

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: CONSIDERAÇÕES SOBRE A LOGÍSTICA REVERSA E SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Waste electrical and electronic equipment (REE): considerations about reverse logistics and the Solid Waste National Policy

Lidiane Aparecida Alves*
Adriano Reis de Paula e Silva**
Luana Rodrigues Pimentel**

***Universidade Federal de Uberlândia - UFU**

Instituto de Geografia

Av. João Naves de Ávila, 2121 – Bloco H – Uberlândia, Minas Gerais, Brasil – CEP: 38408100

lidianeaa@yahoo.com.br

****Universidade do Estado de Minas Gerais - UFMG**

Curso de Administração

Av. Professor Mário Palmerio, 1001 – Bairro Universitário – Campus Frutal, Minas Gerais, Brasil – CEP: 38200-000

eng_adrianoreis@hotmail.com / luana-rodrigues_@hotmail.com

RESUMO

Um problema socioambiental contemporâneo são os resíduos eletroeletrônicos (REE). Estes bens têm uma vida útil cada vez mais curta, demandam um grande volume de recursos para sua fabricação e a presença de metais pesados e componentes tóxicos, que se descartados incorretamente implicam em riscos, mas que por outro lado, em sua maioria, podem ser reaproveitados. Neste artigo discorre-se sobre a logística reversa e o ciclo de vida dos produtos, conceitos contemplados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010, que responsabiliza os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de bens eletroeletrônicos pelo processo reverso de seus produtos. Conclui-se que a partir destas evoluções conceituais e legais, aumentam-se as expectativas para a correta implementação do gerenciamento de resíduos sólidos, especialmente os REE.

Palavras-chave: Logística reversa. Resíduos eletroeletrônicos. (In)sustentabilidade.

ABSTRACT

A contemporary environmental problem is waste electrical and electronic equipment's (REE). These equipment's have increasingly short shelf life, require a large amount of resources to manufacture and the presence of heavy metals and toxic components, which discarded incorrectly imply risks, but on the other hand, in most cases, can be reused. This paper discusses the reverse logistics and the product life cycle concepts covered by the National Solid Waste Policy - Law nº. 12,305 / 2010, that is responsible the manufacturers, importers, distributors and retailers of electronics goods by the reverse process of their products. It is concluded that from these conceptual and legal developments, are increased expectations for the correct implementation of solid waste management, especially the REE.

Keywords: Reverse logistics. Electrical and electronic waste. (un)sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação da urbanização combinada com a revolução industrial possibilitou um intenso desenvolvimento das forças produtivas. Desde então, tem-se uma constante e rápida evolução

tecnológica com desenvolvimento de novos produtos [tecnologias, softwares, melhoria dos processos], cada vez mais modernos, baratos e com obsolescência programada¹, impulsionando uma constante necessidade de (re)informatização das atividades administrativas e do setor de serviços, além de uma crescente popularização do uso de equipamentos eletrônicos num contexto que podemos chamar de consumismo, haja vista um consumo exagerado e não consciente da população. Isso resulta num crescimento sem precedentes dos resíduos elétricos e eletrônicos (REE)² no planeta e coloca a gestão dos REE como um problema mundial.

No Brasil, de acordo com dados da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, são geradas 680.000 toneladas de REE por ano. No estado de Minas Gerais a produção deste tipo de resíduo é de 69.000 toneladas/ano, correspondendo a aproximadamente 10% do total produzido no país (MINAS GERAIS, 2009a). Sendo que a tendência é que, até o ano de 2015, cada habitante produza, anualmente, 8 kg deste tipo de resíduos frente aos 6,5 kg/habitante/ano produzidos atualmente. Numa conjuntura em que para se fabricar um computador pessoal, por exemplo, de acordo com Kuehr e Williams (2003 apud MIGUEZ, 2010, p. 25) são necessários “240 kg de combustível fóssil, 22 kg de produtos químicos e 1.500 kg de água [...] cerca de nove vezes o peso do computador”.

Deste modo, ainda que impulsionadas por interesses econômicos, voltados à competitividade e à maximização de lucros segundo o aperfeiçoamento da eficácia do próprio sistema produtivo, bem como por imposições normativas práticas mais sustentáveis são adotadas por diferentes agentes de vários setores, desde o indivíduo até as empresas a fim de amenizar a pressão ambiental. Assim, podemos dizer que há a imposição de uma tomada de consciência de que os recursos naturais são finitos e que métodos menos agressivos ao ambiente se tornaram indispensáveis dentro do processo produtivo. Para tais mudanças destaca-se a contribuição do desenvolvimento do conceito de logística reversa e do aparato legal para sua aplicação, que devem ser difundidos de modo a visibilizar que sejam postos em prática.

A legislação ambiental exige, cada vez mais, responsabilidade, sobretudo das empresas, mas também de todos os indivíduos, inclusive dos consumidores. Muitas empresas, atualmente, estão optando por adotarem práticas mais limpas, pois além de agregarem valor aos seus produtos e obterem vantagens financeiras, passam a ter uma boa imagem a partir das certificações ambientais. No que se refere aos resíduos, Tadeu et al. (2012) aborda que grande percentual das legislações sobre os produtos de pós-venda e de pós-consumo exige dos fabricantes o retorno dos bens ao fim do ciclo de vida. Afinal, a responsabilidade com o produto não termina com o encerramento da venda, mas sim com a destinação correta do bem após sua vida útil. No entanto, neste aspecto os consumidores, em sua grande parte, não têm consciência de suas responsabilidades sociais e ambientais e, na maioria das vezes, são leigos em relação às responsabilidades da empresa em retornar seus bens ao ciclo produtivo.

Diante da relação intrínseca da preservação do meio ambiente com as atividades produtivas e com os diferentes processos logísticos a elas relacionadas, o objetivo deste trabalho é discorrer sobre a evolução conceitual e em termos legais da logística, destacando a importância da logística reversa e do conceito de ciclo de vida dos produtos na redução dos impactos ambientais. Assim, dentre os resíduos sólidos urbanos atenção especial foi dispensada aos resíduos eletroeletrônicos, haja vista suas propriedades como possuir um curto ciclo de vida, demandar um grande volume de recursos para sua fabricação e conter metais pesados e componentes tóxicos, tais como alumínio, cádmio, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, bário, dentre outros, que, quando descartados de forma irregular, podem apresentar alta periculosidade de contaminação às pessoas e ao ambiente, e por isso devem ser devolvidos aos fabricantes, para que possam receber um tratamento especial.

A evolução do conceito de logística direta até a logística reversa, e sua relação com a noção de ciclo de vida dos produtos são relativamente novos, estão em ascensão mundialmente e são considerados em diversas normas e legislações que tratam da questão dos resíduos. Para exemplificar são feitas breves considerações com base, sobretudo na Política Nacional de Resíduos Sólidos -

PNRS, lei de abrangência nacional que trata da questão. Essa lei apresenta pressupostos semelhantes aos de outras legislações como aquelas da União Europeia, mas também instrumentos inovadores como a responsabilidade compartilhada e a inclusão social das associações e catadores de materiais recicláveis.

2 AS DIFERENTES ESTIRPES DA LOGÍSTICA: DA LOGÍSTICA DIRETA À LOGÍSTICA REVERSA

O conceito de logística é descendente dos termos gregos *logos* [discurso, razão, racionalidade] e *logistiki* [contabilidade e organização financeira] e mesmo do verbo francês *loger* - alojar ou acolher. Segundo Caixeta-Filho e Gameiro (2011) a concepção de logística remonta à época dos impérios Romano, Grego e Bizantino, com a existência de um profissional denominado de “logistikas”, responsável pela organização financeira e distribuição de suprimentos. Tal como também afirmam Cristhopher (2002) e Novaes (2007, p.31-32) esta noção foi difundida nas operações militares, posto a necessidade de os generais terem, na hora certa, os suprimentos bélicos e soldados necessários para o combate, sendo, portanto essencial à vitória. Deste modo, a logística pautava-se em: acomodar, suprir e distribuir às tropas enquanto estas avançavam nos combates.

Originária da ciência militar, especialmente no contexto das guerras, juntamente com a estratégia e a tática, após a Segunda Guerra a logística foi incorporada também pelas organizações e empresas civis. Sendo que, ao longo dos anos, ao aliar-se às tecnologias evoluiu conceitualmente e agregou novas atividades, adquirindo perspectivas cada vez mais estratégicas, segundo Novaes (2007, p.35) “agrega valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia produtiva. [...] E procura também eliminar do processo tudo que não tenha valor para o cliente, ou seja, tudo que acarrete somente custos e perda de tempo”. Contudo, segundo Fleury (2000) há muito que avançar, especialmente na implementação de conceitos e tecnologias e qualificação para a operacionalização dos novos conceitos de logística, mais holísticos e com novos adjetivos, como: integrada; verde e reversa.

Segundo Façanha; Silva; Feldmann (2010, p. 3), de forma abreviada, a logística se traduz:

[...] no planejamento e gestão do transporte, estoque, instalações e tecnologia da informação relacionada com a movimentação de insumos, matérias-primas, produtos, informações e/ou serviços ao longo da cadeia de suprimentos. A gestão logística pode ser crucial para o aumento da produtividade e da eficiência, principalmente, em um contexto de negócios globalizado.

Já em uma perspectiva mais ampla, Rosa (2010, p.17) define a logística como a:

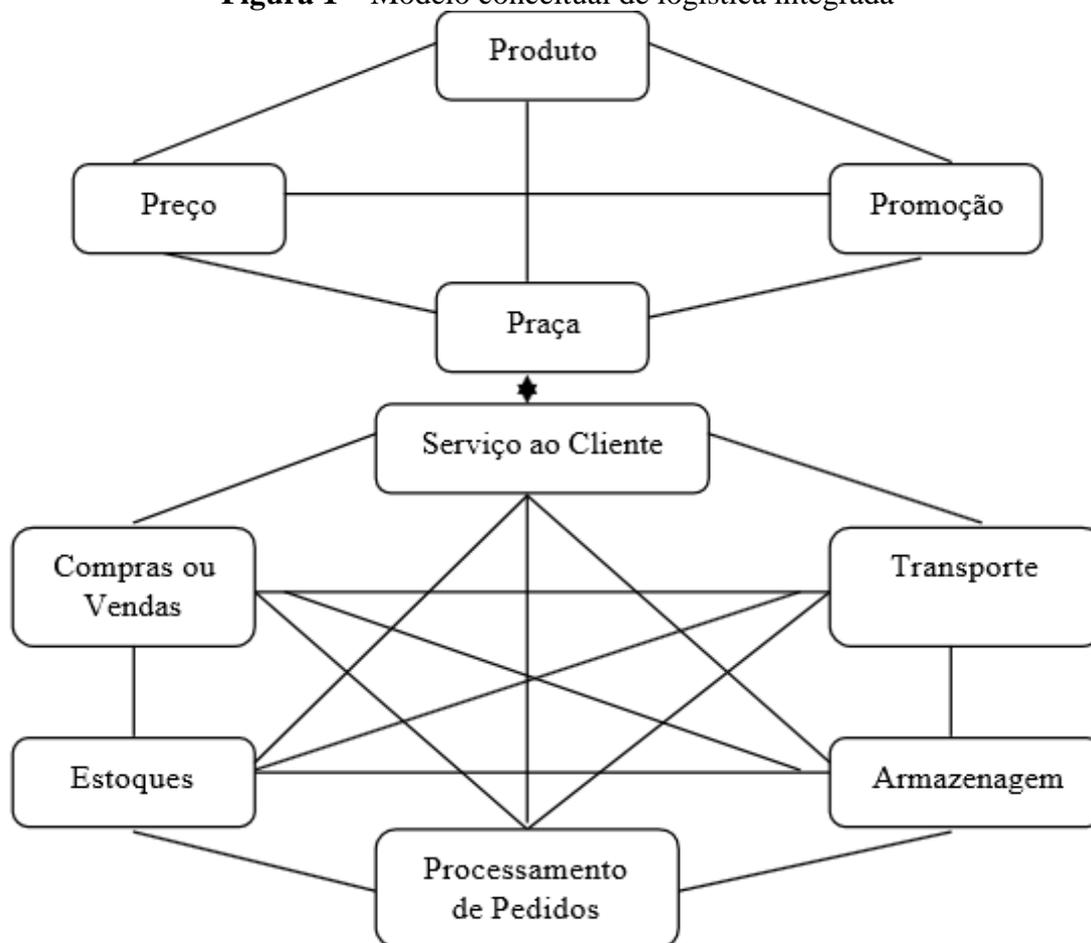
[...] colocação do produto certo, na quantidade certa, no lugar certo, no prazo certo, na qualidade certa, com a documentação certa, ao custo certo, produzindo no menor custo, da melhor forma, deslocando mais rapidamente, agregando valor ao produto e dando resultados positivos aos acionistas e clientes. Tudo isso respeitando a integridade humana de empregados, fornecedores e clientes e a preservação do meio ambiente.

Portanto, de modo geral, a logística utiliza de instrumentos de diferentes áreas do conhecimento, para planejar, organizar, operar e controlar, de forma eficiente, os recursos (i)materiais, financeiros e pessoais de uma empresa ao longo de todas as etapas do processo produtivo, de modo a obter vantagens competitivas, pela qualidade, redução de prazos e custos, de modo a obter a rentabilidade desejada.

Em busca de aperfeiçoamento, redução dos custos e geração de valor, ou seja, atingir um nível de serviço ótimo por custo total mínimo (FARIA; COSTA, 2010); a logística passou a ser

integrada ou estratégica, a qual consiste em um sistema, onde as atividades e processos são entrelaçados e trabalham de forma coordenada³ (FLEURY, 2000). Neste sentido, segundo Bowersox e Closs (2001) a empresa, seus clientes e fornecedores são vinculados. Fleury (2000), por sua vez, destaca no âmbito da logística integrada o conceito de marketing mix, ou composto mercadológico, tem sua ênfase referente a cada uma das variáveis: produto, preço, promoção e praça; conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Modelo conceitual de logística integrada



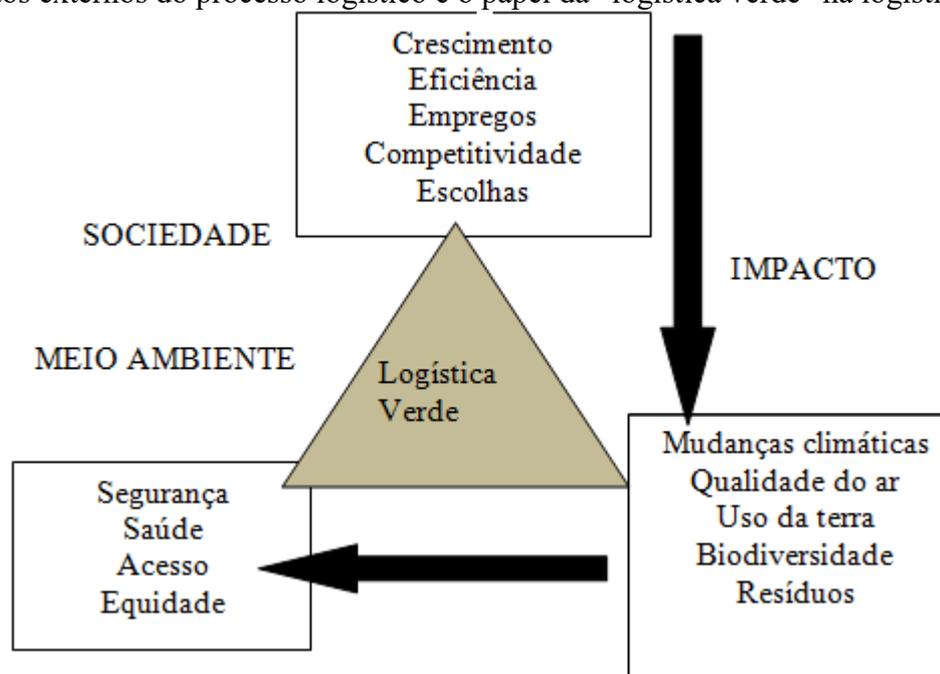
Fonte: Adaptado de Lambert e Stock (1993 apud FLEURY, 2000, p. 34)

Com o surgimento de políticas ambientais com maior comprometimento com a sustentabilidade, no contexto das décadas de 1970-1980, iniciaram os estudos de novas formas da logística. Emerge então o conceito de “logística verde”, entendida como as tentativas de medir e minimizar os impactos ecológicos das atividades logísticas; incluem os ocasionados pelos vários meios de transportes, as certificações ISO 14.000⁴, a moderação do consumo de energia e da utilização de materiais (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998, p. 102-103); (DONATO, 2008, p.15). Portanto, o pressuposto da logística verde é a execução das atividades logísticas a um “custo mínimo”, além do monetário, também ao ambiente, custos mínimos às: alterações climáticas, poluição do ar, o lançamento de resíduos [incluindo resíduos de embalagens], a degradação do solo, ruído, vibração e acidentes. (LOGCLUSTER, 2011).

Desde então, frente à crescente valorização da sustentabilidade os pressupostos da logística verde têm crescido e se integrado à outras estirpes da logística como a estratégica e, sobretudo a reversa, afinal, atualmente, a logística verde é vista como um componente princípio da logística reversa (LOGCLUSTER, 2011). Segundo Tadeu et al. (2012) a logística verde consiste em uma

alternativa de integração entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais na logística reversa. Ela interage com as questões sociais, desde as relações com segurança até as de saúde; econômicos, compreendidos entre competitividade até geração de emprego; e ambientais, relacionando desde questões de mudanças climáticas até a geração de resíduos. E tem como finalidade o manejo dos custos da logística reversa, conforme demonstra a figura 2, pois as organizações possuem custos externos além do seu negócio.

Figura 2 – Custos externos do processo logístico e o papel da “logística verde” na logística reversa



Fonte: Adaptado de www.greenlogistics.org (apud TADEU et al., 2012, p. 153)

A logística reversa baseia-se, principalmente, no retorno dos materiais recicláveis ao processo produtivo (DONATO, 2008); (LEITE, 2009) de modo a lhes (re)agregar valor. Na década de 1990, a logística reversa foi difundida no meio empresarial, enquanto uma área da logística, que considera a questão ambiental e assegura à empresa a responsabilidade, o marketing socioambiental e também mais lucratividade, direta e indiretamente, haja vista a diminuição de custos e melhoras ambientais pela recuperação de recursos. Nesta perspectiva do retorno de materiais à cadeia produtiva, de contribuir para o desenvolvimento sustentável, etc. a logística reversa se aproxima da logística verde. Na perspectiva ambiental a logística reversa é caracterizada:

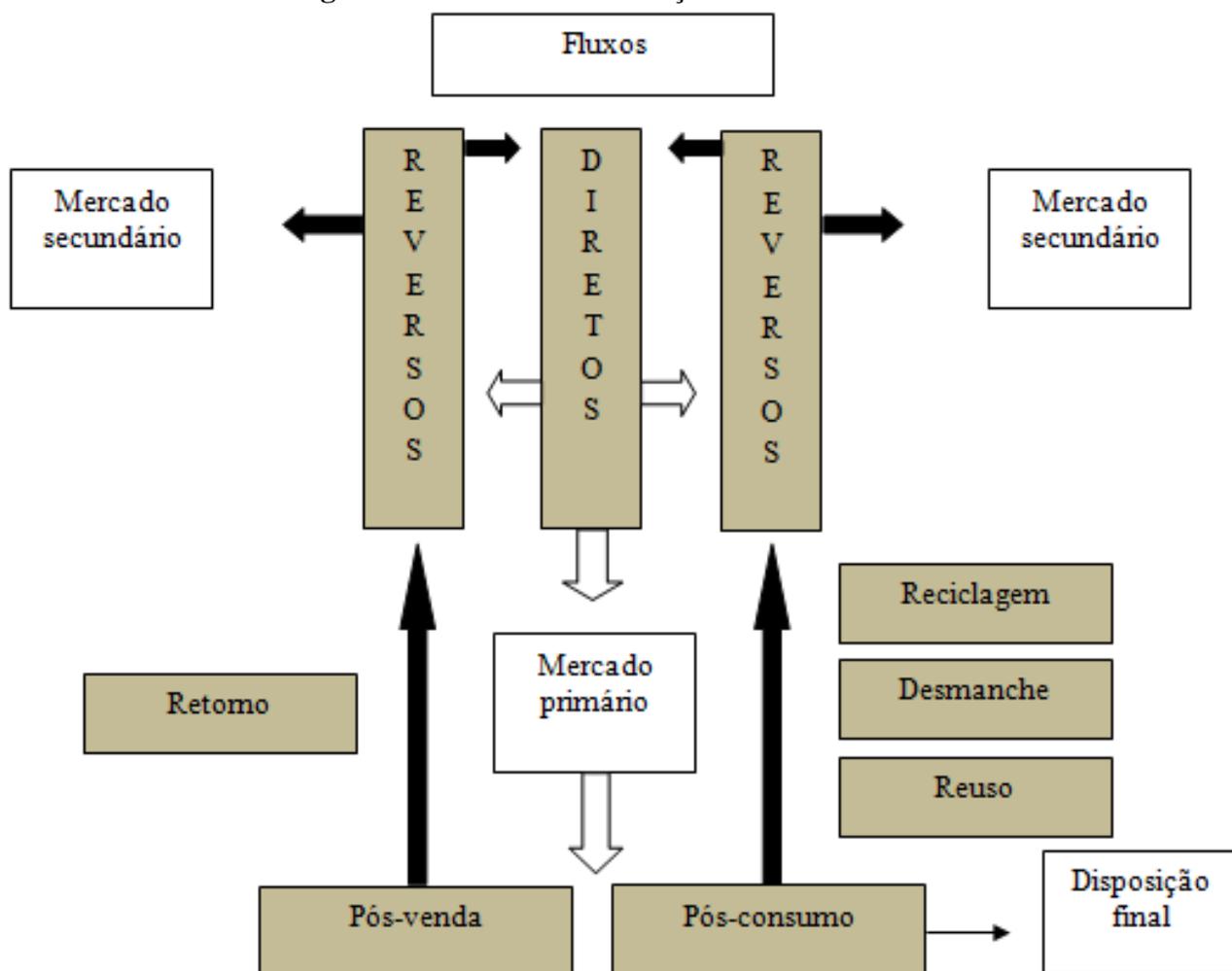
[...] pelas habilidades de gerenciamento logístico e atividades envolvidas na redução, no gerenciamento e no descarte de resíduos, perigosos ou não, de embalagens ou produtos. Isto inclui distribuição reversa, que faz com que produtos e informações fluam no sentido oposto das atividades da logística normal. Kroon (1995 apud MIGUEZ, 2010, p. 7).

A PNRS adota como definição de logística reversa o:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, p.2).

Portanto, ao “cuidar dos fluxos de materiais que se iniciam nos pontos de consumo e terminam nos pontos de origem, com o objetivo de recapturar valor ou de disposição final [...]”. Esse processo reverso é formado por etapas características, envolvendo intermediários, pontos de armazenagem, transporte, esquemas financeiros, etc.” (NOVAES, 2007, p.53-54), a logística reversa ocorre por meio dos mesmos processos da logística direta, que envolvem o nível de serviço, armazenagem, transporte, nível de estoque, fluxo de materiais e sistemas de informação, porém em sentido contrário (NORO; BIACHI e SILVA, 2009). Na figura 3, são descritas as etapas pelas quais o bem é produzido e distribuído até chegar ao seu consumidor final, compreendendo os canais pelos quais os produtos são distribuídos, denominados de canais de distribuição do produto, podendo ainda ser chamados de canais de distribuições diretos. E também os canais da logística reversa, que perpassam pelos processos de pós-consumo e pós-venda, bem como pelos 4Rs da logística: Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem. Neste caso, enquanto os canais de distribuição reversos de pós-venda são compostos por uma quantidade de produtos que retornam ao ciclo de negócio por diferentes motivos (término de validade, estoques excessivos no canal de distribuição, por apresentarem problemas de qualidade e defeitos, dentre outros). Os canais de distribuição reversos de pós-consumo compreendem o fluxo reverso de certa quantidade de produtos descartados após a sua finalidade - vida útil, retornando ao ciclo produtivo por meio de reciclagem, reuso ou remanufatura (LEITE, 2009).

Figura 3 – Canais de distribuição diretos e reversos



Fonte: Adaptado de Leite (1999 apud LEITE, 2009, p. 7)

São diversos os fatores que motivam à adoção da logística reversa, dentre eles Miguez (2010) enumera: pressão governamental, conscientização dos consumidores, questões legais, responsabilidade ambiental e social e geração de lucro, em grande maioria. Considerando o objetivo econômico nas duas áreas de atuação da logística reversa, enquanto no pós-consumo a motivação é a obtenção de resultados financeiros, principalmente pelo aproveitamento de matérias-primas secundárias, provenientes dos canais reversos de reciclagem, ou de revalorizações mercadológicas nos canais reversos de reuso e remanufatura (LEITE, 2009). No pós-venda, a visão estratégica é recapturar valor financeiro do bem, por exemplo, pela revalorização de realocação de estoques em excesso, revalorização de ativos em fim de estação ou de promoção de vendas e recaptura de valor de bens com problemas de qualidade em geral (LEITE, 2009). Além destes ganhos relacionados aos retornos financeiros, os demais decorrem do comprometimento com a qualidade ambiental e adequação à legislação ambiental e também em termos de diferenciação-concorrência da empresa devido a sua postura em relação ao ambiente, afinal, além das exigências legais os consumidores tendem a buscarem por produtos e organizações ecologicamente corretos (LACERDA, 2006).

O Reverse Logistics Council - Conselho de Logística Reversa (2007 apud MIGUEZ, 2010, p. 5) apresenta, de acordo com o quadro 1, as principais diferenças entre logística direta e logística reversa.

Quadro 1 – Diferenças entre logística direta e logística reversa

LOGÍSTICA DIRETA	LOGÍSTICA REVERSA
Previsão relativamente direta	Previsão mais difícil
De um para vários pontos de distribuição	De muitos para um ponto de distribuição
Qualidade do produto uniforme	Qualidade do produto não uniforme
Embalagem do produto uniforme	Embalagem do produto geralmente danificada
Destinação/rota clara	Destinação/rota não é clara
Opções de descartes claros	Descarte não é claro
Preço relativamente uniforme	Preço depende de vários fatores
Importância da velocidade reconhecida	A velocidade, geralmente, não é considerada uma prioridade
Custos de distribuição direta facilmente visíveis	Custos reversos são menos visíveis diretamente
Gerenciamento de inventário consistente	Gerenciamento de inventário não consistente
Ciclo de vida do produto gerenciável	Questões referentes ao ciclo de vida do produto são mais complexas
Negociação direta entre as partes envolvidas	Negociações complicadas por diversos fatores
Métodos de Marketing bem conhecidos	Marketing complicado por diversos fatores
Visibilidade do processo mais transparente	Visibilidade do processo menos transparente

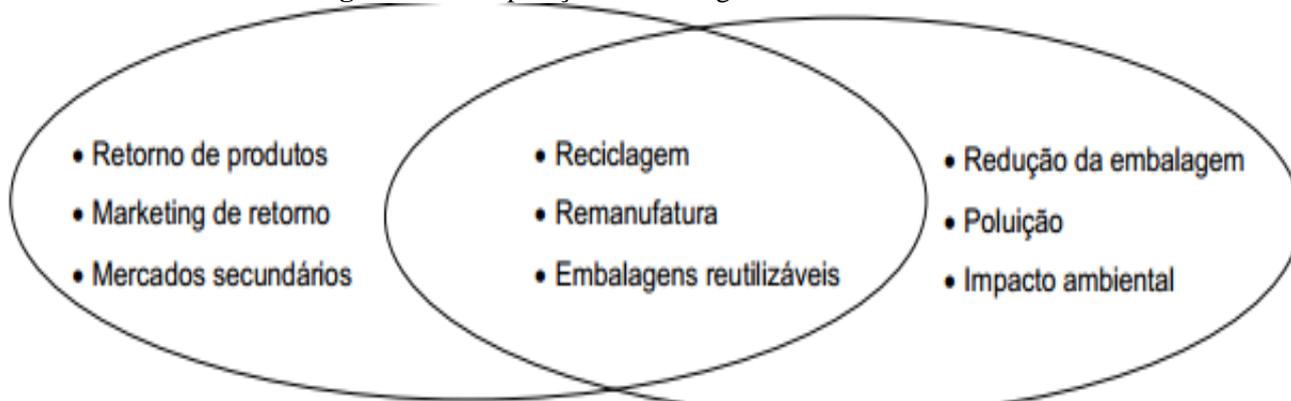
Fonte: Adaptado de Reverse Logistics Council (2007 apud MIGUEZ, 2010, p. 6)

Já em relação às logísticas verde e reversa, apesar da interface relativamente grande entre elas, com processos que se inserem simultaneamente em ambas, o que por vezes, leva a tomada dos termos como sinônimos, há diferenças a serem consideradas como foco de cada uma. Enquanto a logística verde tem foco na redução da embalagem, da poluição e do impacto ambiental a logística reversa visa majoritariamente o retorno de produtos, o marketing de retorno e os mercados secundários (ROGERS, TIBBEN-LEMBKE, 2001, p 130). Os autores destacam que há processos que se inserem simultaneamente na logística reversa e verde. E processos específicos a cada um dos tipos de logística, conforme a figura 4.

Contemporaneamente, a logística, em seu sentido holístico, se tornou uma ferramenta estratégica para a maioria dos processos de negócios dentro de uma cadeia produtiva, propiciando a obtenção de vantagens competitivas num cenário globalizado, em que há uma demanda por lucros a baixos custos, sobretudo ambientais. Segundo aborda Tadeu et al. (2012), um negócio sustentável é

uma nova cobrança da sociedade em geral, e as organizações que se adequarem serão beneficiadas e ganharão espaço nos mercados, além de agregar valor ao seu processo e competitividade.

Figura 4 – Comparação entre a logística reversa e a verde



Fonte: Rogers; Tibben-Lembke (2001, p.131)

Nesse sentido, conforme elenca Leite (2009), a atuação da logística reversa é imprescindível para atender a uma variedade de interesses - social, econômico, ambiental e governamental - de seus stakeholders, ou seja, de todos os envolvidos/interessados no processo, já que as organizações estão inseridas em um ambiente globalizado e de grande competitividade. Entretanto, a logística reversa, de acordo com Stock et al. (2002 apud MIGUEZ, 2010, p. 12), ainda é vista como um custo pela maioria das empresas e dos gestores, e não como uma vantagem competitiva e por isso não investem, por exemplo, em pesquisas. Dessa forma, não enxergam como a oportunidade de retorno de seus produtos pode favorecê-las, uma vez que se tem o aumento de seu relacionamento com os envolvidos na cadeia produtiva, com os clientes e o mercado em geral, podendo gerar para a organização uma imagem de empresa socialmente responsável.

Por outro lado, há ainda outros fatores como as legislações e certificações da série 14.000, especificamente a série ISO 14.040, que trazem o conceito de ciclo de vida dos produtos, o qual apresenta aspectos convergentes ao conceito da logística reversa.

3 O CONCEITO DE CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

Conforme explica Leite (2009), a rapidez da obsolescência dos aparelhos eletroeletrônicos é tamanha, que muitas vezes, mesmo antes de saírem das lojas eles já estão ultrapassados. Além disso, quando necessitam de um pequeno reparo, geralmente é mais vantajoso a aquisição de um produto novo. Neste contexto, a fim de mitigar os impactos decorrentes da grande quantidade de resíduos produzidos ao longo do processo produtivo, são tomadas diferentes medidas para otimizar o uso de recursos naturais e/ou para o desenvolvimento de produtos com menores impactos, e também para gerenciar os resíduos produzidos, são adotadas várias ferramentas, dentre elas o conceito de ciclo de vida do produto (CV).

O ciclo de vida é definido pela PNRS como “série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final”. Definição próxima à adotada pela ISSO 14.040 segundo a qual o CV consiste nos “estados consecutivos e interligados de um produto, desde a extração de matérias primas ou transformação de recursos naturais, até a deposição final do produto na natureza”. Portanto, segundo esta norma a avaliação do ciclo de vida (AVC) permite uma visão abrangente dos impactos ambientais ao longo de toda a cadeia de produção, incluindo a extração e aquisição das matérias primas, a fabricação do produto, sua embalagem, transporte e distribuição, seu uso, e seu descarte no final de sua vida útil. Considera também a possibilidade de reciclagem do produto. Nela devem ser

considerados os aspectos ambientais e potenciais impactos pela compilação dos fluxos de entradas e saídas e avaliação dos impactos associados a essas entradas e saídas.

Além do conceito de ciclo de vida, associados a ele e também contemplados pela série ISO, pode-se enumerar várias outras noções, como a Cadeia de Suprimento Verde (GSCM), incluindo o *ecodesign* [estímulo ao projeto de produtos mais limpos] e a responsabilidade ampliada do produtor [o produtor é responsável por seu produto até o pós-consumo, inclusive pela sua disposição final].

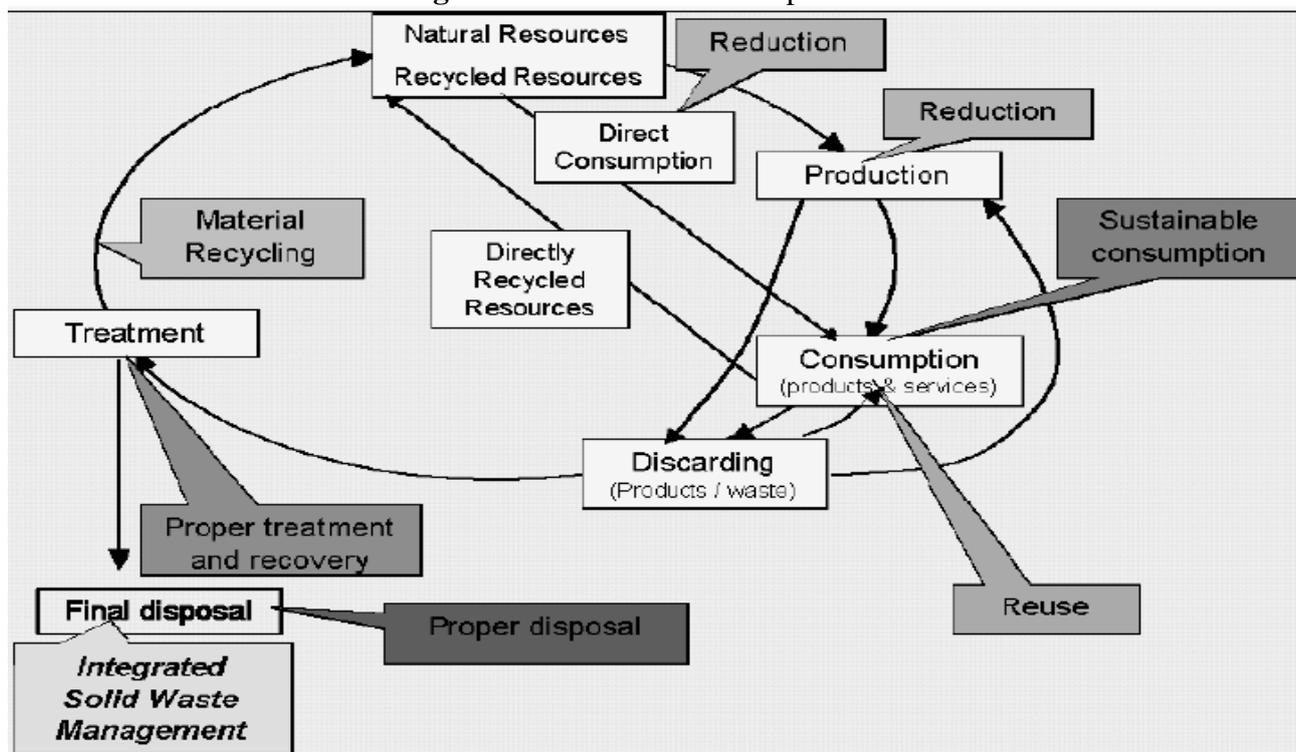
Incentivados pela legislação europeia, a AVC passou a ser utilizada para a análise dos complexos sistemas de gestão de resíduos sólidos, especialmente no sentido das alternativas de tratamento dos resíduos do produto ao final de vida útil. Sendo que a filosofia do ciclo de vida, também é sugerida e recomendada pela PNRS (ARAÚJO, 2013).

O ciclo de vida dos resíduos tem relação direta com a quantidade de resíduos gerados, afinal ao considerar os produtos desde a extração da matéria prima até a disposição dos resíduos, busca-se a reutilização de produtos, refletindo na redução daqueles a serem descartados, e, por conseguinte, no consumo dos recursos naturais necessários para o processo de produção de novos produtos. Assim,

Esta técnica tem sido utilizada com sucesso no desenvolvimento de modelos de avaliação das cargas ambientais associadas aos sistemas de gestão de resíduos, permitindo comparar diferentes estratégias de gestão e informar aos gestores e decisores as vantagens e desvantagem de cada opção (ABRELPE, 2011, s/p).

Na figura 5, é sintetizado o ciclo de vida dos produtos tendo como base a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Figura 5 – Ciclo de vida dos produtos



Fonte: United Nations Environment Programme (2009)

Ao longo do ciclo de vida do produto, destaca-se a aplicabilidade do princípio dos 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Besen (2006) destaca a função da matriz, em que reduzir consiste na diminuição dos resíduos na fonte geradora; reutilizar para que assim haja o aumento da vida útil dos produtos e, por fim, reciclar os bens ao final de sua vida útil, de modo a não os descartar no ambiente

de forma incorreta. Donato (2008) frisa que os “erres” ainda apresentam as seguintes características: simplificação do consumo, separação dos resíduos e aproveitamento dos bens. Sendo que, contemporaneamente, a matriz evoluiu-se dos 3R’s para os 7R’s, a saber: reduza a quantidade de produtos, reutilize tudo o que for possível, recicle os materiais, recupere a energia utilizada, respeite códigos e leis, redefina, ou seja, reprojete os produtos e repense.

4 A EVOLUÇÃO DA BASE LEGAL

Frente ao aumento do consumo dos recursos naturais e do volume de resíduos sólidos gerados, os quais muitos não são biodegradáveis ou mesmo recebem destinações inadequadas, causando impactos ambientais, sociais, cujos efeitos são sentidos na saúde pública e, por conseguinte na economia, ainda que tardiamente, têm aumentado a preocupação da sociedade em torno da questão dos resíduos sólidos. Em decorrência dos efeitos do nível de desenvolvimento mais elevado, tais discussões e avanços têm iniciado nos países ditos desenvolvidos, nomeadamente os países europeus. Entretanto, Miguez (2010) ressalva a demora da publicação de leis sobre a política de resíduos sólidos, para tratar todas as suas formas, principalmente, os eletrônicos, resíduos estes que contêm metais pesados e quando descartados incorretamente são prejudiciais ao ambiente e à sociedade.

Com foco nos resíduos que contêm substâncias perigosas, ao iniciar na década de 1970 a discussão e definição de políticas específicas voltadas à produção de eletroeletrônicos e ao tratamento dos seus detritos, a União Europeia (UE) foi pioneira. Sendo que, posteriormente muitos países têm implementado, em alguns de suas unidades da federação, medidas similares às europeias, como o Japão, a China e os Estados Unidos. Dois regulamentos rigorosos e complementares que visam responsabilizar o produtor pelo tratamento desse lixo tecnológico – coleta, reciclagem, recuperação e reutilização – e proibir o uso de substâncias perigosas na produção dos equipamentos eletroeletrônicos: a diretiva 2002/96/CE Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE); e a diretiva 2002/95/CE Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, (RoHS), respectivamente, foram promulgados em 2003 e entraram em vigor em 2006 na Comunidade Europeia. Além disso, neste contexto de globalização, as empresas de vários países, situadas ou não na UE, acabam por se adequarem as exigências. (ANSANELLI, 2011).

No contexto brasileiro, após cerca de 20 anos de discussões e incorporações de projetos, a partir do projeto de Lei 203 proposto em 1991, foi sancionada em 2010, a Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, a qual estabelece a responsabilidade do descarte de resíduos:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010, p. 1).

Os resíduos eletrônicos, por serem poluentes e conterem metais pesados, devem ser descartados corretamente, sendo preciso, para tal, um eficiente sistema logístico. Nesse sentido, a PNRS estabelece o seguinte:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de

- gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
 - III - pneus;
 - IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
 - V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
 - VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes. (BRASIL, 2010, p.10).

Ainda, na PNRS em seu Art. 56, a logística reversa será praticada rigorosamente. Deste modo, pode-se sintetizar que a lei, de acordo com Miguez (2010), irá responsabilizar todas as pessoas ligadas direta ou indiretamente com os resíduos, seja ela fabricante, revendedores, governo, catadores, recicladores e consumidores.

Além disso, esta lei traz outros elementos importantes como o incentivo às associações e cooperativas dos catadores dos materiais recicláveis, reforça a questão da gestão integrada dos resíduos⁵ da esfera nacional até a municipal, considerando para além das ações técnicas de tratamento dos resíduos, mas também outras questões sociais, ambientais e econômicas inerentes à noção de desenvolvimento sustentável.

Portanto, assim como a legislação europeia a PNRS também institui a responsabilidade pelos resíduos gerados, sendo ela compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana, e também regulamenta as ações governamentais que darão condições de praticar uma logística reversa, sendo o consumidor incumbido de realizar o descarte correto dos resíduos. Contudo, no caso da legislação brasileira não há restrições de uso de materiais perigosos.

No âmbito estadual, poucos estados possuíam legislações para gerenciamento dos resíduos sólidos. Em Minas Gerais, a implementação da Política de Resíduos Sólidos ocorreu um ano antes que na esfera federal, pela Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009, denominada de Política Estadual de Resíduos Sólidos, a qual objetiva de acordo com os incisos do artigo 8º:

- I - estimular a gestão de resíduos sólidos no território do Estado, de forma a incentivar, fomentar e valorizar a não-geração, a redução, a reutilização, o reaproveitamento, a reciclagem, a geração de energia, o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos;
- II - proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente e preservar a saúde pública;
- III - sensibilizar e conscientizar a população sobre a importância de sua participação na gestão de resíduos sólidos;
- IV - gerar benefícios sociais, econômicos e ambientais;
- V - estimular soluções intermunicipais e regionais para a gestão integrada dos resíduos sólidos;
- VI - estimular a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e processos ambientalmente adequados para a gestão dos resíduos sólidos.

Devemos destacar a seção IV desta Lei, em seus artigos 25 e 26, que instituem a logística reversa como ferramenta de reutilização, reuso e reciclagem dos resíduos sólidos, bem como, designa a responsabilidade destes resíduos ao consumidor, ao responsável pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, aos fabricantes, importadores, revendedores, comerciantes e distribuidores de produtos, objetivando o descarte correto desses resíduos em cada esfera da cadeia (MINAS GERAIS, 2009b).

Apesar do estado de Minas Gerais ter estabelecido primeiro a Política de Resíduos Sólidos para os seus municípios, ambas as políticas, de esfera nacional e estadual, têm na logística reversa sua principal ferramenta para retorno destes resíduos. Neste contexto, ambas as políticas devem ser aplicadas de forma rigorosa pelas autoridades responsáveis, principalmente em relação aos resíduos eletroeletrônicos, para que não haja nenhum tipo de prejuízo social, ambiental e econômico. Deste

modo, as organizações e agentes sociais devem adotar um sistema estratégico de logística reversa para controlar os resíduos sólidos gerados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos, a globalização e o consumismo refletem no aumento dos resíduos sólidos, sobretudo dos REE, impondo desafios para encontrar soluções sustentáveis, nomeadamente para a destinação final destes resíduos. Em função de suas propriedades tais resíduos podem apresentar alta periculosidade, mas se tratados de forma correta, serem reciclados ou reaproveitados podem representar oportunidades, inclusive econômicas. Assim, o desafio é que tais resíduos passem a ser tratados como recursos a serem explorados e não como um problema.

Neste cenário, pelo conceito de ciclo de vida fica claro a preocupação com os resíduos, considerando as possibilidades de reaproveitamento, reuso, a redução de consumo e de perdas em toda a cadeia produtiva.

Além disso, a logística reversa ganha espaço como ferramenta empresarial estratégica no âmbito da destinação final correta destes resíduos. O fluxo reverso integra os resíduos sólidos ao ciclo produtivo, reaproveita materiais e contribui para a redução dos impactos ambientais, tanto para a possível redução da extração de matéria-prima em alguns casos, como para redução dos descartados desses resíduos de maneira irregular.

Além disso, o gerenciamento integrado da logística, incluso ao processo reverso, faz com que se possam alcançar vantagens competitivas em seu mercado, reduzindo os custos com a produção e cumprir com a legislação pertinente aos resíduos sólidos. Enfim, as organizações ganham vantagens sociais, econômicas e ambientais no mercado.

Ainda que de modo incipiente, os consumidores estão buscando por empresas que apresentam este tipo de serviço reverso, para que possam descartar seus produtos eletroeletrônicos quando estes ficarem obsoletos. Deste modo estes resíduos sólidos podem ser (re)aproveitados como materiais secundários e no processo de reciclagem, além da possibilidade da geração de emprego e renda.

Destaca-se a importância dos avanços em termos legais, que, no entanto não são suficientes sendo preciso, conforme prevê a PNRS, a formulação, implementação e operacionalização de planos, sobretudo na escala municipal. Os municípios devem se adequarem em relação à PNRS, devem atuar como motivadores desse processo - por políticas públicas, por meio do gerenciamento logístico reverso e principalmente na aplicação das leis e fiscalização que regulamentam tal situação. Outros obstáculos devem ser superados, a exemplo do envolvimento dos consumidores - que poderão contribuir com a logística reversa do lixo eletrônico, retornando estes resíduos em postos de coleta. Outro problema se refere aos custos elevados para os fabricantes, uma vez que o processo é complexo e, ao mesmo tempo, depende dos consumidores para seu sucesso.

NOTAS

¹ Obsolescência programada refere-se ao processo responsável pelo encurtamento da vida útil de um bem ou produto. Ela faz parte de uma estratégia de mercado que visa garantir um consumo constante pela obrigatoriedade da substituição, de tempos em tempos, dos produtos por outros mais modernos ou porque eles deixam de funcionar.

² A categoria do lixo high tech, e-lixo ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REE) engloba uma grande tipologia de resíduos, como: pilhas e baterias, aparelhos compostos por circuitos eletrônicos como televisores, celulares, computadores, equipamentos eletrodomésticos, como as geladeiras, aparelhos de som, máquinas de lavar e batedeiras, entre outros.

³ Em termos de estrutura e funções, a logística integrada apresenta três níveis, a saber, i) estratégico: decisões e gestão ii) tático: desdobramento de metas e estratégias do planejamento; iii) operacional: atividades cotidianas para a manutenção e solução de problemas do sistema.

⁴ As normas da família ISO 14000 da International Organization for Standardization aborda vários aspectos formais a serem contemplados nos sistemas de gestão ambiental (SGA), auditoria ambiental, rotulagem ambiental, desempenho ambiental e avaliação do ciclo de vida, mudanças climáticas, comunicação ambiental, etc. de modo a mitigar os impactos ambientais.

⁵ No Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos publicado em 2001 havia esta perspectiva.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil** – 2010. São Paulo, 2011, 200 p.

ANSANELLI, S. L. de M. Exigências Ambientais Europeias: Novos Desafios Competitivos para o Complexo Eletrônico Brasileiro. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP). v.10, n. 1, p.129-160, 2011.

ARAÚJO, M. G. **Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil**. 2013. 217f. Tese - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

BESSEN, G. R. Programa de coleta seletiva de Londrina: caminhos inovadores rumo à sustentabilidade. In: JACOBI, P. (Org.). **Gestão compartilhada dos resíduos no Brasil: inovação com inclusão social**. São Paulo: Annablume, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. **Lei Federal nº. 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 14 abr. 2014.

CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. Entendendo a logística. In: BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA-FILHO, J. V. (Org.). **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

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. 240p.

DONATO, V. **Logística Verde**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

FAÇANHA, S. L. O.; SILVA, M. A.; FELDMANN, P. R. Tendências e desafios brasileiros na logística globalizada do séc. XXI. In: Seminário de Administração - SEMEAD, 13. 2010. São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/293.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de custos logístico**. São Paulo: Atlas, 2010.

FLEURY, P. F. Conceito de logística integrada e supply chain management. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (Org.). **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Org.). **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Atlas, 2006.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LOGCLUSTER. **Green Logistics**. USA, 2011. Disponível em: <http://log.logcluster.org/operational-environment/green-logistics/index.html>. Acesso em: 08 abr. 2014.

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

MINAS GERAIS. Fundação Estadual de Meio Ambiente. **FEAM lança estudo sobre resíduos eletroeletrônicos**. 2009. Disponível em: <http://www.feam.br/noticias/1/614-feam-lanca-estudo-sobre-residuos-eletronicos>. Acesso em: 20 ago. 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria Meio Ambiente. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009: dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos**. 2009b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>. Acesso em: 20 ago. 2013.

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.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2007. ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Reno: University of Nevada e Reverse Logistics Executive Council, 1998. Disponível em: <http://www.rlec.org/reverse.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2014.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. An examination of reverse logistics practices. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, 2001.

ROSA, R. de A. **Gestão Logística**. Brasília: CAPES, 2010.

TADEU, H. F. B. et al. **Logística reversa e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP: report of the 25th session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum, Nairobi, 16-20 February 2009.

Data de submissão: 23.08.2014

Data de aceite: 25.01.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.