISTICS FOR ELECTRONICS WASTE RECYCLING UNDER THE PERSPECTIVE OF THE NATIONAL SOLID WASTE POLICY

Abstract

Considering that technological development is advancing and that the amount of electronic waste has also followed this growth, this study has proposed a map of pickup and pre-processing activities for the electronic waste recycling process, contemplating the National Solid Waste Policy propositions, focused on the Reverse Logistics implementation for recycling of this kind of waste, so that the proposed flowchart can support waste pickers cooperatives decisions of organization and management of their operations. in this context, this research was considered a case study as it performed a deep study of objects that allowed its broad and detailed understanding, using the knowledge obtained from papers, websites and official documents of the brazilian government. furthermore, the results of this research can contribute to disclose more detailed information about these operations since there is a growing demand for properly allocating such waste, especially in large consumption markets.

Key-words: Process Mapping, Electronics Waste, Reverse Logistics, National Solid Waste Policy.

1. Introdução

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2013), os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2014), o faturamento geral do setor de eletroeletrônicos, em 2013, no Brasil, atingiu R\$ 156,7 bilhões, um crescimento nominal de 8% sobre 2012, motivado por *smartphones* e *tablets*.

A existência de grande variedade de EEE aumenta a complexidade da atividade de reciclagem, pois muitos desses equipamentos possuem substâncias perigosas, o que gera, também, uma preocupação relativa ao ambiente ocupacional. Frequentemente, há a necessidade de um pré-tratamento dos resíduos, para que esses possam ser processados em recicladoras, sem causar danos à saúde dos funcionários (ARAÚJO, 2013).

Em virtude da complexidade existente na etapa de reciclagem dos resíduos de EEE, ora pela variedade ora pela necessidade de tratamento específico para cada tipo de resíduo, surge a necessidade de visualização detalhada dessa etapa, tendo em vista os diversos componentes existentes em cada EEE. Uma das formas de obter essa visão geral é fazer um mapeamento dos processos referente à fase de processamento de Resíduos Eletroeletrônicos (REE). Para tanto, esta pesquisa teve como base conceitos de Logística Reversa, paralelamente a observação do que está disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos e no documento “Logística Reversa de Equipamentos Eletrônicos – ABDI”. Para então, com o auxílio do *software* Bizagi Modeler, para assim responder à questão norteadora do estudo: qual é o mapa de processos de pré-processamento de REE? Além da pesquisa básica relacionada, foram pesquisadas referências em periódicos, sites e documentos oficiais do governo, com o intuito de prover um mapa de processos aderente à realidade.

O texto deste artigo foi organizado da seguinte forma: na Seção 2 estão reunidos os principais conceitos da metodologia científica em que o estudo se enquadra; na Seção 3 estão os conceitos que serviram de suporte para a o mapeamento proposto; Os resultados obtidos são apresentados e discutidos na Seção 4; por fim, as considerações finais estão reunidas na Seção 5.

2. Metodologia

Esta pesquisa, de acordo com a sua natureza, foi considerada básica, por objetivar gerar conhecimentos novos e úteis para a ciência, além de que, não possui aplicação prática prevista (SILVA E MENEZES, 2005). Já no que diz respeito à abordagem do problema, Silva e Menezes (2005) sustentam que esta é caracterizada como qualitativa, uma vez que sua base foi a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados, de forma que não requereu o uso de técnicas estatísticas.

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa foi definida como exploratória, por possuir a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Nesse contexto, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi considerada estudo de caso, uma vez que Gil (2010), afirma que este consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Assim, a essência do estudo de caso é tentar esclarecer uma decisão, ou um conjunto de decisões, seus motivos, implementações e resultados (SCHRAMM, 2000 *apud* YIN, 2001).

2.1. Método de pesquisa

A pesquisa bibliográfica para o estudo foi realizada em acervos bibliográficos, como periódicos, anais de eventos, livros, páginas eletrônicas que tratam do tema, jornais, dentre outros. Ressalta-se que o Documento Base para o estudo foi “Logística Reversa de Equipamentos Eletrônicos – ABDI”. Dessa forma, buscou-se propor pontos capazes de auxiliar na resposta da questão norteadora do estudo.

Após o levantamento das informações disponíveis na atual literatura, buscou-se organizar os dados de forma que um mapa de processos fosse proposto, englobando os contextos atuais do país e a forma com que o mercado de resíduos sólidos está inserido em tais contextos. Tal mapa foi proposto para cooperativas de catadores de materiais recicláveis, no sentido de promover maior e melhor entendimento dos processos, por parte de seus cooperados, bem como sua adoção como base para melhorias.

Por conseguinte, o mapa de processos de pré-processamento envolvidos na logística reversa de REE foi desenhado com o auxílio do *software Bizagi Modeler*, e considerações acerca deste desenho foram realizadas.

3. Referencial teórico

3.1 Política nacional de resíduos sólidos

Em 3 de agosto de 2010, entrou em vigor a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 12.305, que estipulou um prazo até agosto de 2012 para que os municípios brasileiros apresentassem seus planos de gestão integrada de resíduos sólidos, conforme o artigo 55, ao mesmo tempo em que determinou o fechamento dos lixões a céu aberto, artigo 54 (BRASIL, 2010 *apud* CANTO, 2014). Segundo Redação EcoD (2010), após tramitar pelo Congresso Nacional por 21 anos, a sanção dessa Lei distinguiu os resíduos e os rejeitos como lixo que pode ser aproveitado ou reciclado e lixo que não pode ser reaproveitado, respectivamente. Além de ter como um dos principais objetivos, a não-geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos.

Isso evidencia como a destinação adequada ao lixo ainda é uma problemática brasileira. Em 2013, foram geradas 4,1% a mais de lixo em relação a 2012, o que equivale a 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos, onde apenas 58,3% dos resíduos coletados recebem destinação adequada, sendo a porcentagem complementar equivalente a 28,8 milhões de toneladas (PORTAL DO PURUS, 2014).

Uma parte destes resíduos constitui risco ao meio ambiente, pois pode ser composto por metais tóxicos cujo manuseio gera impactos à saúde, pela exposição humana. Alguns destes metais, como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo, em contato com o solo, contaminam o lençol freático e, se incinerados, poluem o ar, causando outros danos (DUAN *et al.*, 2013).

A dificuldade na formulação de modelos eficientes é muito maior, tendo em vista a natureza descentralizada do consumo e, portanto, do descarte dos resíduos gerados. São situações especialmente difíceis, pois a PNRS determina, aos produtores e importadores, a responsabilidade compartilhada, assim como a necessidade de organização da Logística Reversa (LR) como um instrumento que tem um caráter de gestão. Além disso, existe uma dificuldade adicional, pois nem sempre os equipamentos necessários à reciclagem adequada desses produtos existem (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013).

3.2 Logística reversa

A Logística surgiu como parte do *Supply Chain Management* como uma abordagem de gestão que inclui o planejamento, gerenciamento de transporte, frota, armazenagem, manuseio,

atendimento de pedidos, gerenciamento de estoques e abastecimento, gestão de serviços de terceiros e prestadores de serviços logísticos. Assim, está envolvida em todos os níveis de planejamento e execução, estratégico, operacional e tático, além de possuir função integradora, de coordenação e otimização de todas as atividades logísticas, bem como a integração dessas atividades com as outras áreas da organização (CSCMP, 2015).

Já Para Alméri *et al.* (2014), a logística é imprescindível para as organizações, pois objetiva otimizar e controlar os fluxos, onde a eficácia do processo é de extrema importância ao alcance dos resultados almejados. É indicado, então, que práticas gerenciadas de logística sejam implementadas junto às atividades reversas para que, assim, bons índices de desempenho sejam, também, alcançados.

No que diz respeito aos seus fluxos, podem ser subdivididos em diretos e reversos. Os fluxos diretos constituem os materiais e componentes, transacionados com fornecedores, e produtos, peças de reposição e materiais de propaganda, transacionados com clientes. Já os fluxos reversos envolvem o retorno de embalagens e produtos para reparos, eliminação e reciclagem, e o retorno de excessos de estoques (DORNIER *et al.*, 2000).

No âmbito dos fluxos reversos, a constante procura por redução de custos e diferenciação de serviços, aliada às crescentes pressões ambientais, têm elevado a atenção das organizações às atividades de reciclagem e reaproveitamento de bens e embalagens. Tais atividades exigem planejamento específico, visando a gerenciar o fluxo inverso de materiais, que vai do ponto de consumo ao ponto de origem. (GRUNDEMANN & RAMOS, 2014).

Segundo Leite (2014), a LR, área da logística empresarial responsável por finalizar o ciclo dos fluxos logísticos tradicionais da logística direta, ocupando-se com os diversos fluxos de retorno de mercadorias, sob a forma de produtos de pós-venda ou de pós-consumo, tem ganhado grande notoriedade. Claramente, a LR constitui uma considerável ferramenta na busca por soluções para alguns dos problemas da gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Ao considerar a era tecnológica atual, onde o ciclo de vida do EEE é extremamente curto e cada produto é superado por outro tecnologicamente superior em questões de meses, percebe-se que o maior gargalo de REE está na LR, que não é muito bem delineada. A função dos atores não é muito clara, tão pouco as oportunidades são bem evidenciadas, o que gera problemas logísticos na cadeia reversa (PESSOA *et al.*, 2014).

Logo, a implementação de programas de LR aos REE também passa pelo aspecto econômico, que está intimamente ligado ao fator operacional de análise custo/benefício. Ou seja, para viabilizá-la, é necessário realizar estudos acerca dos ganhos dessa iniciativa, tanto aos produtores quanto aos recicladores (BERGAMO E STEFANELLO, 2014).

3.3 Processos envolvidos na reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos

Resíduo eletroeletrônico (REE) constitui o lixo gerado pelo descarte de produtos e equipamentos eletrônicos, que necessita de destinação adequada devido aos componentes tóxicos existentes e que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana (PREFEITURA SÃO MIGUEL PAULISTA, 2013). Os produtos eletrônicos (EEE) podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- a) Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- b) Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;

c) Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;

d) Linha Verde: computadores *desktop* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares.

Uma vez utilizados, o EEE geram os REE, que no caso de descarte inadequado, os componentes existentes nestes podem gerar danos ao meio ambiente e à saúde humana. O Quadro 1 associa os componentes existentes em REE aos EEE e aos possíveis riscos de danos à saúde humana.

Componentes de REE	EEE	Riscos de danos à saúde
Arsênio	Celulares	Doenças de pele, câncer de pulmão e prejuízos ao sistema nervoso
Berílio	Computadores e celulares	Câncer no pulmão
Cádmio	computadores, em monitores de tubos antigos, baterias e <i>laptops</i>	Envenenamento, danos aos ossos, rins e pulmões
Chumbo	Computadores, televisões e celulares	Sistemas nervoso e sanguíneo
Mercúrio	Computadores, monitores e em televisores de tela plana	Riscos ao cérebro e ao fígado
Retardantes de chamas – BRT	Componentes eletrônicos, para prevenir incêndio	Alterações hormonais, reprodutivas e nervosas
PVC	Fios elétricos, como isolante elétrico	Problemas respiratórios, ao ser queimado e inalado

Fonte: No Olhar (2015)

Tabela 1 - Componentes de REE, EEE e possíveis riscos de danos à saúde humana

Uma das formas de reduzir os REE seria prover vida extra aos bens, consequentemente, para dado período, haverá menos produção, menos resíduos e, quando os resíduos de pós-consumo forem perigosos, caso dos REE, haverá menos substâncias perigosas geradas. Ao planeta, o reuso reduz o consumo de matérias-primas, e energia e a poluição nas três fases do ciclo de vida da maioria dos produtos que são: extração de matérias-primas, fabricação e descarte/reciclagem (MIGUEZ, 2010, p.24).

Outra maneira de enfrentar o problema dos REE é recorrer a reciclagem, que é definida como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (ABDI, 2013). Além disso, é um processo diferenciado, devido às características que exigem reengenharia na separação, trituração e limpeza, para prover a reinserção da matéria-prima com qualidade na fabricação de novos produtos (CEMPRE, 2014), e pode seguir algumas etapas, a saber:

a) Eliminação dos dados que, no caso de equipamentos de informática e telecomunicações, é indispensável, definitiva e irreversível, sendo feita através da desmagnetização dos discos rígidos, fitas, placas de circuitos, CDs, DVDs e outros dispositivos de armazenamento (ECO DEBATE, 2012).

b) Pesagem, processo que se inicia a partir da avaliação do produto, pesando e comparando o valor obtido na pesagem com o valor discriminado nas documentações ou informações adquiridas do produto, para que assim, estes resíduos possam ser posteriormente descaracterizados e separados de acordo com suas composições (plásticos, eletrônicos, metais, cabos) (SPOLAVORI, 2012).

c) Desmontagem que, de acordo com Spolavori (2012), ocorre devido à grande variedade de materiais e formatos de equipamentos recebidos para descaracterização. Esse processo pode ser manual, constituindo oportunidade de geração de postos de trabalho e de renda. Ressalta-se ainda que todo o processo de segregação de todo e qualquer resíduo é realizado com os devidos equipamentos de proteção individual, através da utilização de luvas, sapatos, óculos de proteção, entre outros.

d) Separação por tipo de materiais - ferrosos, não ferrosos e plásticos que, de acordo com Ecosucatas (2015), nessa etapa, é realizada a separação dos materiais ferrosos (aço, ferro fundido e ferro laminado), não ferrosos (metais, com exceção do ferro, como: cobre; estanho; zinco; chumbo; platina; alumínio; magnésio; titânio) e plásticos (materiais orgânicos poliméricos sintéticos como, por exemplo, tereftalato de polietileno, Poliestireno, Cloreto de polivinila, politetrafluoroetileno, polipropileno).

e) Compactação dos materiais com características similares que consiste um sistema onde, depois de descarregados, os resíduos são compactados por uma prensa. Assim, ocorre a otimização da quantidade de resíduos transportados e a minimização de poeiras e odores, além da diminuição do seu volume e aumento da densidade (LEVY, 2006).

f) Processamento mecânico, para recuperação de materiais de valor, utilizado em etapas de tratamento e beneficiamento de minérios na metalurgia primária. Consiste na combinação de um ou mais processos operacionais para o reaproveitamento do material descartado. Atualmente, diversos estudos de processamento mecânico vêm sendo realizados com materiais heterogêneos, como a sucata eletrônica (JUCHNESKI & VEIT, 2013). Este processo é composto pelos estágios destacados a seguir. Para Veit (2001), a Trituração tem por finalidade a redução do tamanho de um sólido e os mecanismos a serem usados podem ser pressão, impacto, abrasão ou corte. Já a Moagem libera materiais presentes em minérios, resíduos e sucatas através da ação mecânica. Fonseca (2011) comenta que a Desintoxicação consiste no aumento da temperatura em uma câmara selada a 1200C° e resfriamento em 4 segundos para 700C°, facilitando a filtragem de dioxinas, liquidificação, separação por densidade, separação por eletrólise, decantação, refino e solidificação em barras.

g) Processamento químico, para recuperação de materiais de valor, que inclui todas as transformações químicas, espontâneas ou resultantes da ação de catalisadores (processos catalíticos) ou microrganismos (processos biotecnológicos). No caso dos REE, um dos métodos mais utilizados é a hidrometalurgia, ou seja, a extração dos metais com a lixiviação, usando água-régia (75% de ácido clorídrico e 25% de ácido nítrico) ou ácido-sulfúrico, obtendo-se frações pesadas (metais) e frações leves (plásticos e cerâmicos) (ECYCLE, 2015).

h) Refino de recursos no lixo eletroeletrônico, atualmente possível e respaldado por soluções técnicas capazes de voltar matérias-primas, com impacto ambiental mínimo. Um exemplo é o processo de eletrometalurgia, feito em metais através da eletrólise, na qual os metais impuros sofrem eletrodeposição, e metais, como cobre, zinco, cádmio, alumínio, metais preciosos, entre outros, podem ser recuperados com um elevado grau de pureza (GERBASE & OLIVEIRA, 2012).

i) Tratamento e disposição de resíduos perigosos que, de acordo com a PNRS, são aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica de determinada região (BRASIL, 2010).

Cada atividade possui risco ambiental proveniente da substância nociva processada. Por meio da reciclagem, os resíduos passam a ser insumo que pode ser reinserido no processo

produtivo, desta forma viabilizando a função de suprimento e reduzindo a demanda por extração de nova matéria-prima. Os insumos gerados pela reciclagem dos resíduos não precisam ser necessariamente obtidos por meio da LR de ciclo fechado (resíduo utilizado na produção do mesmo produto), e podem ser destinados à fabricação de materiais distintos dos originais (logística reversa de ciclo aberto) (ABDI, 2013).

4. Análise de dados e resultados obtidos

A partir do documento “Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de viabilidade técnica e econômica”, juntamente com a revisão de literatura e Fonseca *et.al* (2015), foi possível dividir o processo estudado em três etapas: Eliminação dos dados contidos nos equipamentos; Pesagem; Desmontagem. Os processos mapeados são ações características da etapa de processamento de REE para reciclagem. Porém, ressalta-se que os REE necessitam de uma série de cuidados, devido à sua grande complexidade intrínseca, além da elevada quantidade de substâncias que oferecem risco à saúde do ser humano.

Os processos internos à LR de REE voltados à reciclagem ocorrem após os processos externos de LR (coleta, consolidação, carregamento, transporte e descarregamento), e têm início com a Eliminação dos dados contidos nos equipamentos, uma vez que muitos aparelhos eletrônicos podem conter informações pessoais do usuário, senhas e códigos salvos, o que poderia gerar algum tipo de exposição e constrangimento. Em seguida, os REE são direcionados ao setor de Pesagem, atividade que facilita o inventário e a cobrança de preços por grama ou quilo de determinada classe de resíduos.

Por fim, os resíduos devem ser desmontados (Desmontagem) para facilitar o seu manuseio, seguindo para a fase de Separação por tipos (ferrosos/não ferrosos e plásticos), etapa importante, pois os resíduos ferrosos necessitam de cuidados relativamente distintos dos não ferrosos, além de que, os plásticos, muitas vezes resultantes da parte externa do material, devem ser encaminhados para empresas especializadas, dando, assim, a Destinação adequada. O mapa proposto do processo interno de LR voltado à reciclagem de REE encontra-se na Figura 1.

Os materiais ferrosos ou não ferrosos podem, ou não, passar pela etapa de compactação, uma vez que esta serve para diminuir o volume do resíduo. Em seguida, estes podem, ou não, passar pela etapa de trituração, fato que depende de suas características, pois resíduos extremamente pequenos, podem, por exemplo, ser isentos dessa atividade, partindo do princípio que esta tem a finalidade de redução do tamanho.

A Desintoxicação é importante principalmente para o seguro manuseio dos resíduos, uma vez que estes possuem diversos componentes prejudiciais à saúde dos que o manuseiam, além dos danos que podem ser causados ao meio ambiente, como contaminação dos lençóis freáticos por chumbo e mercúrio, por exemplo. Esta fase pode retirar componentes que não são compatíveis com a fase seguinte.

A Filtragem é considerada uma fase complementar à desintoxicação, uma vez que ela pode separar os resíduos que, por ventura, não foram excluídos na desintoxicação. Os resíduos são encaminhados, posteriormente, ao processamento químico, onde as toxinas são separadas de forma mais eficiente, uma vez que este já utiliza componentes mais abrasivos ao resíduo.

O Refino é encarregado de confirmar se todos os processos ocorreram de forma correta e se o produto está em conformidade com as especificações definidas para o tipo de resíduo. Logo, o refino atua como uma etapa de confirmação. Além de direcionar, se o resíduo é ou não reaproveitável, dependendo de seu estado, como se pode observar na Figura 1.

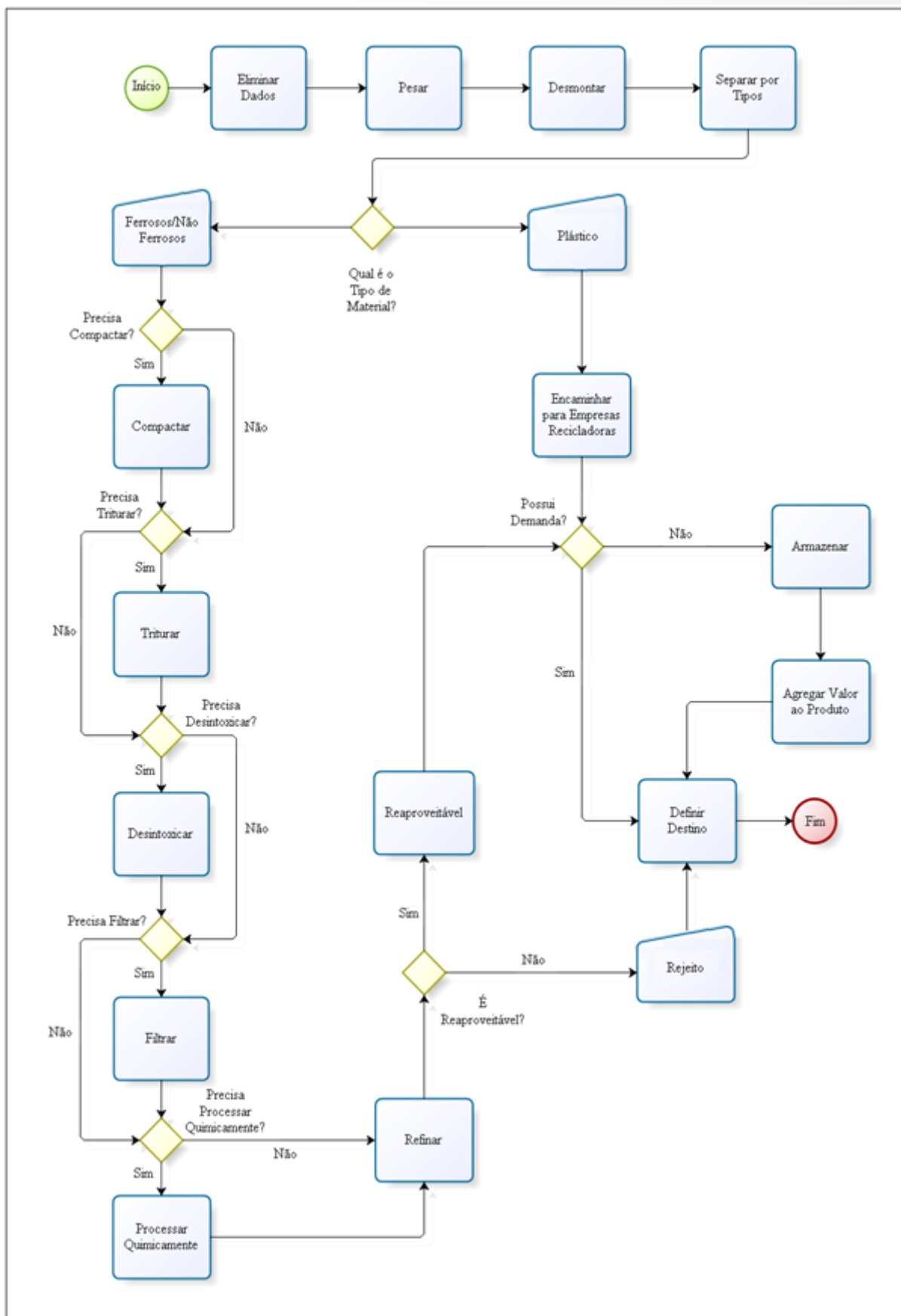


Figura 1 – Proposta de mapeamento da etapa de processamento dos REE

Caso o resíduo seja considerado como não reaproveitável, é classificado como rejeito e a este deve ser dado um destino ambientalmente adequado. Porém, se for considerado reaproveitável, sua demanda deve ser estudada para auxiliar decisões de estoques (procurando políticas de valorização do produto) ou de alocação de destinos que, nesse caso, será o mercado. Finalizando, assim, o ciclo reverso interno dos resíduos sólidos de produtos eletroeletrônicos.

5. Considerações finais

O estudo se propôs a identificar qual seria o mapa de processos de pré-processamento de REE. Assim, o objetivo foi alcançado e permitindo, dessa forma, a visualização detalhada da atividade de reciclagem, uma vez que a mesma apresenta um alto grau de complexidade, consequência do diversos componentes existentes em cada EEE. O fluxograma proposto também pode auxiliar as cooperativas de catadores de lixo na organização e gestão de suas operações. Ademais, o resultado obtido nesta pesquisa contribui na divulgação desse tipo de informação, uma vez que existe a necessidade de destinar corretamente os REE.

No que diz respeito às dificuldades encontradas no decorrer do trabalho, dá-se ênfase à questão da escassez de fontes que tratam dos resíduos sólidos dentro do contexto da LR e da PNRS, muito provavelmente explicado pelo fato da Lei ter sido aprovada no ano de 2010. Nesse âmbito, como sugestão a novos trabalhos, recomenda-se que o mesmo assunto seja tratado, porém, com diferentes etapas de processamento de eletroeletrônicos, não deixando de retratar o cenário brasileiro, de como e quais empresas estão envolvidas nesta cadeia reversa.

Referências

- ABDI.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Brasil: 2013. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1367253180.pdf>. Acesso em: 12 out. 2014.
- ABINEE.** Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Lixo: Muito celular e pouca reciclagem, dois males do Brasil. Brasil. Disponível em: <<http://www.noticia.abinee.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>>. Acesso em: 14 out. 2014.
- ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J. S.; PETITGAND, Cécile.** Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. São Paulo: Planeta Sustentável. Instituto Ethos, 2013, 77 p.
- ALMÉRI, T. M.; SILVA, A. C. R.; PEREIRA, L. G.** Logística Reversa como Diferencial Competitivo: uma visão sobre conceitos básicos e práticas imprescindíveis a gestão empresarial. Revista de Administração da Fatea, v. 7, n. 7, p. 83-97, 2014.
- ARAÚJO, M. G.** Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. 2013. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Planejamento Energético, Departamento de Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 13 out. 2014.
- BERGAMO, K. M. L.; STEFANELLO, P. R..** Logística Reversa nos ambientes empresariais. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 5, n. 3, p. 38-54, 2014.
- BRASIL.** Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm>. Acesso em: 02 de abril de 2014.
- CANTO, R.** Lei de resíduos sólidos não foi cumprida. E agora? Carta Capital. 15 de agosto de 2014. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/lei-de-residuos-solidos-nao-foi-cumprida-e-agora-2697.html>>. Acesso em: 22 de setembro de 2014.
- CEMPRE** - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Reciclagem e Reinserção. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/descarte.php>>. Acesso em: 14 out. 2014.
- CSCMP** - Council of Supply Chain Management Professionals. Disponível em <<http://cscmp.org/aboutcscmp/Definitions.asp>>, acesso em 27. Fev. 2015.

DORNIER, P. P.; ERNST, Ricardo; FENDER, Michel; KOUVELIS, Panos. Logística e Operações Globais. São Paulo: Atlas, 2000.

DUAN, H.; MILLER, T. R.; GREGORY, J.; KIRCHAIN, R. Quantitative characterization of domestic and transboundary flows of used electronics: analysis of generation, collection, and export in the United States. Official Document of Environmental Protection Agency (EPA), under the umbrella of Solving the e-waste problem (STEP), Dec, 2013, 121 p.

ECOD. REDAÇÃO. Política Nacional de resíduos sólidos é sancionada em Brasília. Eco desenvolvimento. 02 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/politica-nacional-de-residuos-solidos-e-sancionada>>. Acesso em: 22 de setembro de 2014.

ECO DEBATE. Resíduos tecnológicos, artigo de Antonio Silvio Hendges. 06 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2012/12/06/residuos-tecnologicos-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>>. Acesso em: 08 de abril de 2015.

ECOSUCATAS. Reciclar. 2015. Disponível em: <<http://www.ecosucatas.com.br/reciclar.asp>>. Acesso em: 08 de abril de 2015.

ECYCLE. Entendendo os processos por trás da reciclagem de equipamentos eletrônicos. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/1823-o-que-e-lixo-eletronico-elixo-ewaste-saiba-como-reciclar-reciclagem-equipamentos-aparelhos-televisao-tubo-monitor-crt-computador-celular-bateria-placas-memoria-hd-disco-rigido-entenda-riscos-saude-contaminacao-meio-ambiente-metais-toxicos-descartar-corret.html>>. Acesso em: 02 de abril de 2015.

FONSECA, E. C. C.; BARREIROS, E. C. M.; GONÇALVES, P. V. S.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L. Proposta de Mapa de processos de logística reversa de pós-consumo sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos. 2015.

FONSECA, F. O ciclo do lixo eletrônico - Reciclagem. Lixoeletronico.org (website). 2011. Disponível em: <<http://www.lixoeletronico.org/blog/o-ciclo-do-lixo-eletr%C3%B4nico-3-reciclagem>>. Acesso em: 12 Mar. 2015.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. Quím. Nova. vol.35, n.7, pp. 1486-1492. ISSN 0100-4042. 2012.

GRUNDEMANN, H. R.; RAMOS, K. C. S. Logística reversa de descartes digitais: o destino do lixo eletrônico na cidade de Jaraguá do Sul - SC. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, v. 14, n. 22, p. 103-112, 2014.

JUCHNESKI, N. C. F.; VEIT, Dr. Hugo Marcelo. Monitores de LCD: caracterização dos materiais e processamento mecânico das placas de circuito impresso. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 2013.

LEITE, P. R. Desafios da Logística Reversa de pós-consumo no Brasil. Revista Tecnológica, São Paulo, p. 64-67, maio 2014. Disponível em: <<http://www.clrb.com.br/site/publicacoes.asp?id=217>>. Acesso em: 02 Out. 2014.

LEVY, J. Sistemas Integrados de Resíduos Sólidos [Em linha]. [S.l.: s.n.]. 2006. Disponível em: <http://www.ecoservicos.com/content/documents/PD_9_JL.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2015.

MIGUEZ, E. C. Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

NO OLHAR. Lixo eletrônico pode ser uma grande ameaça ao meio ambiente e à saúde. Disponível em: <<http://www.noohar.org.br/noticias/lixo-eletronico.htm>>. Acesso em: Fev de 2015.

PESSOA, M. A. S.; SOUZA, S. J. O.; CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; MESQUITA, G. M; SOUZA, P. C. Destinação final de resíduos de equipamentos eletrônicos e uso da análise SWOT na logística reversa - um estudo teórico. Renefara, v. 5, n. 5, p. 130-149, 2014.

PORTAL DO PURUS. Amazonas é o quinto Estado em geração de diária de lixo urbano por habitante. 06 de agosto de 2014. Disponível em: <http://www.portaldopurus.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14335:amazonas-e-o-quinto-estado-em-geracao-diaria-de-lixo-urbano-por-habitante&catid=68&Itemid=322>. Acesso em: Fev de 2013.

PREFEITURA SÃO MIGUEL PAULISTA. E-lixo. O que é lixo eletrônico. 21 de março de 2013. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/sao_miguel_paulista/noticias/?p=37007>. Acesso em: Fev de 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4ª ed. Revisada e Atualizada. Florianópolis: UFSC, 2005.

SPOLAVORI, A.; WELZEL, A.; SANTANA, D. V. M. Logística reversa aplicada a resíduos eletroeletrônicos: estudo de caso. VIII Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 2012.

VEIT, H. M. Emprego do Processamento Mecânico na Reciclagem de Sucatas de Placas de Circuito Impresso. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.