

III-125 - ESTUDO DE FLUXO LOGÍSTICO PARA DESCARTE DE REFRIGERADORES USADOS

Márcia Tonon

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental-IFES e Bolsista de Iniciação Científica- FAPES

Jacqueline Rogéria Bringham⁽¹⁾

Engenheira Civil, Mestre e Doutora em Saúde Pública; Professora do Curso Superior de Engenharia Sanitária e Ambiental no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo- IFES

Stephanie Cabalini Zucoloto

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental-IFES e Bolsista de Iniciação Científica- FAPES

Jônio Ferreira de Souza⁽²⁾

Administrador de Empresas e Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Ambiental, especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e Doutorando em Engenharia Civil na COPPE/UFRJ. Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES.

Viviana Possamai Della Sgrillo⁽³⁾

Graduada em Química Industrial, Mestre e Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais e Pós-Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais. Professora do ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, atuando também como Coordenadora Administrativa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

Endereço⁽¹⁾: Av. Vitória, 1729- Jucutuquara- Vitória- ES- CEP: 29049-780- Brasil- Tel: (27) 3331-2237- e-mail: jacquelineb@ifes.edu.br

Endereço⁽²⁾: Av. Vitória, 1729- Jucutuquara- Vitória- ES- CEP: 29049-780- Brasil- Tel: (27) 3331-2237- e-mail: jonio@ifes.edu.br

Endereço⁽³⁾: Av. Vitória, 1729- Jucutuquara- Vitória- ES- CEP: 29049-780- Brasil- Tel: (27) 3331-2237- e-mail: viviana@ifes.edu.br

RESUMO

O aumento no consumo de produtos da linha branca provocou aumento no descarte, seja pela obsolescência desses equipamentos, por estética ou pelo menor consumo energético dos produtos mais modernos. O trabalho objetiva apresentar uma proposta de fluxo logístico de descarte de equipamentos de linha branca, nesse caso de refrigeradores, visando uma melhor visualização do processo, com intuito de mostrar o potencial de reaproveitamento dos produtos do desmanche de refrigeradores.

A principal ferramenta para o traçado do fluxo logístico encontra-se em destaque na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a logística reversa, está tomada como um importante instrumento para a gestão dos resíduos sólidos, trazendo benefícios sociais, econômicos e ambientais. O fluxo reverso de refrigeradores propõe recolher os refrigeradores usados, avaliar o estado desses equipamentos, classificando-os para pequenos reparos e posterior venda a preços mais acessíveis, ou desmanche e triagem das peças que podem ser usadas em novos reparos ou enviadas para reaproveitamento em outros produtos.

A logística mostra-se sustentável ao aliviar a lotação de aterros sanitários e incineradores, além do benefício ambiental de se usar matérias-primas de segunda ordem no processo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, resíduos eletroeletrônicos, logística reversa, fluxo logístico.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil referente a 2011, divulgado pela Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas Públicas de Limpeza e Resíduos Especiais), a produção de lixo cresceu seis vezes mais que a população brasileira. Se de um lado isso representa desenvolvimento, aumento do poder de consumo dos brasileiros por outro revela a deficiência na coleta e na destinação inadequada desses resíduos. Ainda de acordo com o estudo, 42,4% dos resíduos coletados ainda estavam sendo lançados em lixões ou aterros irregulares e até mesmo em rios, córregos e ruas, visto que, os municípios brasileiros ainda apresentam um número significativo de lixões.

Mediante a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) que incorpora conceitos modernos e indutores como a responsabilidade compartilhada em relação à destinação de resíduos deste o fabricante até o consumidor tem-se um cenário mais oportuno e promissor para a discussão acerca da questão dos resíduos eletroeletrônicos com o intuito de se desenvolver soluções eficazes em que a população se conscientize e se motive em função da problemática.

Para o presente estudo destaca-se o caso dos equipamentos da linha branca (geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado) que tiveram o consumo incrementado em função de incentivo tributário governamental ao longo dos últimos anos. Esse aumento no consumo e consequente aumento no descarte demonstra a necessidade de se adequar a destinação final desses resíduos que contém componentes tóxicos, bem como materiais que podem ser reutilizados voltando ao ciclo produtivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do presente estudo partiu da revisão bibliográfica explorando a problemática dos resíduos sólidos, com foco em resíduos eletroeletrônicos, buscando a questão do descarte de equipamentos da linha branca, especificamente os refrigeradores. Foram identificadas ferramentas utilizadas na gestão de resíduos sólidos, como a logística reversa com o objetivo de avaliar o potencial de reciclagem dos resíduos selecionados como foco de estudo.

A partir dos dados levantados foi possível formular proposta de fluxo logístico reverso de refrigeradores descartados e fazer uma avaliação preliminar da sustentabilidade do processo.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Embora a composição dos resíduos eletroeletrônicos dependa de cada equipamento que o compõe, ela pode ser dividida em seis categorias:

- Ferro e aço, usado em gabinetes e molduras;
- Metais não-ferrosos, principalmente cobre usado em cabos e alumínio;
- Vidros, usados nas telas e mostradores;
- Plásticos, usados em gabinetes, revestimentos de cabos e circuito impresso;
- Dispositivos eletrônicos montados em circuito impresso;
- Outros (borracha, madeira, cerâmica, etc.).

A composição básica dos materiais utilizados para alguns equipamentos eletroeletrônicos (EEs) pode ser visualizada na figura 1, a seguir.

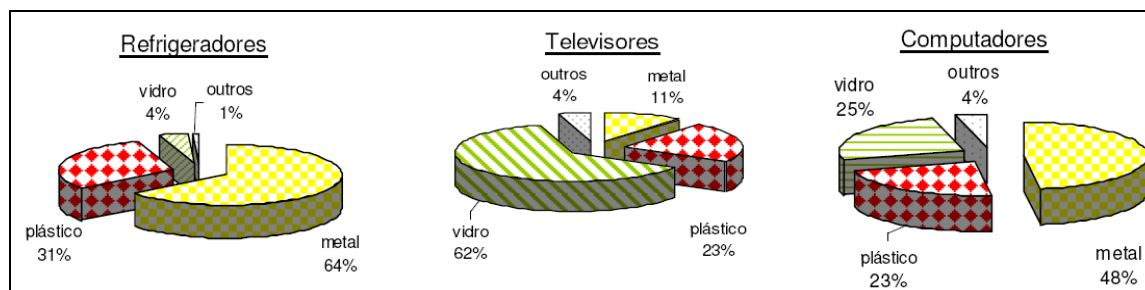


Figura 1 – Materiais básicos usados na manufatura de alguns eletroeletrônicos

Fonte: Kang e Shoenung (2005)

Observa-se no caso dos refrigeradores que os metais e os plásticos representam 95 % da sua composição, o que confere um grande potencial de reciclagem.

LOGÍSTICA REVERSA

Do ponto de vista logístico o ciclo de vida de um produto não se encerra com a sua entrega ao consumidor. Produtos danificados ou que não funcionam, tornam-se obsoletos e devem retornar ao ponto de origem para reparo, reaproveitamento ou adequado descarte (LACERDA, 2002; TIBBEN-LEMBKE, 2002).

De acordo com Sabbadini, Pedro e Barbosa (2005), os processos em logística reversa dependem das atividades a serem realizadas, do tipo de material que está retornando e das razões do retorno ao sistema produtivo. O processamento de cada tipo de material depende de uma série de variações e de condições na forma como retornam ao sistema da empresa. Podem ser tratados e descartados, revendidos, reprocessados, recuperados e reaproveitados na linha de produção.

Lacerda (2002) ressalta que do ponto de vista financeiro, os custos do ciclo de vida de um produto não estão restritos a compra de matérias primas, produção, armazenagem e estocagem, estes custos estão presentes em todo o gerenciamento de seu fluxo reverso.

Além disso, os benefícios econômicos relacionados à logística reversa são demonstrados pela redução de custos baseia-se no reaproveitamento de materiais reutilizáveis, reduzindo autuações por danos ao meio ambiente e consequente preservação das margens de lucro das empresas (SABBADINI, PEDRO e BARBOSA, 2005).

No Brasil, ainda não se tem a logística reversa consolidada, como um canal logístico próprio, delimitado nas funções e características. Isto se deve a pouca afinidade das empresas nacionais em lidar com as oportunidades que surgem a cada dia em função da competitividade dos mercados. A aplicação da logística reversa em situações onde as mercadorias estão com altos níveis de estoque, com defeitos, vencidas ou fora de linha, representa uma grande oportunidade de negócio. Além disso, devem ser considerados os fatores ambientais envolvidos no processo (BUTTER, 2003).

LOGÍSTICA REVERSA DE REFRIGERADORES

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios 2009 (IBGE, 2010), 93% dos domicílios possuem refrigeradores, o que significa, pelo menos, 54,7 milhões de refrigeradores existentes, sem considerar que alguns domicílios possuem mais de um refrigerador e que instalações comerciais e industriais também os possuem, não havendo uma estimativa para esse número.

As questões ambientais essenciais pertinentes aos refrigeradores são: a presença de gases que destroem a camada de ozônio e/ou possuem alto potencial de aquecimento global, dependendo do tipo de gás utilizado; o consumo de energia ao longo da vida útil; e a disposição dos resíduos ao final de sua vida útil (AGUIAR; VIZENTIM, 2011).

Em termos de interface ambiental também chama atenção um componente usado como isolante térmico por um longo período de tempo que é a lã de vidro. Segundo Kossaka (2004), o refrigerador isolado com lã de vidro ou rocha necessita ter um gabinete estruturado composto por parte interna e externa em chapa de aço rígida, sendo, portanto, maior.

A manufatura reversa pode ser, portanto, uma estratégia importante para solução das questões ambientais geradas pelo descarte de refrigeradores antigos, seja esse descarte pelo fim da vida útil ou pela obsolescência, do ponto de vista de conforto ou consumo de energia.

Aguiar e Vizentim (2011) concluem que a manufatura reversa de refrigeradores como estratégia para a etapa final do seu ciclo de vida, não pode ser vista apenas sob a ótica financeira, mas sim como uma solução para manter as reservas de recursos naturais. A manufatura reversa evita que materiais nobres sejam lançados em aterros, permitindo seu reaproveitamento ao invés da retirada de novos recursos da natureza.

MAPEAMENTO DO FLUXO LOGÍSTICO DE REFRIGERADORES

Para que seja possível traçar o fluxo logístico de refrigeradores, é preciso definir alguns termos. É importante ressaltar que a partir dos conceitos apresentados será possível o melhor entendimento dos processos apresentados ao longo do trabalho, tendo em vista, que essas práticas estão presentes durante o processo de logística reversa, bem como no traçado do fluxo de resíduos.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), podemos definir alguns parâmetros importantes.

Reciclagem: 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, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Pressupõe-se que os refrigeradores seguem o fluxo tradicional até chegar aos consumidores. Após esse ponto, seguindo o fluxo tradicional, os refrigeradores usados seriam descartados em aterros. A ideia do fluxo reverso é de que os refrigeradores usados após serem recolhidos, passem por uma avaliação, na qual os equipamentos em bom estado podem ser recondicionados e voltar para o mercado com preço acessível e os equipamentos em final de vida útil sejam recolhidos por catadores, desmontados e suas peças reutilizadas no reparo de outros equipamentos, e/ou enviadas para reaproveitamento em outros produtos diversos. Por fim, os rejeitos serão enviados a um aterro sanitário ou incinerador, conforme fluxo representado na figura 2.

O processo de reciclagem é o mais interessante do ponto de vista ambiental, posto que nessa etapa os refrigeradores são recolhidos por empresas especializadas, garantindo ao fabricante que seus produtos terão destinação adequada, ainda serão desmontados e terão seus componentes separados podendo ser utilizados como matéria prima de novos processos produtivos. No entanto, após a separação das partes nobres, os rejeitos (materiais sem funcionalidade) devem ser destinados a aterros ou incinerados.

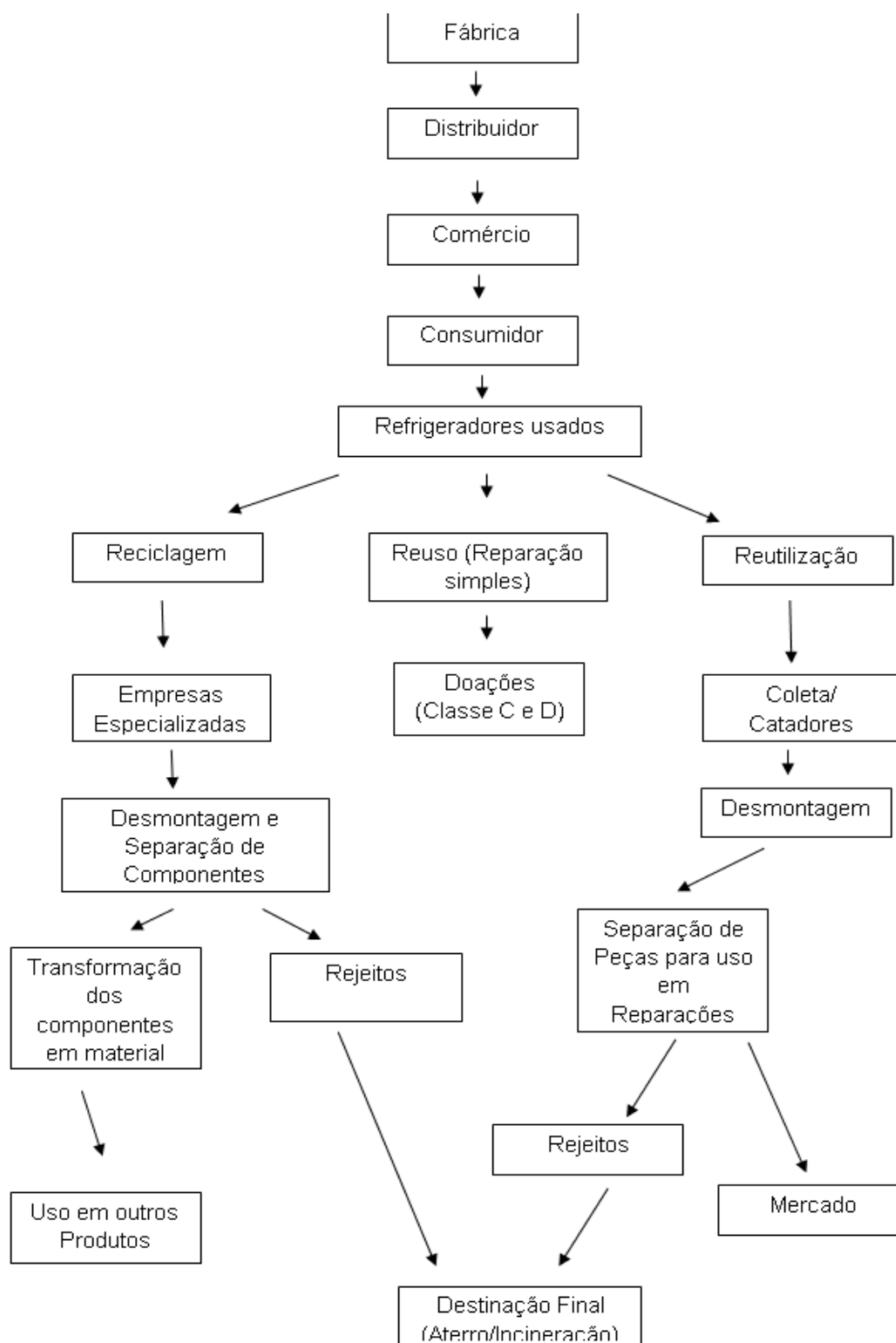


Figura 2: Proposta de fluxo logístico para refrigeradores usados

Fonte: Adaptado de Silva et al. 2011.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO PROCESSO

A logística reversa torna-se sustentável segundo Barbieri e Dias (2002) e pode ser vista como um novo paradigma na cadeia produtiva de diversos setores econômicos, pelo fato de reduzir a exploração de recursos naturais na medida em que recupera materiais para serem retornados aos ciclos produtivos e também por reduzirem o volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente.

O processo de logística reversa revela-se como uma grande oportunidade de se desenvolver a sistematização dos fluxos de resíduos, bens e produtos descartados, seja pelo fim de sua vida útil, seja por obsolescência tecnológica e o seu reaproveitamento, dentro ou fora da cadeia produtiva de origem, contribuindo dessa forma para redução do uso de recursos naturais e dos demais impactos ambientais, isto é, o sistema logístico reverso consiste em uma ferramenta organizacional com o intuito de viabilizar técnica e economicamente as cadeias reversas, de forma a contribuir para a promoção da sustentabilidade de uma cadeia produtiva.

Os aterros superlotados e a escassez de incineradoras em número e capacidade e os problemas ambientais causados pela destinação inadequada de resíduos eletroeletrônicos, há de se unir esforços no sentido de reintegrar os resíduos nos processos produtivos originais. A reintegração dos resíduos nos processos produtivos permite um desenvolvimento mais sustentável, reduzindo o risco para as gerações futuras.

CONCLUSÕES

Baseado no trabalho realizado é possível observar que o adequado manejo dos resíduos eletroeletrônicos, em destaque, os resíduos gerados por descarte de refrigeradores, deve abranger vários segmentos, como o poder público, as empresas responsáveis por seus produtos (“berço ao túmulo”), os catadores, as empresas especializadas na coleta, transporte e desmanche e a sociedade civil dentro do contexto de responsabilidade compartilhada definido na PNRS.

A partir do fluxo logístico identificado conclui-se que o reaproveitamento dos refrigeradores utilizados pode ocorrer pelo processo de reuso, reutilização e reciclagem. Destaca-se que as empresas especializadas na manufatura reversa promovem maior garantia ao fabricante com relação à comprovação de um destino ambientalmente adequado, inclusive com melhor possibilidade de reaproveitamento dos materiais componentes. Contudo, não se pode desconsiderar que uma parcela dos refrigeradores descartados são simplesmente reutilizados, em geral, por uma população menos exigente; e que ainda existe a parcela que é desmontada visando apenas a separação de algumas peças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf> Acesso em 15 05 2013.
2. AGUIAR, A. O.; VIZENTIM, F. A. **Manufatura reversa de refrigeradores**. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 5, n. 2, art. 10. São Paulo, 2011.
3. BARBIERI, J. C.; DIAS, M. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. Tecnológica. São Paulo, n. 77, p. 58-69, 2002.
4. BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acesso em: 23 de maio de 2013.
5. BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis. 2003.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios**. Síntese de Indicadores 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/pnad_sintese_2009.pdf>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2013.
7. KANG, H.Y.; SHOENUNG J.M. Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resources Conservation & Recycling*, Elsevier, v. 45, p. 368-400, 2005.



8. KOSSAKA, J. **Método de Reciclagem de Espuma Rígida de Poliuretano de Refrigeradores e Congeladores de Uso Doméstico.** In: Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.
9. LACERDA, L. **Logística Reversa.** Uma Visão sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. Centro de Estudos em Logística, COPPEAD, UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.
10. SABBADINI, F. S. ; PEDRO, J. V. ; BARBOSA, P. J. O. **A logística reversa no retorno de pallets de uma indústria de bebidas.** In: II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, 2005, Resende. Anais do II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT. Rio de Janeiro, 2005. v. único.
11. TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Life after death – reverse logistics and the product life cycle.** International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 32, n. 3, 2002, pp. 223-244.