

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

REVERSE LOGISTICS OF ELECTRONICS WASTE

LOGÍSTICA INVERSA DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

ADRIANO NICOLAU SELPIS¹

RENATA DE OLIVEIRA CASTILHO²

JOÃO ALBERTO BORGES DE ARAÚJO³

Recebido em Novembro 2011. Aceito em Abril de 2012.

¹ Tecnólogo em Logística e Transportes pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Pós-graduado no curso de MBA em Engenharia de Produção da Uninter de Botucatu. E-mail: adrianoselpis@yahoo.com.br .

² Tecnóloga em Logística e Transportes pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Pós-graduada no curso de MBA em Estratégia Empresarial da Uninove Botucatu. E-mail: renatacastilho@fmb.unesp.br.

³ Professor Pleno da Faculdade de Tecnologia de Botucatu e docente da Instituição Toledo de Ensino de Bauru. Graduado em Engenharia Industrial Mecânica pela Universidade Metodista de Piracicaba. Mestre e Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela FCA – Unesp. End. Av. José Ítalo Bacchi, S/N, CEP: 18606-855. Tel. (14) 3814-3004, Botucatu-SP. E-mail: jaraujo@fatecbt.edu.br

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

RESUMO

A crescente demanda por equipamentos eletroeletrônicos, sua rápida obsolescência, e a falta de legislação e fiscalização sobre sua destinação correta têm contribuído para que equipamentos ou suas partes como computadores, televisores, celulares, refrigeradores, baterias, pilhas, entre outros, sejam descartados como lixo comum. Os equipamentos eletroeletrônicos possuem metais pesados altamente tóxicos, como o mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo, entre outros, que se forem queimados, poluem o ar, representam riscos à saúde dos coletores de lixo que os manipulam e, em contato com o solo, podem poluir o lençol freático, além de plantas, animais, e conseqüentemente afetar a saúde humana. Com base em pesquisa realizada através do método analítico-descritivo, buscou-se relacionar as principais ameaças ao meio ambiente e à saúde que o descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos pode representar, bem como identificar e apresentar algumas ações para minimizar este impacto. Concluiu-se que os principais fatores que contribuem para o descarte indiscriminado dos resíduos eletroeletrônicos são a falta de legislação que responsabilize aos fabricantes, rígida fiscalização, estímulos fiscais para a prática da logística reversa, capacitação e tecnologia para reciclagem de componentes sofisticados e educação ambiental.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Reciclagem. Resíduos eletrônicos.

REVERSE LOGISTICS OF ELECTRONICS WASTE

ABSTRACT

The growing demand for electronics equipment, its fast obsolescence, lack of oversight and legislation of its final destination, has contributed them to be discarded in common junk. Electronic equipments and their parts such as computers, TVs, cell phones, refrigerators, batteries, among others, contains highly toxic heavy metals such as mercury, cadmium, arsenic, copper, lead, and others, that if they are burned, pollute the air, besides being potential risk to the health of the garbage collectors, and also, when being in contact with the ground, they can pollute the water table, plants, animals, and consequently affect the human health. Based on research conducted by the analytical-descriptive method, we tried to link the the main threats to the environment and health that the incorrect disposal of waste electronics may represent, as well as identify and present some actions to minimize this impact. It was concluded that the main factors that contribute to the indiscriminate disposal of waste electronics are the lack of legislation to responsibility the manufacturers, strict supervision, tax incentives for the practice of reverse logistics, technology for sophisticated components recycling and environmental education.

Keywords: Environmental management. Recycling. Electronic Waste.

LOGÍSTICA REVERSA DE RESIDUOS ELECTROELECTRÓNICOS

RESUMEN

La creciente demanda por equipos electro-electrónicos, su rápida obsolescencia, y la falta de legislación y fiscalización sobre su destinación correcta han contribuido para que equipos o sus partes como computadores, televisores, celulares, refrigeradores, baterías, pilas, entre otros, sean descartados como basura común. Los equipos electro-electrónicos poseen metales pesados altamente tóxicos, como el mercurio, cadmio, arsénico, cobre, plomo, entre otros, que si son quemados, contamina el aire, representan riesgos a la salud de los recolectores de basura que los manipulan y, en contacto con el suelo, puede contaminar la capa freática, además de plantas, animales, y consecuentemente dañar la salud humana. Basado en pesquisas realizadas por medio del método analítico-descriptivo, se buscó relacionar las principales amenazas al medio ambiente y a la salud que el descarte incorrecto de residuos electro-electrónicos puede representar, así como identificar e presentar algunas acciones para minimizar este impacto. Se concluyó que los principales factores que contribuyen para el descarte indiscriminado de los residuos electro-electrónicos son la falta de legislación que responsabilice a los fabricantes, rígida fiscalización, estímulos fiscales para la práctica de la logística reversa, capacitación y tecnología para reciclaje de componentes sofisticados y educación ambiental.

Palabras-clave: Gestión ambiental. Reciclaje. Residuos electrónicos

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e, conseqüentemente, a geração de resíduos sólidos é um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna, sobretudo em países em desenvolvimento, onde são observadas significativas alterações em suas características, resultantes dos modelos de desenvolvimento adotados, da mudança nos padrões de consumo, a intensa urbanização, o surgimento das questões ambientais buscando a destinação correta dos resíduos e áreas cada vez menores para sua disposição.

O constante avanço tecnológico, o consumo irresponsável e a destinação inadequada dos resíduos sólidos têm impulsionado as discussões das questões ambientais. Computadores, celulares e demais aparelhos eletroeletrônicos passaram a ser substituídos com maior frequência, enquanto que os custos de reciclagem permanecem altos, a legislação sobre o tema ainda não responsabiliza totalmente aos fabricantes pela destinação correta dos produtos ao final de sua vida útil (LEIS, 2011), e a grande maioria dos consumidores também desconhecem como proceder com os equipamentos que não utilizam mais. Ao serem descartados em lixo comum, os resíduos eletroeletrônicos liberam substâncias altamente tóxicas como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e

alumínio, que penetram no solo e nos lençóis freáticos, contaminando a água e, conseqüentemente, as plantas, animais e seres humanos. As conseqüências são desde cefaleia e vômito, até complicações mais sérias, como comprometimento do sistema nervoso e surgimento de câncer (MATTOS, Karen; MATTOS, Katty; PERALES, 2008).

Neste cenário, conforme citam Vieira; Soares, T. e Soares L.(2009), a logística reversa é um importante instrumento para acompanhar o produto vendido até o retorno ao ponto de origem, propiciando a reciclagem, através da qual os componentes e matérias-primas das mercadorias descartadas podem ser novamente utilizadas na fabricação de novos produtos.

Conforme observado por Iwasso (2009), a exemplo do problema gerado pelos resíduos de informática, no país há pelo menos 50 milhões de computadores em uso, sendo que a vida útil é de quatro anos em média, e ainda, de acordo com SERRANO (2009) *apud* Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), outras dez milhões de unidades são vendidas anualmente.

Diante do exposto, o presente estudo visa explorar a problemática envolvida entre resíduos eletroeletrônicos, legislação e as possíveis alternativas para reduzir seus efeitos nocivos ao meio ambiente.

Na primeira etapa, ocorre a definição do problema, dados da porcentagem de resíduos eletroeletrônicos gerados por categoria, e os riscos que o descarte indiscriminado representa ao meio ambiente e à saúde.

Em seguida, são apresentadas as dificuldades impostas pela falta de legislação sobre o tema no país, são citadas também informações relacionadas às leis estaduais, tratados internacionais e um quadro comparativo das principais leis e normas que regulamentam os resíduos sólidos e eletroeletrônicos no Brasil atualmente.

A terceira etapa consiste na definição do que é logística e logística reversa, e qual a sua relação com a gestão de resíduos.

Em seguida, destaca-se como se comporta o setor de reciclagem dos componentes e substâncias presentes em equipamentos eletroeletrônicos, são citados exemplos de programas bem sucedidos do setor público e privado que geram recondição, reciclagem e pesquisas para desenvolvimento de tecnologias que permitam reduzir os impactos gerados por resíduos eletroeletrônicos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A poluição gerada pelos resíduos eletroeletrônicos

Silva (2008) *apud* Pallone (2008) refere ao problema de que os metais pesados, mesmo que em pequenas quantidades, representam no meio ambiente, a exemplo de um antigo computador 286, que possui 1600 pontos soldados, quantidade esta correspondente a apenas quatro gramas de solda de chumbo, porém, suficiente para contaminar 600 metros cúbicos de solo.

Ferreira e Ferreira (2008) alertam também para a poluição que ocorre durante a fabricação de aparelhos eletroeletrônicos, consequência dos poluentes utilizados, bem como a chamada fumaça invisível, que são campos de energia produzidos pela moderna tecnologia, uma classificação de poluição eletrônica⁴ que vem aumentando sua proporção pela popularização dos aparelhos eletroeletrônicos, e sua utilização desmedida.

⁴ Poluição eletrônica ou *invisible smog* (fumaça invisível) são ondas de rádio e de televisão, de celulares e de comunicação via satélite, radiações eletromagnéticas produzidas pela passagem da eletricidade através de uma rede mundial de incontáveis cabos e fios. A Organização Mundial da Saúde, pesquisadores e responsáveis da saúde pública sugerem que essa fumaça invisível pode estar causando câncer, provocando suicídios e depressões, além de síndromes de alergia e várias outras moléstias físicas e psicológicas. Fonte: www.terra.com.br/revistaplaneta.

2.2 A legislação no Brasil e as dificuldades para destinação correta de resíduos eletroeletrônicos

Uma das grandes deficiências para o país, no tratamento de resíduos eletroeletrônicos, é a regulamentação de legislações sobre o tema e a fiscalização rígida. Vieira; Soares e Soares (2009) destacam que no Brasil, entre os componentes dos computadores que contêm metais pesados, apenas as baterias estão sujeitas à resolução 257 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), segundo a qual as indústrias são obrigadas a recebê-las para destinação final correta, mas que, no entanto, verifica-se baixíssimo índice de devolução, pois o consumidor não é responsabilizado pelo processo de encaminhá-las às indústrias.

Além dos resíduos eletroeletrônicos gerados em território brasileiro, o mesmo é agravado por empresas estrangeiras de países desenvolvidos com grande produção de itens eletrônicos, que devido às leis ambientais severas, e o custo de tratar localmente os resíduos (que pode ser mais caro do que exportá-lo), optam por enviar parte desse material para outros países (principalmente para China), mas entre eles o Brasil. Algumas companhias possuem acordos para a venda de computadores e tecnologias de segunda mão para o mercado brasileiro, porém nem todos são

reaproveitados (AGÊNCIA ESTADO, 2009).

2.3 O surgimento de novos padrões de consumo para equipamentos tecnológicos

Silva; Martins e Oliveira (2007) abordam o ritmo acelerado e o elevado consumo da inovação tecnológica na sociedade contemporânea, na qual a conhecida obsolescência programada⁵ faz com que os equipamentos eletrônicos se transformem em sucata tecnológica em pouco tempo.

Visando identificar os motivos que estimulam as indústrias adequarem-se ambientalmente para obter economia de recursos na fabricação de seus produtos, Pallone (2008) cita a competição para conquistar o consumidor cada vez mais consciente e exigente, além das legislações impostas por países ou blocos, a exemplo da União Europeia, que em 2005 publicaram diretrizes determinando que todos os fabricantes que vendam equipamentos elétricos ou eletrônicos fixem etiquetas informando aos clientes que seus produtos devem ser reciclados; que os

⁵ Obsolescência programada é o nome dado à vida curta de um bem ou produto projetado de forma que sua durabilidade ou funcionamento se dê apenas por um período reduzido. Faz parte de uma estratégia de mercado que visa garantir um consumo constante através da insatisfação, de forma que os produtos que satisfazem as necessidades daqueles que os compram parem de funcionar tendo que ser obrigatoriamente substituídos de tempos em tempos por mais modernos. Fonte: Wikipedia.org.

fabricantes se certifiquem que seus produtos sejam corretamente descartados ou reciclados após o ciclo de vida, e ainda que seja minimizada ou eliminada a utilização de chumbo, mercúrio, cromo hexavalente e cádmio, após 1 de julho de 2006.

2.4 A logística empresarial, logística reversa e a sua importância para o meio ambiente

Cristhopher (2002) cita a importância das operações logísticas relacionadas às relações do mercado globalizado, competitivo e exigente que a fazem uma das principais ferramentas para satisfazerem-se as necessidades de clientes, distribuidores e empresas. O autor também cita a origem da logística, decorrente de conflitos históricos, atuando na estratégia e a capacidade de distribuição dos materiais bélicos e soldados, contribuindo, assim, significativamente para vitória.

Ballou (2007) atribui à logística empresarial a responsabilidade pelo planejamento, organização e controle das atividades de movimentação, armazenagem e fluxo de produtos, e lhe confere ainda a responsabilidade de colaborar com a administração provendo rentabilidade desejada nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores.

Ao longo do tempo, empresas de segmentos diversos perceberam então que

as atividades logísticas agregam funções estratégicas no processo de fluxo direto da distribuição, sendo mais perceptível sua aplicação no transporte das mercadorias desde sua origem até o cliente-consumidor que finalizava o processo. Posteriormente, com a introdução de legislações ambientais no âmbito nacional e internacional, a percepção e valorização dos clientes por empresas comprometidas com as questões ambientais, bem como as possibilidades econômicas da reciclagem, surge a necessidade de gerir as sobras do consumo de seus produtos, e neste período, a logística reversa começa ser observada como ferramenta estratégica para tratar da versão contrária ao processo logístico direto, porém necessitando dos mesmos processos, que envolvem o nível de serviço, armazenagem, transporte, nível de estoque, fluxo de materiais e sistemas de informação (NORO; BIACHI e SILVA, 2009).

Procurando identificar as características e funções básicas da logística reversa, Souza, Lavez e Souza (2009) enumeram cinco de suas funções básicas interligadas: (1) o planejamento, a implementação e o controle do fluxo de materiais e do fluxo de informações do ponto de consumo ao ponto de origem; (2) a movimentação de produtos na cadeia produtiva, na direção do consumidor para o produtor; (3) a tentativa de uma melhor utilização de recursos, seja reduzindo o

consumo de energia, seja diminuindo a quantidade de materiais empregada, seja reaproveitando, reutilizando ou reciclando resíduos; (4) a recuperação de valor; (5) a segurança na destinação após sua utilização. Os autores agrupam também três níveis quanto aos potenciais benefícios da logística reversa, citados por outros autores: (1) as demandas ambientalistas que têm levado as empresas a se preocuparem com a destinação final de produtos e embalagens por elas geradas (Souza, Lavez e Souza, 2009 *apud* HU et al., 2002); (2) a eficiência econômica, já que a logística reversa permite a geração de ganhos financeiros pela economia no uso de recursos (Souza, Lavez e Souza, 2009 *apud* MINAHAN, 1998); (3) ganho de imagem que a empresa pode ter perante seus acionistas, além de elevar o prestígio da marca e sua imagem no mercado de atuação (Souza, Lavez e Souza, 2009 *apud* ROGER e TIBBENLEMBKE, 1999; DAUGHERTY et al, 2001).

Leite (2003) observa que devido à crescente necessidade de conciliar a produção e o cumprimento das questões ambientais, tornou-se necessário planejar, operar e controlar o fluxo e as informações logísticas do retorno dos bens de pós-venda e consumo, de forma a agregar-lhes valores diversos como o econômico, ecológico, de imagem corporativa, entre outros.

Para Staff (2005), o processo da logística reversa tem início quando o produto é consumido e, neste momento, a empresa deve estar preparada para os chamados 4Rs da logística reversa: Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem. A recuperação permite à empresa manter e controlar a saída e a confiabilidade do produto de forma a melhorá-lo no mercado; a reconciliação corresponde à análise dos produtos defeituosos que retornam para empresa, eles são avaliados para determinar o canal de retorno adequado que precisa ser usado, como reparação, reposição, reconstrução ou reciclagem, e se possível, serem novamente enviados ao mercado; o reparo é o tempo de espera do cliente para que o produto seja reparado ou trocado; e a reciclagem é o retorno ao ciclo dos produtos que seriam descartados pelo consumidor e pela indústria de forma que reduzam os custos do processo e abram novas possibilidades.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atender aos objetivos propostos, adotou-se o tipo de pesquisa de caráter exploratório, baseado em informações governamentais disponíveis, e de outras publicações consideradas recentes e confiáveis, desta forma, também foram pesquisadas as informações contidas em livros, artigos em revistas e jornais, internet

e outros documentos, para levantamento e análise do que já se produziu sobre o assunto.

Para pesquisar a bibliografia, foram buscados termos relacionados ao lixo eletrônico, resíduos eletroeletrônicos, destinação de resíduos, resíduos sólidos, *e-wast*, meio ambiente, poluição e resíduos eletroeletrônicos, reciclagem, gestão ambiental, legislações ambientais sobre resíduos, resíduos e tratados internacionais, logística, e logística reversa.

Prezou-se pela credibilidade dos meios de divulgação em que as informações foram coletadas, e buscou-se contemplar publicações recentes sobre o assunto. Foram selecionados três livros sobre logística, três artigos de revistas eletrônicas sobre ciência, tecnologia e meio ambiente, três publicações em anais de congressos de engenharia de produção, administração da produção e logística, um artigo do Jornal o Estado de São Paulo, e nove artigos contidos em sítios da Internet, como lixoeletronico.org, Ministério do Planejamento, portais oficiais de cidades brasileiras, e definições de termos extraídos da Wikipédia.

3.1 Equipamentos eletroeletrônicos: consumo, descarte e a sua relação com o meio ambiente

Diante da continua inovação tecnológica dos equipamentos eletroeletrônicos, e o fato de que a aquisição de um aparelho novo pode ser mais vantajoso que o conserto (FAGUNDEZ, 2004, p. 221), cresce a tendência de substituição dos equipamentos antes de seu desgaste completo.

Além das substâncias nocivas presentes nos equipamentos eletroeletrônicos, outra preocupação existente, é de que há grande consumo de recursos em sua fabricação. Gonçalves (2007) menciona que para se produzir um chip de memória de 32 MB, com peso de 2g, são consumidos 700g de gases (principalmente nitrogênio) 32 litros de água, 1,6 quilos de combustíveis fósseis, 72 gramas de produtos químicos diversos (incluindo o letal arsênio e o corrosivo fluorido de hidrogênio), além de aproximadamente 285 quilowatts de energia, quantidade esta equivalente ao consumo de 380 banhos de 15 minutos cada, em chuveiro elétrico de 3000 watts.(Figura 1)

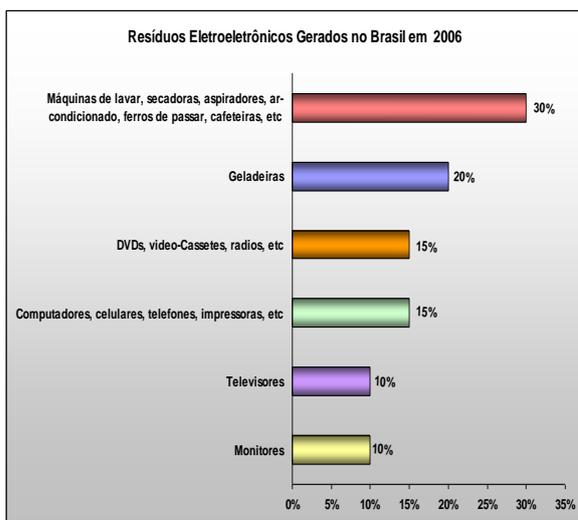


Figura 1 - Percentual de Resíduos Eletroeletrônicos Gerados no Brasil em 2006 (por Categorias)

Fonte: Fonte: Adaptado de Matielo (2009)

3.2 A legislação sobre os resíduos eletroeletrônicos no Brasil e os tratados internacionais

Após tramitar no Congresso Nacional desde 1991, apenas em 02 de agosto de 2010 que foi promulgada a Lei nº 12.305, sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que se refere a todo tipo de resíduo: doméstico, industrial, construção civil, eletroeletrônico, lâmpadas de vapores mercuriais, agrosilvopastoril, da área de saúde, perigosos etc. No entanto, a aplicação da lei, e sua eficiência, ainda dependem de como será a regulamentação da lei.

A lei nº 5131, em vigor no Estado do Rio de Janeiro desde 14 de novembro de 2007, torna obrigatório que os fabricantes, distribuidores, importadores, revendedores e comerciantes de lâmpadas fluorescentes situados no Estado, coloquem à disposição

dos consumidores lixeiras para a sua coleta quando descartadas ou inutilizadas. A lei obriga ainda que os recipientes de coleta sejam instalados em locais visíveis, contendo dizeres que alertem e despertem a conscientização do usuário sobre a importância e a necessidade da destinação correta dos produtos, além dos riscos que representam à saúde e ao meio ambiente. O não cumprimento à lei prevê multa diária de 100 UFIR-RJ, e o dobro do valor em caso de reincidência.

Em julho de 2009, foi sancionada a lei 13.576 no Estado de São Paulo, atribuindo a fabricantes, distribuidores e lojistas a responsabilidade por recolher equipamentos usados e destiná-los a empresas de reciclagem. O texto cita que a responsabilidade pela destinação final é solidária entre as empresas que produzem, comercializam ou importem produtos e componentes eletroeletrônicos, e que os produtos e componentes eletroeletrônicos comercializados no Estado deverão indicar com destaque, na embalagem ou rótulo, as seguintes informações ao consumidor: 1) advertência de que não sejam descartados em lixo comum; 2) orientação sobre postos de entrega do lixo tecnológico; 3) endereço e telefone de contato dos responsáveis pelo descarte do material em desuso e sujeito à disposição final; 4) alerta sobre a existência de metais pesados ou substâncias tóxicas

entre os componentes do produto.

A lei 13.576 também atribui responsabilidade às empresas que fabricam, importam ou comercializam produtos tecnológicos eletroeletrônicos de manterem pontos de coleta para receberem o lixo tecnológico a ser descartado pelos consumidores. Mas embora tenha sido sancionada em 6 de julho de 2009, ainda depende de regulamentação, devido à preocupação de que as empresas

afugentadas pela nova lei e o custo do procedimento para descarte correto migrem para outros Estados, o que motivou a constituição de um grupo técnico composto por representantes da Secretaria de Meio Ambiente e representantes da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) para formular regulamentação específica para a criação de uma compensação pela reciclagem, a exemplo do crédito de carbono.

Tabela 1 - Comparação das principais leis e normas que regulamentam resíduos sólidos e eletroeletrônicos no Brasil

Estado	Legislação	Princípio	Desde
União (Federal)	Política Nacional do Meio Ambiente	Atribuição de competência ao município para gerir o lixo doméstico.	1981
União (Federal)	Política Nacional dos Resíduos Sólidos (em projeto)	Regulamenta resíduos sólidos especiais (saúde, industriais, eletroeletrônicos, pneus, embalagens de agrotóxicos).	1991 (projeto)
União (Federal)	Resolução CONAMA de resíduos perigosos	Proibição e regulamentação de importação/exportação de produtos com componentes tóxicos descritos na Convenção de Basiléia.	1996
União (Federal)	Resolução CONAMA de pilhas e baterias	Estabelece limites máximos de metais pesados em pilhas e baterias comercializadas no país.	2008
São Paulo	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos	2006
São Paulo	Lei de eletrônicos	Fabricantes, importadores e comerciantes de equipamentos eletrônicos obrigados a fazer a logística reversa, reciclagem e deposição adequada desses produtos.	2008
Minas Gerais	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos.	2009
Rio Grande do Sul	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos.	1993
Ceará	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos.	2001
Piauí	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos.	2005
Rio de Janeiro	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos.	2003
Pernambuco	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Indústria eletrônica deve apresentar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da produção, mas não dos produtos comercializados.	2001
Pernambuco	Decreto de Resíduos Sólidos	Eletrônico como lixo especial	2002
Paraná	Política Estadual de Resíduos Sólidos	Sem menção aos resíduos eletrônicos	1999

Fonte: Andueza (2009)

De acordo com Silva, Martins e Oliveira (2007) no âmbito internacional, a Convenção de Basiléia (1989) é um tratado

que incentiva a minimização da geração de resíduos perigosos, incluindo a redução do movimento entre fronteiras desses resíduos,

e estabelece a necessidade de consentimento prévio por escrito, por parte dos países importadores para os resíduos especificados para importação, além da adoção de medidas adequadas de minimização da geração de resíduos, e a administração ambientalmente correta de resíduos e seu depósito. É proposto o banimento dos resíduos com ligas de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio de aparelhos ou restos de aparelhos eletroeletrônicos, e estão sendo discutidas diretrizes sobre os resíduos de baterias ácidas e de chumbo, além da recuperação e reciclagem de metais e compostos metálicos.

A Agenda 21, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), também conhecida como Rio-92, assumiu amplos compromissos que abrangem o desenvolvimento sustentável, com temas para mudanças nos padrões de consumo, otimização no uso dos recursos, tratamento e despejo ambientalmente saudáveis, redução de rejeitos perigosos, tecnologia de fabricação mais limpa, transferência de tecnologia sustentável, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos.

3.3 Empresas e programas de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos

Em pesquisa de campo, Silva; Martins e Oliveira (2007) efetuaram levantamento de alguns dos nichos que comercializam resíduos eletroeletrônicos no país, e realizaram entrevistas para identificar o seu tratamento como fonte de renda, em segmentos diversos da sociedade.

Tabela 2 - Empresas recicladoras de eletroeletrônicos, fornecedores e quantidade média de sucatas processadas anualmente (em toneladas)

EMPRESA	FORNECEDORES	TONELADAS DE SUCATAS PROCESSADAS AO ANO
TCG Recycling Brasil	Fabricantes de eletroeletrônicos (empresas privadas)	Aproximadamente 500 toneladas
Suzaquim	30% do material recebido é proveniente dos fabricantes. O restante vem dos prestadores de serviço de manutenção e de empresas comuns	Aproximadamente 100 toneladas
Cimélia Reciclagem	Mais de 80 empresas no Brasil, entre elas: Dell, Samsung, Epson, Flextronics, Siemens, Nokia, Positron, Nortel, Huawei	Aproximadamente 2400 toneladas

Fonte: Adaptado de Silva; Martins e Oliveira (2007)

Entre as empresas citadas (de médio e grande porte), que favorecem legalmente e em maior escala a reciclagem de componentes eletroeletrônicos estão: TCG Recycling Brasil - Technology Conservation Group (www.tcgrecycling.com) com unidade em Americana-SP, que desenvolve atividades no gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos de diversas empresas, através da destruição controlada ou iniciativa de revenda; Suzaquim Indústrias Químicas LTDA (www.suzaquim.com.br) situada em Suzano-SP, tem como atividade

básica a produção de óxidos e sais metálicos, e também o reaproveitamento de subprodutos oriundos de diversos processos produtivos; e Cimélia Reciclagem, (www.cimelia.com.br) unidade em Campinas-SP, possui usina localizada na sede em Cingapura, especialista na reciclagem de eletroeletrônicos de maneira ambientalmente correta e sem geração de sub-resíduos, oferece em todo o mundo serviços de coleta, destruição e reciclagem de sucata eletroeletrônica em geral,

reciclando e refinando dezesseis tipo de metais diferentes, entre ferrosos, não ferrosos, preciosos e raros.

Silva; Martins e Oliveira (2007) abordam como é o processo de reciclagem das empresas entrevistadas, quais produtos resultantes que são considerados de maior valor agregado para empresa, e quais são os mercados potenciais que absorvem seus produtos, conforme possível observar em comparação estabelecida na tabela 3:

Tabela 3 - Empresas recicladoras de eletroeletrônicos, etapas do processo de reciclagem, produtos de maior valor agregado e mercado consumidor.

EMPRESA	O PROCESSO DE RECICLAGEM	PRODUTOS DA RECICLAGEM COM MAIOR VALOR AGREGADO E MAIOR IMPORTÂNCIA PARA EMPRESA	DESTINO DOS PRODUTOS RECICLADOS
TCG Recycling Brasil	O material é separado e os resíduos perigosos são enviados para refinarias fora do Brasil. Existem apenas 4 grandes empresas no mundo	Metais preciosos provenientes das placas de circuito interno	Umicore, na Bélgica (www.umicore.com) e Noranda, no Canadá (www.norandarecycling.com)
Suzaquim	Servidores, microcomputadores, notebooks, monitores, impressoras e outros equipamentos passam por processos de revisão, revitalização e atualização tecnológica, sendo recolocados no mercado com garantia de no mínimo um ano. É feita a separação dos materiais. Por exemplo, os plásticos vão para empresas recicladoras, os tubos dos monitores são cortados em via úmida e geram óxidos metálicos, as placas passam por moagem e separação química e depois banho e separação interna para retirar os metais que estão agregados na matéria-prima. Todo o processo é químico. Após o reprocessamento dos resíduos tecnológicos, são obtidos sais e óxidos metálicos que serão utilizados nas indústrias de colorifício, cerâmicas, refratárias e indústrias químicas	O metal é o produto que possui maior valor agregado. A empresa não trabalha com a comercialização de química fina, mas incorpora esse material ao processo químico para a geração do produto final, os óxidos metálicos	Exporta apenas o produto final, que são os óxidos metálicos para países como Japão, Dinamarca e Inglaterra
Cimélia Reciclagem	Separação da sucata eletrônica por classe, moagem e exportamos para a usina (em Cingapura), onde ocorre a desintoxicação (processo de elevação de temperatura em câmara selada a 1200C° e resfriamento em 4 segundos para 700C°), filtragem de dioxinas, liqüidificação, separação por densidade, separação por eletrólise, decantação, refinagem, solidificação em barras.	Todos os metais são importantes, com utilização específica, no entanto os metais de maior valor comercial são o paládio e a platina em suas varias formas (pó, barra, liquido).	Mercados Asiático e Europeu

Fonte: Adaptado de Silva; Martins e Oliveira (2007)

Em Londrina-PR, a Associação de Recicladores de Lixo Eletroeletrônicos (Elixo) recolhe doações de equipamentos eletrônicos em desuso e separa os materiais por categoria (metais, ferro, lata, fios, cabos plásticos) para posteriormente encaminhar para empresa de reaproveitamento em Curitiba-PR. O trabalho da ONG é sustentado com a reciclagem; estando entre os eletrônicos mais recolhidos os celulares, ar condicionado, televisores, ferro elétrico, computadores, mp3, DVD, vídeos-cassete, e rádios. O serviço é gratuito e, através de agendamento, funcionários da ONG buscam os equipamentos doados (NOGUEIRA, 2009).

De acordo com informações do portal oficial da Capital do Paraná, Curitiba através de parceria celebrada através da Agência Curitiba de Desenvolvimento e Secretaria Municipal do Meio Ambiente com o Instituto Brasileiro de Ecotecnologia (Biet), terá início um projeto de reciclagem de resíduos tecnológicos. O serviço prevê o reaproveitamento, reciclagem e desenvolvimento de pesquisas em parceria com universidades públicas e privadas, para desenvolvimento de métodos alternativos de reciclagem visando à extração de metais nobres como ouro, prata e platina que, por exemplo, estão presentes em CDs e DVDS, extração que já acontece em alguns países que detém essa tecnologia.

Em 2009, a Universidade de São Paulo inaugurou o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), instalado em um galpão de 400m², com capacidade para triagem e destinação de 500 a 1000 equipamentos por mês. A princípio, o centro visa executar práticas de reuso, descarte e reciclagem de resíduos eletrônicos de informática e telecomunicações, de equipamentos de escolas, faculdades e institutos dos diversos campi da USP, mas futuramente o serviço estará disponível para a população e empresas, sendo que as máquinas que apresentarem condições de uso serão destinadas para escolas ou projetos sociais, com a condição de retornarem ao centro de reciclagem quando tornarem-se obsoletas. 94% dos componentes de informática são recicláveis, e por este processo, todo material plástico, telas, vidros e discos poderão ser destinados a outras utilidades (como fabricação de brinquedos e peças de informática); as placas internas contêm ouro, prata e outros metais, e ainda, das baterias usadas, é possível a extração de pó de cobre e níquel (IWASSO 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a capacidade de reciclagem no Brasil não acompanhou o crescimento do consumo de produtos tecnológicos, e que as legislações

relacionadas não atendem às necessidades do país como um todo. Também a sociedade necessita de conscientização e orientações quanto ao descarte correto de equipamentos obsoletos, pois desconhece ou ignora os perigos dos resíduos eletroeletrônicos descartados em lixo comum.

A logística reversa, frequentemente, é citada como uma ferramenta estratégica e eficiente na gestão de resíduos. No entanto, observa-se também que as operações logísticas no Brasil são prejudicadas pelos custos elevados dos sistemas de transportes, devido à falta de infraestrutura, má conservação das vias, pedágios e deficiência na promoção da intermodalidade, o que consequentemente reflete nos custos de reciclagem.

Conclui-se que para a correta gestão ambiental de resíduos eletroeletrônicos, há necessidade de esforços conjuntos da sociedade, empresas e Governo, através de educação ambiental e conscientização, legislações que atribuam responsabilidades aos fabricantes, comerciantes e também aos consumidores; pontos de coleta de fácil acesso, condições logísticas e incentivos fiscais para práticas de reciclagem e destinação correta desses resíduos.

5 REFERÊNCIAS

ANDUEZA, Felipe. **Legislação brasileira comparada de lixo eletrônico e resíduos sólidos**. 2009. LIXO ELETRÔNICO. Disponível em <<http://www.lixoeletronico.org/blog/legislacao-brasileira-comparada-de-lixo-eletronico-e-residuos-solidos>> Acesso em: 15 nov. 2010.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes administração de Materiais distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007. p. 392.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 20 nov. 2010.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. **Departamento de documentação e informação da Secretaria Geral Parlamentar**, São Paulo, SP, 2009. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm>>. Acesso em 20 nov. 2010.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 240.

Curitiba inicia projeto para reciclar lixo tecnológico. Agencia de Notícias. Portal da Prefeitura de Curitiba. 2009. Disponível em: <<http://>

<http://www.curitiba.pr.gov.br/publico/noticia.aspx?codigo=17597>>. Acesso em 16 nov. 2010.

FAGUNDÉZ, P. R. Á. O significado da modernidade. In: **Direito ambiental contemporâneo**. Coord. José Rubens Morato Leite e Ney de Barros Bello Filho. Barueri, Manole, 2004.

FERREIRA, J. M. de B.; FERREIRA, A. C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. V. 3, n. 3, p. 157-170, dez.2008.

GONÇALVES, Anthony T. **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente**. 2007. LIXO TECNOLÓGICO. Disponível em: <<http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-lado-obsкуро-da-high-tech-na-era-do.html>>. Acesso em: 16 nov. 2010.

IWASSO, Simone. USP cria centro para reciclar eletrônicos. **Estadão**, São Paulo, 14 maio 2009, Vida & Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/vidae/not_vid370931,0.htm>. Acesso em 13 nov. 2010.

LEIS, A. C. Riscos socioambientais dos resíduos tecnológicos: uma análise do tema na legislação e suas implicações para a sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade** - n. 13 - 2º Semestre de 2011. Disponível em: <http://200.134.25.85/revistas/tecsoc/revista_13.html#a7>. Acesso em 14 mai. 2012.

LEITE, PAULO R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. p. 256.

MATIELO, Dani. **Composição do lixo eletroeletrônico**. 2009. LIXO ELETRÔNICO. Disponível em: <<http://lixoeletronico.org/blog/composi%C3%A7%C3%A3o-do-lixo-eletr%C3%B4nico>>. Acesso em 05

11/05/2010. Acesso em: 16 nov. 2010.

MATTOS, Karen M. C.; MATTOS, Katty M. C; PERALES, W. J. S. Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 18., Rio de Janeiro, 2008. **Anais**. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

NOGUEIRA, Mayhara. **Criada há mais de um ano, a ONG de reciclagem de lixo eletrônico vai estender seu projeto para Curitiba**. Londrina, 17 a 23 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://www.paranashimbun.com.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2010.

NORO, G. B; BIACHI, R. C.; SILVA, V. R. A aplicação da logística reversa com foco na gestão ambiental: um estudo de caso. In: SIMPEP 16., Bauru, 2009. **Anais**. Bauru, 2009.

PALLONE, Simone. Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação. **Com ciência – revista eletrônica de jornalismo científico**. N. 95, fev. 2008. Disponível em: <<http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

REVISTA MEIO AMBIENTE. **Fumaça invisível**. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/revistaplaneta/edicoes/420/artigo59528-1.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

SERRANO, Filipe. SP deverá prorrogar crédito de reciclagem. **Estadão**, São Paulo, 8 novembro 2009, Caderno Notícias. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/tecnologia+link,sp-devera-propror-credito-de-reciclagem,3122,0.shtm>>. Acesso em 05

janeiro 2010.

SILVA, B. D. da; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. de. **Resíduos eletrônicos no Brasil**. 2007. LIXO ELETRÔNICO. Disponível em <<http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/>> Acesso em: 13 nov. 2010.

SOUZA, L.; LAVEZ, N.; SOUZA, V. M.. Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática. In: SIMPOI 12., São Paulo, 2009. **Anais**. São Paulo, 2009.

STAFF, L.T. The **4 R's of reverse logistics**. 2005. LOGISTICSTODAY.

Disponível em:

<<http://www.logisticstoday.com/displayStory.asp?sNO=7304>> . Acesso em 14 nov. 2010.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R. SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da braskem. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. V. 3, n. 3, p. 120-136, set/dez. 2009.

WIKIPEDIA. **Obsolescência programada**.

Disponível em:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Obsolesc%C3%Aancia_programada>. Acesso em: 13 nov. 2010.