

# DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETRICOS E ELETRÔNICOS E USO DA ANÁLISE SWOT NA LOGÍSTICA REVERSA – UM ESTUDO TEÓRICO

Marco Aurélio Pessoa-de-Souza<sup>1</sup>  
Sônia Júlia Oliveira de Souza<sup>2</sup>  
Martha Nascimento Castro<sup>1</sup>  
Rodrigo Martinez Castro<sup>1</sup>  
Glaucia Machado Mesquita<sup>3</sup>  
Patrícia Caldeira de Souza<sup>4</sup>

## RESUMO

O elevado crescimento populacional estimula as pessoas ao consumismo, e não diferentes são os produtos eletrônicos. A quantidade de resíduos gerados por estímulos de marketing culmina em um problema de destinação e uso destes materiais que possuem uma elevada carga de metais pesados. Quando descartados incorretamente e não tratados geram risco para o homem e a sociedade, com implicações à saúde pública, deposição em *fates* ambientais (solo, água e ar) e conseqüentemente aumento do tempo de meia vida dos contaminantes presentes nos materiais de origem eletrônica. Atualmente a sociedade é totalmente dependente de uma comunicação ágil e os equipamentos eletrônicos dão suporte para esta Era da Informação. Tudo isso é modulado pelo marketing que estimula as pessoas a se manterem mais atualizadas nas tecnologias, descartando produtos anteriores como celulares, computadores, processadores, carregadores, entre tantos outros materiais que dão suporte à comunicação. As políticas para este tipo de resíduos ainda são falhas, e este trabalho têm como objetivo trazer propostas de gerenciamentos, que podem ser usados tanto pelas entidades públicas quanto as privadas.

**Palavras-chave:** REEE, e-lixo, canais indiretos

## INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados a gerenciamento de resíduos datam o passado da humanidade (RODRIGUES, 1998; EIGENHEER, 2009), e mesmo atualmente, quer seja de natureza líquida ou sólida, são associados à governança da gestão de resíduos, e por isso um tema ainda muito em voga (EIGENHEER, 2009; ABRAMOVAY et al., 2013). A preocupação com a destinação destes resíduos sólidos iniciou-se no século XX, com a deposição dos restos das atividades humanas, na sua maioria de origem orgânica, sobre o solo, ou como fonte de alimento aos porcos (FIGUEIREDO, 1995). Decorrido muitos anos, somente agora alguns países começaram a evoluir e discutir programas de gestão de

---

<sup>1</sup> Coordenação de Engenharia Ambiental, Faculdade Araguaia, Unidade Bueno, Goiânia

<sup>2</sup> Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas, Inhumas

<sup>3</sup> Programa de Pós Graduação em Agronomia, Solos e Água, Universidade Federal de Goiás, Goiânia

<sup>4</sup> Coordenação de Engenharia Ambiental Faculdade de Goiânia, Anhanguera Educacional Ltda, Goiânia

resíduos, muito por conta das pressões internacionais, dentre eles o Brasil, com a proposta de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (RODRIGUES, 1998; ABRAMOVAY et al., 2013).

Abramovay et al. (2013) comentam que um dos maiores problemas nesta gestão dos resíduos está na logística, pois não permite uma segmentação do lixo doméstico, muitas vezes por uma questão meramente de herança comportamental. O fato do destino do lixo doméstico concentrar-se em um único ponto, acaba culminando em um segundo problema da logística, que é a mistura de materiais que podem induzir a uma contaminação permanente de alguns compartimentos ambientais, como o armazenamento de metais pesados advindo de produtos eletrônicos nos resíduos orgânicos, que ao serem decompostos geram resíduos líquidos – chorume, podendo alcançar limites máximos que vão além do ponto de deposição dos lixões.

Mesmo com o amparo da lei para a construção de aterros sanitários, esta medida ainda não é adotada, que por sua vez estimula o lançamento destes materiais em lixões, independente da sua classificação (PESSANHA, 2011). Por não possuir mantas impermeabilizadoras, o chorume alcança as camadas subsuperficiais de solo, que mesmo compactado, permite a passagem de soluções (OLIVEIRA et al., 2007; PESSANHA, 2011). À medida que este resíduo líquido alcança a zona vadosa do solo, a sua capacidade de transporte aumenta (OLIVEIRA et al., 2007), podendo se armazenar nos argilominerais do solo, com adsorção dos cátions e ânions (PESSANHA, 2011).

O dano que um chorume pode causar é mensurável em função do nível de poluentes na sua composição, que advém dos materiais presentes no lixão, e que, por sua vez são um prospecto da identidade econômica da região. Nele encontram-se resíduos não perigosos e perigosos, deste último podemos citar resíduos hospitalares do grupo III (risco biológico) e IV (específicos), que podem estar contaminados ou suspeitos de contaminação, e que deveriam ser incinerados; resíduos industriais, como regeneração de óleos, processos hidrometalúrgicos de metais não ferrosos; bem como materiais da indústria eletrônica, que contenham metais pesados, sobretudo mercúrio; e domésticos perigosos como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes (MIRANDA, 2003).

Muitos destes efluentes gerados nos lixões podem ser mensurados por modelagem matemática. Vários modelos têm sido desenvolvidos buscando descrever o movimento da umidade em aterros sanitários, incluindo modelos de balanço hídrico, fluxo saturado, fluxo não saturado (uni e bidimensional), bioquímicos e hidrodinâmicos (OLIVEIRA et al.,

2007). Entretanto, para resíduos eletrônicos, ainda não existe uma estimativa do comportamento destes produtos em aterros sanitários, ou mesmo em lixões.

Ainda para o caso dos produtos eletrônicos, a dificuldade na formulação de modelos eficientes é muito maior, tendo em vista a natureza descentralizada do consumo e, portanto, do descarte. São situações especialmente difíceis, pois a PNRS determina, aos produtores e importadores, a necessidade de organização da logística reversa. Além disso, existe uma dificuldade adicional, pois nem sempre os equipamentos necessários à reciclagem adequada desses produtos existem: por exemplo, são poucos os dispositivos industriais aptos a receber e dar destinação correta às lâmpadas fluorescentes (ABRAMOVAY et al., 2013).

De acordo com DIAS (2002), a fabricação de um microcomputador pode gerar em média 63 quilos de lixo, incluindo o produto final, 22 quilos dos quais correspondem a materiais tóxicos, principalmente chumbo dos monitores (notadamente os de matriz produtiva antiga – tubos catódicos), mercúrio e cromo das unidades centrais de processamento, arsênio e substâncias orgânicas halogenadas, que constituem ameaças à saúde e ao meio ambiente. Este tipo de resíduo torna-se ainda mais preocupante, pois os usuários, ao se atualizarem nas tecnologias ou modelos dos equipamentos, não têm a noção dos danos que estão gerando ao meio. Não se conhece uma política de uso dos equipamentos até o seu tempo limite de atividade, ao contrário, as pessoas são estimuladas a comprarem indiscriminadamente para se atualizarem em seus recursos e capacidades que excedem a necessidade real do uso. A tecnologia da informação é considerada por muitos estudiosos como um modelo adotado para inclusão social (TONIETO et al., 2010), para ganhar agilidade nos polos comerciais (RODRIGUES & PINHEIRO, 2005) ou mesmo como ferramenta para a educação presencial, e também à distância (CANTALICE, 2002), modalidade que não existia antes do avanço das tecnologias de informação.

Apesar de até então não ser considerado poluidor do ponto de vista do uso de recursos naturais e da emissão de poluentes durante o processo produtivo, nos últimos anos, o ramo eletroeletrônico tem sido alvo de preocupação ambiental por parte das autoridades públicas das regiões mais desenvolvidas do planeta, cujas políticas propostas para coibir o problema podem ter efeitos comerciais diversos (ANSANELLI, 2011). As cidades ao redor do mundo respiram tecnologia, e não diferentemente Goiânia (capital do Estado de Goiás) também possui uma demanda muito grande por parte dos seus usuários. Entretanto, assim como muitas outras localidades, esta capital não possui um sistema de

gerenciamento municipal de resíduos sólidos que seja eficiente e eficaz, sobretudo no que tange à resíduos de origem eletrônica. Por este motivo, o objetivo deste estudo é apresentar o estado da arte dos resíduos de origem eletrônica para Goiânia, bem como apresentar uma cadeia de destinação/ reaproveitamento destes resíduos pela sociedade pública e privada, bem como incitar uma discussão ainda pouco expressiva sobre a temática.

### *Complexo eletrônico brasileiro – Contextualização*

O complexo eletrônico compreende diversos segmentos, que incluem os bens eletrônicos de consumo, os bens de informática, os equipamentos para telecomunicações e os componentes respectivos (GONÇALVES, 1997). Os produtos destes três segmentos são, com raras exceções, projetados fora do país, sendo aqui recebido sob a forma de kits completos para montagem. Isso reduz enormemente a cadeia de suprimentos para o montador final, ao mesmo tempo em que inviabiliza o desenvolvimento de uma indústria de componentes no Brasil, o que torna a cadeia eletrônica frágil e agrava o problema da dependência de elos internacionais (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003).

Na década de 50, quando se começou a indústria eletrônica no Brasil, seu perfil era predominantemente caracterizado pelas atividades de bens de consumo - componentes eletrônicos importados e objetos de áudio e vídeo - (GONÇALVES, 1997), cujos incentivos eram quase em sua totalidade de multinacionais. À medida que se avançou, os primeiros computadores surgiram na década de 60, para processamento de dados em universidades.

Nesta época a informática era restringida a um público muito seletivo das atividades industriais e comerciais. Já na década de 70, com auxílio do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) se iniciou uma fase de treinamento e qualificação de recursos humanos em ciências básicas e aplicadas (PAIVA, 1989; TAVAREZ, 2001; SICSÚ, 2002). Esta ação gerou incremento econômico no país e os computadores começaram a ser requeridos, nesta fase pelo setor privado. Entretanto, a cadeia produtiva de computadores e outros eletrônicos no Brasil, ainda se restringia à montagem, com recebimento de peças e módulos como produtos importados (TAVAREZ, 2001).

Ainda em 70, iniciou-se a Zona Franca de Manaus (ZFM), com incentivos tributários e fiscais às empresas, para integração da região amazônica, bem como criar um polo exportador no Brasil. O que na prática não aconteceu, pois a ZFM funcionou como

suporte para o mercado interno (SICSÚ, 2002). No fim da década de 70 o conceito de complexo eletrônico começou a se expandir, com estímulos estratégicos ao setor industrial, com o suporte da Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE), criada em 1972 e subordinada ao Ministério do Planejamento, que estimulou a criação de empresas nacionais voltadas ao setor de *hardwares* e *softwares* (PAIVA, 1989; SICSÚ, 2002). A CAPRE exerceu grande controle nas importações de bens de informática e automação nesta época, e posteriormente os processos produtivos de minicomputadores. Nesta mesma época foi criada a Empresa Brasileira de Telecomunicações (TELEBRÁS), uma estatal que monopolizou os serviços de telecomunicações, e até hoje é um dos instrumentos do poder de compra do Estado. No fim desta década, a CAPRE foi substituída pela Secretaria Especial de Informática (SEI), inserindo na sua geração as áreas da microeletrônica, automação industrial, equipamentos de telecomunicações e instrumentação digital, começando a impor competição às empresas estrangeiras, tanto internamente, quanto externamente (SICSÚ, 2002).

Na mudança dos anos 70 para 80 as marcas brasileiras de produtos de consumo (audiovisuais) foram estimuladas e já dominavam 50% do mercado nacional (PAIVA, 1989; TAVAREZ, 2001). A escala de produção já proporcionava condições muito competitivas ao ponto de tornar potencialmente exportadora. A partir desta época surge uma corrida por inovação em todos os segmentos da indústria eletrônica, sendo no caso mais típico o da informática (GONÇALVES, 1997). Nesta mesma época a indústria japonesa ganhou proporções com incremento de tecnologia muito elevado, mas não conseguiu uma entrada fácil nos mercados consumidores, em grande parte devido ao alto custo do preço unitário de seus produtos. É nesta fase que os *hardwares* e *softwares* adquirem autonomia de mercado (PAIVA, 1989; GONÇALVES, 1997).

Os esforços tecnológicos foram imensos e já na década de 80 as empresas nacionais se estabeleceram no mercado interno de microcomputadores (GONÇALVES, 1997; SICSÚ, 2002), e na produção de *softwares* especializados em automação de serviços de telecomunicações – localizadores de chamadas, serviços de despertador. No final da década já era possível gerar *softwares* específicos para bancos e controles internos de faturamentos, orçamentos, finanças, pagamentos (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003). A partir dos anos 90, o BNDES analisou um estudo para liberação comercial do setor, e surgiu neste levante a Lei da Informática (Lei 8.248, de 23 de outubro de 1991), e uma adequação da legislação sobre o papel da Zona Franca de Manaus. A década de 90 foi uma

época marcada de programas que visaram fomentar o setor, para se então nos anos 2000 progredir geometricamente, buscando mercados ainda mais ousados, e com refino de tecnológico muito grande (GUTIERREZ, 2010).

#### *Aspectos legais do e-lixo (e-waste)*

No que tange a gestão de resíduos, no Brasil existem Resoluções (CONAMA, 2002) e Leis (BRASIL, 2010) que promulgam as responsabilidades dos atores. Para resíduos eletrônicos também já existe resolução que ampara a sua destinação no ambiente (CONAMA, 1999), e embora o principal foco da resolução seja o descarte de pilhas e baterias, já indica um avanço para uma legislação de responsabilidade ambiental (LEITE et al., 2009). Algumas movimentações têm surgido ao redor do mundo, sobretudo nos países mais comercialmente desenvolvidos, sobre a viabilização da reciclagem do *e-waste* (termo em inglês para lixo eletrônico), uma das medidas sobre isso nos Estados Unidos foi o lançamento do programa STEP (*Solving the E-Waste Problem*), com aval das Nações Unidas, com vias de reduzir os problemas relacionados ao tema (DUAN et al., 2013). O projeto almeja a criação de padrões mundiais de processos de reciclagem de sucata eletrônica e a harmonização das legislações nacionais (LEITE et al., 2009). À medida que novas tecnologias são disponibilizadas no mercado os aparelhos são naturalmente substituídos, e com uma frequência cada vez maior de substituições, o volume de “lixo eletrônico” cresce rapidamente (LEITE et al., 2009; DUAN et al., 2013);

O setor da informática, de acordo com Leite et al. (2009), é considerada a maior contribuinte na produção de e-lixo. Isso se torna facilmente observável pela velocidade com a qual as tecnologias estão sendo substituídas. Com o desenvolvimento funcional dos equipamentos crescendo em escalas logarítmicas, que poderiam ter um tempo de vida útil mais apreciável, muitos modelos acabam sendo descartados pelos usuários que estão em busca de outros que possuem maiores atrativos, ou softwares, ou maiores tecnologias e mídias interativas. Essa escala de produção em demasia por uma demanda ditatorial virtual, torna os dispositivos obsoletos e aumenta muito a quantidade de resíduos disposta, restando a capacidade de recebimento destes materiais pelos atores responsáveis.

Conforme menciona Rodrigues (2007), e reforçado posteriormente por Duan et al. (2013), uma parte destes resíduos se constitui em risco ao meio ambiente, pois podem conter em sua composição metais tóxicos os quais seu manuseio vem gerando impactos à saúde, pela exposição humana a alguns destes metais, como o mercúrio, cádmio, berílio e

chumbo, quequando entram em contato com o solo, contaminam o lençol freático e se incinerados, poluem o ar, causando outros tipos de danos.

A aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ocorreu no Brasil na data de 2 de agosto de 2010, pela qual se institui sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos, incluindo os perigosos, as responsabilidades aos geradores e ao poder público. Já dentro da resolução, é instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incluindo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares de serviços públicos de limpeza urbana. E ainda incentiva o uso de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade ambiental, com estímulo ao desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis.

Neste mesmo cenário nota-se o papel fundamental que a logística reversa assume, pois se trata de uma ferramenta no processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem com objetivo de re-agregar valor ou efetuar o descarte adequadamente (LEITE et al., 2009; DUAN et al., 2013).

#### *O princípio da Logística Reversa*

A logística surgiu da necessidade organizacional das empresas e indústrias de atenderem qualquer cliente de forma eficiente, considerando qualidade e desenvolvimento, reduzindo prazos e custos, quer seja na forma de produtos ou serviços. Ela é responsável pelo planejamento, operação e controle de todo o fluxo de mercadorias, desde a fonte fornecedora até o consumidor (VIEIRA et al., 2009). Neste mesmo âmbito surge a logística reversa, que se apresenta como um objeto estratégico para agregar valor a produtos, que possuam alguma condição de utilização, estendendo sua vida útil, ou por produtos descartados como resíduos, e que não tem mais valor no comércio direto.

Entretanto, os produtos tecnológicos possuem na sua composição materiais que são de utilidade comercial para a indústria e empresas beneficiadoras, ou reparadoras. Nesta ótica, a PNRS, dentre seus objetivos, responsabilidades e obrigações, traz a logística reversa como um instrumento que surge, e que tem um caráter de gestão compartilhada (BRANDÃO & OLIVEIRA, 2013).

A logística reversa sob um termo mais amplo pode estar relacionada às habilidades e atividades envolvidas no gerenciamento de redução, movimentação e disposição de produtos e embalagens. Por outro lado, este conceito, comentado por Vieira et al. (2009) não leva em consideração outros fatores que faz da logística reversa um importante instrumento contra degradação ambiental, como reutilização, reciclagem de produtos ou qualquer retorno desses produtos ao ciclo de vida produtivo.

Brandão & Oliveira (2013) discutiram a logística reversa preocupando-se com outros termos tal como a reciclagem e disposição dos resíduos, eles destacam que a logística reversa é uma perspectiva da logística de negócios. O termo refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição e reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura.

No Brasil, o projeto de Lei nº 1991 de 2007, que trata dos resíduos sólidos, incumbiu à logística reversa o papel de coletar os resíduos sólidos. Para tanto, esta lei conceitua a logística reversa da seguinte forma:

*Tem o papel de instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos. (Brasil, projeto de lei nº 1991, 2007, art. 7º inciso XII, p. 3).*

Esta ferramenta possibilita a devolução do produto pelo consumidor não apenas para o fornecedor direto, mas também para seu fabricante. O fabricante, por sua vez, se encarrega pela reciclagem ou reutilização do produto como insumo. Dada a destinação ao produto, o mesmo poderá ser remetido novamente ao mercado consumidor quando possível, quer seja na forma do produto anterior ou na composição de outro.

A logística reversa é dividida em dois aspectos: a logística reversa pós-consumo e a pós venda. A pós-consumo é constituída pelo fluxo reverso de uma parte dos produtos ou matérias que foram originados do descarte após o termino da sua utilização, mas que podem retornar ao ciclo produtivo de alguma forma, sendo através da reciclagem ou reuso. Os canais de distribuição pós-venda, por sua vez, para o autor são constituídos pelas diferentes formas e possibilidades de retorno de uma parcela de produtos com pouca ou nenhuma utilização. Um exemplo é um carro que na maioria das vezes muda de

proprietário mais de uma vez até o término da sua utilidade (AITA & RUPPENTHAL, 2008).

Ainda de acordo com Aita & Ruppenthal (2008), os produtos que causam degradação ambiental são os de origem pós-consumo. Estes só voltam ao ciclo produtivo a partir da adoção da prática da reciclagem ou reuso e isso só acontece após o final da utilização.

Existem dificuldades para adoção do sistema de logística reversa. O motivo desse pouco interesse pelo estudo dos canais de distribuição reversos é possivelmente explicado pela sua pouca importância econômica quando comparada aos canais de distribuição diretos, como transporte, depósito, armazenagem, estoques, ou seja, tudo que facilite a distribuição do produto da empresa até a chegada para o cliente, de forma rápida e sem prejuízos (AITA & RUPPENTHAL, 2008; VIEIRA et al., 2009; ABDI, 2012; BRANDÃO & OLIVEIRA, 2013).

Razões de legislações ecológicas que estão entrando em vigor, que englobam diferentes aspectos do ciclo de vida útil de um produto, partindo da sua fabricação e o uso devido da matéria-prima, até sua disposição final. Estas legislações impõem o uso de selos verdes para o consumo que podem ou não ser descartados no aterros sanitários e as restrições ao uso de produtos que utilizam matérias-primas secundárias no seu conteúdo (LEITE, 2009).

#### *Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE)*

Para serem construídos, os equipamentos eletroeletrônicos precisam de uma diversidade de materiais muito grande, que vão de metais nobres (ouro, platina, prata), até papéis, fibras e embalagens plásticas, e materiais não recicláveis (SILVA et al., 2007). De acordo com o MCC (*Microelectronics and computer Technology Corporation*), muitos metais pesados são encontrados nos computadores, e quase todos têm implicações na saúde, caso sejam destinados de forma inapropriada. No Quadro 01 é apresentada uma compilação da composição geral dos materiais utilizados na fabricação de computadores

Quadro 01: Distribuição de alguns metais mais representativos presentes em computadores atualmente (ano referência, 2007). O nível de recuperação de alguns materiais chega a quase a totalidade em porcentagem. Adaptado de Silva et al., 2007 e Gerbase; Oliveira, 2012.

<b>Metal pesado</b>	<b>Parte do computador</b>	<b>Computador (%)</b>	<b>Reciclável (%)</b>
Alumínio	Estrutura, conexões	14%	80%
Chumbo	Circuito integrado, soldas, bateria	6%	5%
Cobre	Condutivo	7%	90%
Estanho	Circuito integrado	1%	70%
Ferro	Estruturas, encaixe	20%	80%
Níquel	Estruturas, encaixes	0,85%	80%
Ouro	Conexão, condutivo	0,0016%	99%
Prata	Condutivo	0,01%	98%
Zinco	Bateria	2%	60%

Ainda de acordo com o MCC, outros metais são tão recicláveis quanto os apresentados no Quadro 01, entretanto, o silício é o metal mais representativo no peso total dos equipamentos, mas se apresentam como inertes para reciclagem. Os metais se apresentam naturalmente no ambiente, inclusive em dosagens que são necessárias para a manutenção básica da vida, inclusive podem ser usados como catalizadores em muitas reações biológicas.

Por este motivo, os resíduos eletroeletrônicos chamam a atenção sob um viés econômico. De acordo com a Electronics Takeback Coalition (2013), os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos produzidos até este ano, representavam cerca de 5% dos detritos mundiais, entrando neste grupo como mais descartados os computadores e celulares. O Quadro 2 apresenta dados dos resíduos produzidos no ano de 2010 no mundo.

Quadro 02: Quantidade de resíduos eletrônicos, em toneladas, descartados no ano de 2010, bem como a taxa de reciclagem em função da quantidade de e-lixo gerada. Adaptado de Electronics Takeback Coalition, 2013

Produtos	Resíduos	Não aproveitado	Reciclado	Taxa de reciclagem
	Ton			%
Computadores	423.000	255.000	168.000	40
Monitores	595.000	401.000	194.000	33
Impressoras	290.000	193.000	97.000	33
teclados e mice (mauses)	67.800	61.400	6.460	10
Televisões	1.040	864.000	181.000	17
Celulares	19.500	17.200	2.240	11
Total	2.440.000	1.790.000	649.000	27

Os dados mais recentes (Quadro 2) apontam para uma taxa de reciclagem muito baixa em relação a quantidade de equipamentos descartados. Talvez, um dos maiores impasses para o aumento desta taxa esteja nas dificuldades de uma logística reversa pouco estruturada, a falta de *take-back centers*, e informação à população.

#### *Análise empresarial: desvantagens e oportunidades mercadológicas*

O maior gargalo no uso de resíduos eletrônicos está na logística reversa, que não é muito bem delineada. A função dos atores não é muito clara, tão pouco as oportunidades são bem evidenciadas, fazendo com que ocorram problemas de logística no decorrer da cadeia reversa. Leite (2009) corroboram com este comportamento do mercado reverso para tecnologias, e no seu estudo apresentou o design da logística reversa para computadores, e como esta ferramenta influencia na reutilização dos materiais pelo mesmo ou outros mercados.

Outra desvantagem do setor reside na forma como a Educação Ambiental é concebida para este setor. Não existem grandes atividades que demonstrem o problema de se destinar este tipo de material em lixões e aterros sanitários. O fato de não existir um programa adaptado para a logística reversa de eletrônicos, não permite que os atores do setor compreendam seu papel, como apresenta Felipe et al. (2009), em pesquisa feita com cerâmicas em Criciúma, Santa Catarina. Alguns das desvantagens que o autor apresenta estão na mão-de-obra especializada nos nichos de logística reversa e a existência de *take-*

*back centers*. Existem poucas empresas que criam pontos específicos, ou um sistema de logística para recebimento de seus produtos.

O mesmo autor aponta que o receio da indústria reside na relação benefício-custo que podem ter dentro desta cadeia paralela contrária. A logística precisa de espaço pra ser desenvolvida, além de mão-de-obra, que deve estar bem estruturada para controlar o fluxo reverso de maneira eficiente.

Os canais reversos de manufatura tem como vantagem reintroduzir parte de um produto, conhecido por carcaça, como motores e cartuchos de impressoras (cartuchos remanufaturados, por exemplo). Para que estes canais tenham sucesso, é necessário que existam condições que permitam que eles existam, por exemplo, o material reciclado deve ter uma relação de custo menor em relação ao produto não remanufaturado, mas sem perder os padrões de qualidade previstos pelo mercado.

A precificação deste novo produto no mercado deve-se considerar variações particulares de cada canal, e é formado pela soma de custo e lucros dos novos agentes do canal. Dessa forma, a logística reversa, pode contribuir para economia de materiais, permanência de algumas linhas no mercado, melhoria na gestão do mercado direto, marketing indireto, confiabilidade no consumidor, oportunidades de postos de trabalho que não são previstos no mercado direto (sucateiros, catadores, artistas plásticos), a educação ambiental, avanço nas discussões sobre resíduos sólidos, e problemas relacionados à metais pesados e saúde pública (ANDRADE et al., 2010; DUAN et al., 2013; VIEIRA et al., 2009).

O rótulo verde é uma busca em inúmeras empresas, que pretendem se tornar competitivas no mercado. As empresas possuem responsabilidade de seu produto, desde a sua prototipagem, antes das linhas de produção, até o fim do tempo de vida, entretanto, alguns conglomerados industriais ignoram os problemas relacionados a seus produtos, e são estes que são fontes de tantas discussões e problemas ambientais e da ordem pública (ABRAMOVAY et al., 2013; VIEIRA et al., 2009). Uma boa parcela das empresas de telefonia móvel já pratica a logística reversa, como papel de reciclagem de produtos, sobretudo com baterias (MOLINARI, 2012; VIEIRA et al., 2009).

A gestão sustentável trás à tona vários problemas relacionados aos metais no meio ambiente. Já se começa uma discussão, na qual se sugere uma mudança de discussão sobre a reciclagem em eletrônicos, onde a abordagem deixa de ser centrada em materiais e passa-se para um outra centrada em produtos. A razão disso é que, os metais de grande valor

difícilmente são reaproveitáveis por se encontrar em muito pequenas quantidades nos produtos, e por exigir um trabalho muito especializado para a sua separação. Nos celulares, a separação destes metais é difícil e reforça que seja traçado um desenho de reuso ou reaproveitamento dos materiais, mas não a sua destruição, como os conceitos de reciclagem sugerem (ABRAMOVAY et al., 2013). Uma sugestão para celulares, por exemplo, está nos phone-blocks, que são aparelhos celulares que possuem uma base de comunicação, e a partir dela o usuário pode alterar e customizar seu aparelho em função das suas necessidades diárias, podendo-se ter, assim, aparelho que se alterem a medida que diferentes oportunidades surgem sem necessariamente gerar um resíduo tão grande.

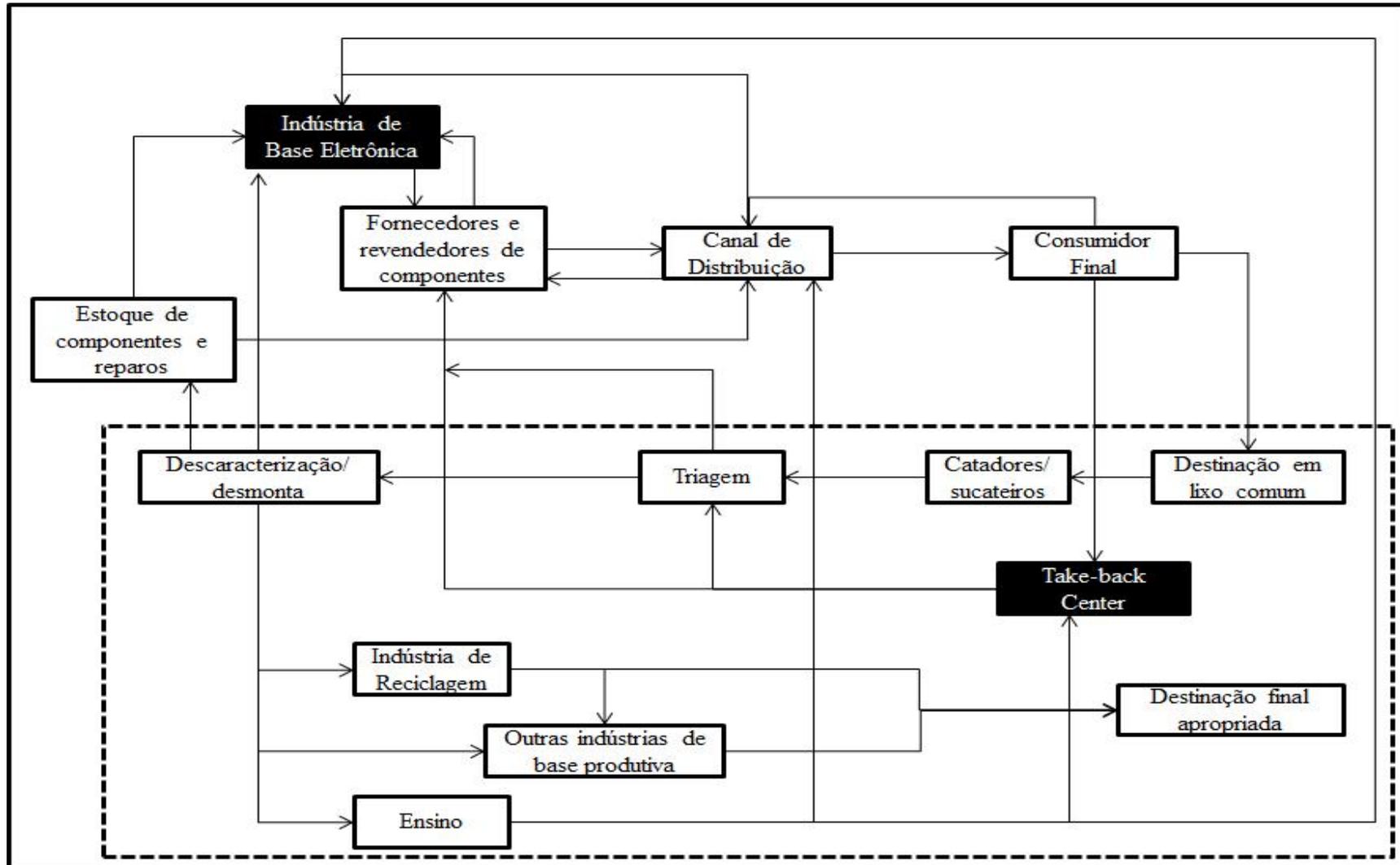
Uma excelente ferramenta que pode utilizada pelas empresas para avaliar o cenário que se encontra, frente ao mercado, é a análise SWOT (Quadro 3), que pode compilar as informações de fraquezas, forças que trás a tona uma análise do ambiente interno do setor, bem como as ameaças e oportunidades, que é um viés para a compreensão do ambiente externo.

Quadro 3. Análise SWOT do cenário da logística reversa de produtos de origem eletrônica no Brasil.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
exigência do mercado por produtos verdes Redução de problemas associados à contaminação do ambiente e saúde pública refinamento de tecnologia de produtos que se encaixam formando novos produtos a partir de antigos variabilidade de matérias primas Preocupação das grandes empresas em resolver o problema	Velocidade de entrada de novos materias no mercado “take-back centers” “take-back systems” “take-back programmes” clareza do papel da logística reversa visão dos gestores dos benefícios de se aplicar o canal reverso Profissionais especializados em reciclar Mercado de reutilização de celulares muito baixo em função da "corrida tecnológica" investimentos no canal reverso Organização da cadeia Quantidade de empresas no mercado
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Selos e programas "verdes" Phone-blocks Educação Ambiental Mídias audio-visuais Programas internacionais de reciclagem Discussões internacionais de redução no consumo Marketing Aumento de renda Atores paralelos (recicladores)	políticas públicas de resíduos redução da qualidade de produtos remanufaturados Compra descontrolada Mídias audio-visuais "corrida tecnológica" Aumento de renda Informalidade do canal de reuso

Existem empresas que trazem algumas soluções de alguns produtos tecnológicos. Dentre as tecnologias associadas a este reuso pode-se citar, por exemplo, o plástico que pode ser aproveitado, passa por um processo químico e depois físico (aquecimento a 300°C). As baterias incineradas resultam em óxidos de sais metálicos que podem ser usados para fazer corantes para fabricação de tintas. Monitores e lâmpadas têm seu material tóxico tratado e o vidro é destinado à indústria cerâmica. Gabinetes viram tela de pinturas em programas sociais de ONGs, ou material de laboratório para cursos de montagem em eletrônica. Logo, os materiais de uma forma geral, conseguem apresentar diferentes destinos, que não sejam a remanufatura (Figura 1) (VIEIRA et al., 2009).

Figura 1. Proposta de dinâmica dos canais direto e reverso (zonas pontilhada) para os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos para o Brasil.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, com os avanços legais de programas de resíduos sólidos, muitas mudanças sobre gestão aconteceram. A tendência é que todos os atores de comportem de forma a se preocupar com a próxima etapa do produto na cadeia, e não diferentemente ocorrem com os REEE.

O maior problema sinalizado está na constante e insistente atualização de *softwares*, impulsionando uma “corrida tecnológica” que busca muito mais uma atualização, do que um suprimento de necessidade. Dessa forma, a entrada de novos produtos é muito maior que a saída, ocasionando um acúmulo de materiais no mercado.

Um ponto importante para que aconteça um bom programa com REEE está na criação de uma logística reversa muito bem planejada, usando ferramentas que proporcionem a longo prazo entender o efeito dos produtos nos canais reversos. Estabelecer o papel de cada ator e o custo da sua participação nesta logística reversa, inclusive, faz parte deste planejamento.

A criação de *Take-back Centers* para oferecer suporte à logística reversa é imprescindível, uma vez que é necessário que existam pontos de recebimentos de produtos, quer sejam eles aptos para outros consumidores paralelos, quer seja para os fornecedores e revendedores de componentes e indústria de base eletrônica. Além da valorização de profissionais como os catadores e sucateiros através de programas e facilidades de aquisições de imóveis populares, ora por meio da esfera privada, ora pela esfera pública, para que se sintam estimulados para que o fluxo inverso aconteça.

Por fim, a criação de selos de qualidade ambiental diretamente nos produtos eletroeletrônicos para mostrar aos consumidores de fato quem são as empresas sérias sob a perspectiva ambiental, bem como estimular o canal reverso através de incentivos fiscais. Estimular, por meio da Ciência e Tecnologia no país, pesquisas com respaldo da entidade privada, tecnologias que possibilitem o uso de REEE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos – análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília, Arquivos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, novembro de 2012, 178 p.
- ABRAMOVAY, Ricardo; SPERANZA, Juliana Simões; PETITGAND, Cécile. Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. São Paulo: Planeta Sustentável: Instituto Ethos, 2013, 77 p.
- AITA, José Augusto Arnuti; RUPPENTHAL, Janis Elisa. Logística reversa: a preocupação com o pós-consumo. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.
- ANDRADE, Ricardo Teixeira Gregório de; FONSECA, Carlos Sigmund Meneses; MATTOS, Karen Maria da Costa. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal – RN. Holos, n. 26, v. 2, p.100-112, 2010.
- ANSANELLI, Stela Luiza de Mattos. Exigências Ambientais Européias: Novos desafios competitivos para o complexo econômico brasileiro. Revista Brasileira de Inovação, Campinas (SP), n. 10, v. 1, p. 129-160, janeiro/ junho 2011.
- BRANDÃO, Eraldo José; OLIVEIRA, Juliana Garcia de. A logística reversa como instrumento de gestão compartilhada na atual política nacional de resíduos sólidos. Revista do curso de Direito, UNIABEU, v. 2, n. 2, p. 19-36, ago-dez, 2013
- BRASIL. Decreto-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, p.20, 3 ago. 2010. Seção 1.
- CANTALICE, Lucicleide Maria de. Tecnologia na educação. **Psicol. Esc. Educ.**, Campinas v. 6,n. 2, p. 187, Dec. 2002
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. Diário Oficial [da República

Federativa do Brasil], Brasília, n. 139, p. 28-29, 22 jul. 1999 [alterada pela Resolução nº 263, de 1999, Revogada pela Resolução nº 401, de 2008].

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Diretrizes e procedimentos para gestão dos resíduos da construção. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, 2002.

DIAS, Genebaldo. Freire. Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana. São Paulo: Gaia, 2002, 257p.

DUAN, Huabo; MILLER, T. Reed; GREGORY, Jeremy; KIRCHAIN, Randolph. Quantitativa characterization of domestic and transboundary flows of used electronics – analysis of generation, collection, and export in the United States. Official Document of Environmental Protection Agency (EPA), under the umbrella of Solviong the e-waste problem (STEP), Dec, 2013, 121 p.

EIGENHER, Emílio Maciel. Lixo – A limpeza urbana através dos tempos. Ed. Palloti, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009, 144 p.

ELECTRONICS TAKEBACK COALITION. Factos and figures on e-waste and recycling. On-line publication, Sep. 25, 2013, 8p.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Morais. A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2 ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA, Camila Reis de. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. Quím. Nova. v. 35, n. 7, p. 1486-1482, São Paulo, 2012.

GONÇALVES, Robson R. O setor de bens de eletrônicos de consumo no Brasil: uma análise de seu desempenho recente e perspectivas de evolução futura. Texto para discussão n. 476, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Rio de Janeiro, Abril, 1997

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais. Complexo eletrônico: Lei de Informática e competitividade. BNDES Setorial, v. 31, p. 5-48, 2010

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; ALEXANDRE, Patrícia Vieira Machado. Complexo eletrônico brasileiro e competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 165-192, set. 2003

LEITE, Paulo Roberto; LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian Mansano de. Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor da informática. SIMPOL, resumo expandido, anais, p. 1-16, 2009

MCC. Microelectronics and Computer Technology Corporation. Electronics Industry Environmental Roadmap, Austin, TX: MCC, 2007

MIRANDA, Ivonildo Pereira. Diagnóstico da produtividade sistêmica: uma análise da cadeia produtiva dos resíduos plásticos recicláveis do projeto reciclando. Dissertação (mestrado) , Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza: UFC, 2003, 159 p.

MOLINARI, Lori. Reducing E-Waste of consumer electronics through reverse logistics. ATC Logistics & Electronics. 2012, 10p.

OLIVEIRA, Samuel Conceição de; MORUZZI, Rodrigo Braga; CASTRO Marcus C. A. Alves de. Estudo de modelo matemático da movimentação de chorume em aterros sanitários. XVI Simpósio Nacional de Bioprocessos – SINAFERM, 2007

PAIVA, Silvia M. C. Política nacional de informática: intervenção do Estado, resultados e desafios. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1989

PESSANHA, André Oliveira Soares. Avaliação da contaminação por metais pesados das águas subterrâneas no entorno do aterro sanitário de Visconde do Rio Branco – MG. Dissertação de Mestrado. Viçosa, Minas Gerais – Brasil, 2011, 104 p.

RODRIGUES, A. M. Produção e consumo do /e no espaço. São Paulo, SP: Hucitec, 1998

RODRIGUES, Ângela Cassia. Impactos sócio ambientais dos resíduos de equipamentos eletro e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara do Oeste, SP, 2007.

RODRIGUES, Enrico; PINHEIRO, Marco Antônio Saraiva. Revista de Informática Aplicada. v. 1, n. 2, p. 101-112, jul/ dez, 2005.

SICSÚ, Benjamin Benzaquen. Desenvolvimento da indústria de componentes para o complexo eletrônico. Estudos e Pesquisas n. 37. Instituto Nacional de Altos Estudos, XIV Fórum Nacional, Rio de Janeiro, maio, 2002, 33p.

SILVA, Bruna Daniela da; MARTINS, Dalton Lopes; OLIVEIRA, Flávia Cremonesi. Resíduos eletroeletrônicos no Brasil. Creative Commons Atribuição. Santo André, São Paulo, 2007, 59p.

TAVARES, Walkyria M. Leitão. A indústria eletrônica no Brasil e seu impacto sobre a balança comercial. Estudo de Setor, Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, Brasília – DF, 2001, 20p.

TONIETO, Márcia Terezinha; RODRIGUES, João Paulo de Lima; SILVA, Francisco Gildenir Rodrigues; OLIVEIRA, Antônio Mauro Barbosa de. Um modelo de inclusão

social com tecnologia da informação. Revista Científica da Faculdade Loureço Filho, v. 7, n.1, p. 51-66, 2010

VIEIRA, Karina Nascimento; SOARES, Thereza Olívia Rodrigues; SOARES, Laila Rodrigues. A logística reversa no lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental. V. 3, n. 3, p. 120-136, set-dez. 2009.

Recebido em 04 de abril de 2014.

Aprovado em 11 de abril de 2014.