

GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: MAPEAMENTO DA LOGÍSTICA REVERSA DE COMPUTADORES E COMPONENTES NO BRASIL

Lúcia Helena Xavier⁽¹⁾

Pesquisadora Adjunta – Fundação Joaquim Nacubo, Recife/PE

Professora Colaboradora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPE

Lêda Christiane Lucena

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPE

Magdalena Duarte Costa

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFPE

Victor de Almeida Xavier

Analista de Sistemas – UFRJ

Raquel S. Cardoso

Graduanda em Engenharia Química – Universidade Federal de Pernambuco

Endereço⁽¹⁾: Rua Dois Irmãos, 92 – Apipucos – Ed. Carneiro Campos – CGEA/Fundaj – Apipucos – Recife – PE – CEP: Tel +55 (81) 3073-6586 – luciaxavier@pq.cnpq.br

RESUMO

A prática da logística reversa (LR) tem sido uma ferramenta de gestão ambiental que tem atingido sucesso em diferentes áreas de gerenciamento de resíduos em vários países. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apesar de ainda não estar vigorando, define e reforça a prática da LR como uma alternativa eficaz para o gerenciamento de resíduos. Os metais pesados presentes nos resíduos eletroeletrônicos representam um risco ambiental, passíveis de contaminar o ambiente e, conseqüentemente, comprometer a saúde humana. Por outro lado, computadores e componentes pós-consumo, apesar de representarem uma categoria específica de resíduos eletroeletrônicos, também podem contribuir para ações como o desenvolvimento socioambiental, por meio da recuperação de materiais e equipamentos pós-consumo, bem como pela inclusão digital. Desta forma, o presente trabalho aborda a mecanismos da logística reversa de computadores e componentes por meio da prática de empresas do setor privado, bem como analisa a prática do estabelecimento de Centros de Recondicionamento de Computadores (CRCs), enquanto uma iniciativa do governo federal. Como resultado da análise, propõe-se um sistema de logística reversa que contemple tanto a rota empresarial, quanto a rota social. Por fim, sugere-se ações compartilhadas para a eficácia de um modelo compartilhado.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa, gestão de resíduos, resíduos eletroeletrônicos.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e os avanços tecnológicos trouxeram como conseqüência o aumento e diversificação da produção, bem como a expansão de vendas de equipamentos elétricos e eletrônicos no mundo. A incessante busca por inovações tecnológicas tem proporcionado a modernização dos desktops e a inserção no mercado de uma modalidade recente de computadores pessoais, os notebooks e netbooks.

Segundo dados do IDC (2010) do ano de 2008 para o ano de 2009 houve uma queda na venda dos computadores pessoais (PC's) e um aumento na procura pelos netbooks e notebooks. Ainda de acordo com a IDC (2010) o mercado de PC's fechou 2009 com cerca de 11 milhões de unidades vendidas no Brasil. A previsão é que em 2010 o mercado de PCs deva crescer aproximadamente 16%, atingindo cerca de 12,8 milhões de unidades comercializadas, com destaque para o aumento nas vendas de computadores portáteis.

Em 2010 espera-se um crescimento de 22% nas vendas globais de microcomputadores atingindo cerca 376,6 milhões de unidades, sobre o total de 308,3 milhões de máquinas vendidas no ano de 2009, segundo dados da consultoria Gartner (Valor Online, 2010). No primeiro trimestre de 2009, os líderes de venda mundiais, no segmento de informática, foram as empresas HP, Dell e Acer, em primeiro lugar, a HP com 20,5% das vendas

em todo o mundo, ou seja, o equivalente a cerca de 13 milhões de unidades. Dell e Acer aparecem em segundo e terceiro lugares, registrando 13,6% e 11,6% respectivamente (IDC, 2009).

O cenário brasileiro destoou um pouco da realidade mundial, o ano de 2009 foi marcado por uma queda sutil de vendas de desktops para o setor corporativo. Esta queda ocorreu devido ao aumento do dólar e redução de crédito. Todavia, no final do ano ocorreu uma recuperação devido a isenção de impostos para o setor e novas linhas de crédito, com programas de inclusão digital para professores (IDC, 2010), o que aqueceu a cadeia de suprimentos de computadores no Brasil.

De acordo com Parra e Pires (2003), a cadeia de suprimentos de computadores apresenta alguns pontos críticos de gerenciamento que, apesar de não serem exclusivos desse tipo de indústria, acabam sendo potencializados pelas constantes inovações inerente ao segmento da tecnologia de eletroeletrônicos. Os pontos mencionados pelos autores são:

- curtos ciclos de vida;
- grande número de produtos;
- baixa previsibilidade da demanda;
- grande variabilidade do mercado;
- grande customização de atendimento;
- muitos canais de fornecimento.

Ainda de acordo com esses autores, a inovação estabelece o tempo de vida útil dos computadores em função da substituição de produtos antigos por outros mais modernos, independentemente do fato de estar ou não funcionando. Outro quesito é a diversidade de modelos de um mesmo produto visando atender distintas necessidades do cliente. A baixa previsibilidade da demanda é minimizada pela demanda gerada pela própria empresa ao lançar novos produtos e/ou modelos. Este último, acaba por ocasionar a grande variabilidade do mercado, que tende a se expandir por meio de equipamentos e valores mais acessíveis ao público. A customização e os muitos canais de fornecimento, por sua vez, podem ser compreendidos como uma resposta a variabilidade de produtos e mercados.

Segundo Leite, 2009, novas tecnologias são disponibilizadas no mercado e aparelhos são substituídos com uma frequência cada vez maior, o volume de “lixo eletrônico” cresce rapidamente. A rapidez de obsolescência desses materiais aumenta progressivamente e muitas vezes eles tornam-se “ultrapassados” antes mesmo de saírem das lojas, o que representa um grande problema para empresas, sociedade e meio-ambiente (BORGES,2007; ABINEE,2007 apud LEITE, 2009).

1. ASPECTOS AMBIENTAIS DA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A troca dos computadores antigos por modelos mais modernos tem gerado um tipo específico de resíduo sólido urbano, os denominados resíduos tecnológicos, lixo *high tech*, e-lixo ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). A IDC estima que até 2010, 955 milhões de computadores serão descartados. Esses produtos contêm materiais que podem ser reciclados e recuperados, além do mais, estes equipamentos apresentam substâncias poluentes tóxicas e nocivas à saúde humana como os metais pesados. O chumbo, um metal pesado altamente nocivo à saúde humana, compõe cerca de 25% do peso dos tubos de imagem na forma de óxido de chumbo (ITAUTEC, 2008). O manuseio ou descarte incorreto dos REEE podem contaminar o solo e das águas subterrâneas, causando problemas à saúde humana e ao meio ambiente.

Estudos recentes têm evidenciado que locais próximos à áreas de destinação de resíduos eletroeletrônicos na China apresentaram teores elevados de contaminação por metais pesados como chumbo e cádmio. De acordo estudos realizados pro Jiagn *et al* (2008) o consumo de cádmio em amostras de uma plantação de arroz, próxima a uma área de destinação de resíduos eletroeletrônicos chegava a ser 70% superior ao valor máximo orientado pela organização americana FAO (Food and Agriculture Organization). Outros autores enfatizam que, inclusive os limites chineses são desrespeitados (Chen *et al*, 2010).

Em um estudo de caso realizado no Brasil, a respeito do ciclo de vida do cobre, foi enfatizado que cerca de 28% de todo cobre comercializado seja destinado à cadeia de resíduos eletroeletrônicos. Apesar de ser um

metal nobre, este estudo ainda enfatiza que não há no país tecnologia disseminada para o recolhimento e reprocessamento desse cobre (TANIMOTO, *et al*, 2010).

Estudos recentes apontam que os Estados Unidos exportam cerca de 80% dos seus REEE para países menos desenvolvidos, como China e Brasil (Estadão, 2008). Muitos países seguem esse exemplo, contratando empresas para destinar o lixo eletrônico para países menos desenvolvidos, mesmo cientes de que este tipo de comercialização não é permitido por instrumentos legais.

Nesse sentido, o Greenpeace, realizou um estudo chamado *Poisoning the poor – Electronic Waste in Ghana* (Envenenando os pobres – Lixo eletrônico em Gana), e alertou que muitos países alegam estar enviando computadores à economias pobres para ajudá-los com reuso dessas máquinas, promovendo acesso à internet e a novas tecnologias. No entanto esse estudo revela que os computadores que chegam à África não podem ser reutilizados e viram imediatamente lixo.

O projeto para a desmontagem de equipamentos deve estar vinculado à facilidade de manutenção do produto durante o uso, o que contribui para sua durabilidade. Para que ocorra a reciclagem e/ou recondicionamento em produtos formados por muitos componentes, como os computadores, a separação dos materiais é muito importante para permitir o reuso. (FRANCISCO JUNIOR, 2003). Na Tabela 1 são apresentados os componentes básicos de um computador.

Tabela 1: Componentes básicos de um computador

GRUPO	PLATAFORMA	CONFIGURADORES
COMPONENTES		Microprocessador
	Chassis	Memória
	Teclado	Disco rígido
	Placa processadora	DVD drive
	Placa gráfica	Floppy drive
	Embalagem	CD drive
	Documentação	Placa de fax/modem
	Software	Placa de rede

Fonte: Parra e Pires (2003).

A vida útil de computadores é muito curta, não sendo aproveitada toda sua capacidade pelos usuários, se tornando obsoletos pelos consumidores, por desejarem máquinas com maior potencial de inovação. Com isso, no Brasil, a maioria desses resíduos tem como destino os aterros sanitários, embora passíveis de reciclagem e reutilização. Esses dispositivos eletrônicos contêm metais nobres como ouro, prata e cobre que podem reaproveitados. A Tabela 2 apresenta a composição de um computador que é constituído por materiais reaproveitáveis.

Tabela 2: Composição de resíduos de computadores.

COMPONENTE	PERCENTUAL/COMPUTADOR
Metais Ferrosos	32%
Plástico	23%
Metais não-ferrosos (chumbo, cádmio, belírio, mercúrio)	18%
Vidro	15%
Placas eletrônicas (ouro, platina, prata e paládio)	12%

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2007

Conforme apresentado na Tabela 2, pode-se verificar que são praticamente equivalentes os percentuais de metais nobres (12%) e metais perigosos (18%). O valor agregado dos metais nobres, no entanto, parece ser o principal aspecto motivador da reciclagem no país.

Segundo Macohin, (2007) um estudo coordenado pela Universidade das Nações Unidas (2007), revela que para se construir um único PC, são utilizados cerca de 1800Kg (Um Mil e Oitocentos quilos) de materiais dos

mais diversos tipos, sendo que, desse total, 1500 Kg (Um mil e Quinhentos quilos) somente de água na fabricação, 240 (Duzentos e Quarenta) são de combustíveis fósseis e 22kg (Vinte e Dois quilos) de produtos químicos.

A questão do lixo eletrônico vem ganhando destaque no âmbito do poder público, que tem investido ações no intuito de estabelecer Leis mais rigorosas impondo limites. Com isso, cresce o numero de legislações ambientais no cenário mundial e entre as mais significativas são a diretriz Waste, Electrical and Electronic Equipment (WEEE), aprovada pelo parlamento europeu em 2002, que estabelece quotas de recuperação de produtos e redução na quantidade de lixo eletrônico que chega aos aterros. Da mesma forma a diretriz Restriction on the use of Hazardous Substances (ROHS), que entrou em vigor em 2006, com finalidade de evitar ou diminuir a quantidade de produtos tóxicos e metais pesados que ingressam na União Européia (LEITE, 2009).

Em alguns estados brasileiros estabeleceram legislações que tratam da política de REEE, onde há muitas discussões sobre a responsabilidade de cada ator no ciclo de vida do produto. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) introduz a Logística Reversa para esses resíduos, atribuindo a responsabilidade pós-consumo aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. Esta pesquisa tem por objetivo o mapeamento da Logística Reversa dos computadores no Brasil.

Nesse contexto, Miguez *et al* (2007) afirmam que:

“é possível aplicar a Logística Reversa no processo produtivo, obtendo benefícios ambientais, sociais e também econômicos para a empresa. Os benefícios ambientais podem ser percebidos pela economia na utilização de recursos minerais; pela redução de materiais nos aterros sanitários; pela diminuição de processos químicos que agridem o meio ambiente e; pela opção dada, para outras empresas, em relação ao destino de seus produtos e equipamentos após o uso.”

2. ASPECTOS TÉCNICOS E SOCIAIS DA RECICLAGEM DE COMPUTADORES NO BRASIL

A inclusão digital tenta levar à todas as pessoas o acesso às tecnologias de informação e comunicação (TICs), dando suporte para melhoria das condições de vida da população. A Inclusão Digital para acontecer é necessário que o cidadão tenha o conhecimento do uso dessa ferramenta e fazer dela, instrumentos, meios e linguagens buscando desenvolver ações diversas visando à informação.

Foi instituído em 2004, no Brasil, o Projeto Computadores para Inclusão, que compõe a política de inclusão digital do Governo Federal. Esse Programa tem por finalidade fornecer a escolas públicas e bibliotecas equipamentos de informática reconicionados, em plenas condições operacionais. Para realização deste, foram criadas oficinas denominadas Centros de Reconicionamento de Computadores (CRCs), espaços físicos adaptados para o processo de recepção de equipamentos usados, triagem, reconicionamento, armazenagem, entrega e descarte ambientalmente correto de componentes não aproveitáveis

Os computadores a serem reconicionados no projeto são doados por órgãos da administração pública federal amparados pelo Decreto nº 99.658/90, alguns dos doares são: ABIN - Agência Brasileira de Inteligência, AGU - Advocacia Geral da União, ANA - Agência Nacional de Águas, Anatel - Agência Nacional de Telecomunicações, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Imprensa Nacional, Justiça Federal, Processadores Intel, Receita federal entre outros (Governo Federal, 2010).

O primeiro Centro de Reconicionamento de Computadores do Projeto Computadores para Inclusão, CRC-Cesmar, foi inaugurado em junho de 2006, na cidade de Porto Alegre (RS). Em 2007, iniciaram suas atividades os CRCs Gama, em Brasília (DF), e Oxigênio, em Guarulhos (SP). A unidade de Belo Horizonte (MG) entrou em operação em junho de 2008, e a do Recife (PE) em outubro de 2009. Os CRCs do Pará, em Belém, e Bahia, em Lauro de Freitas, encontram-se em processo de implantação (Governo Federal, 2008, 2009).

De acordo com dados do Governo Federal, de fevereiro de 2010, o Quadro 1 apresenta a quantidade de jovens formados / em formação dos CRCs criados pelo governo Federal. Esses centros oferecem a oportunidade de formação profissional aos jovens promovendo com isso, não só a inclusão digital, favorecendo também a inclusão social dos beneficiados com os centros. O Quadro 2 apresenta a quantidade de computadores aprovados para doação e os projetos aprovados.

Quadro 1: Número de jovens atendidos pelo projeto.

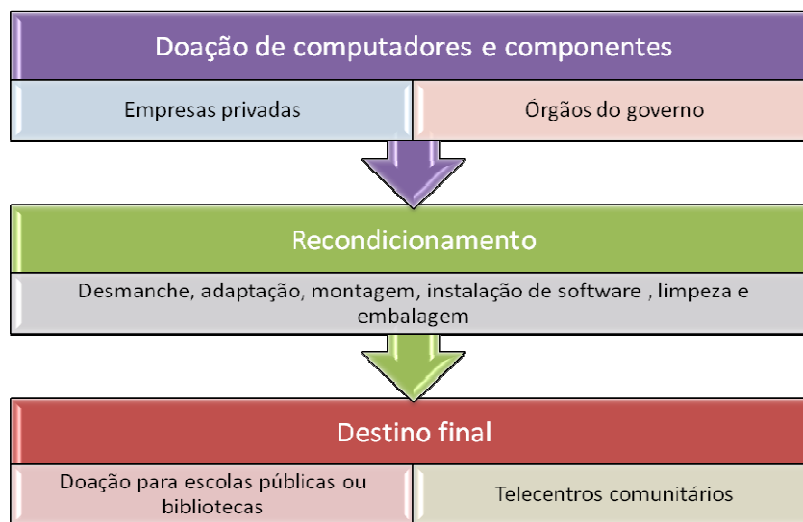
CRCs	FORMADOS	EM FORMAÇÃO
CESMA/ Porto Alegre	62	70
GAMA/DF	778	20
OXIGÊNIO (Guarulhos/SP):	350	80
BH DIGITAL (Belo Horizonte):	369	140
RECIFE (Recife/PE):	105	110

Quadro 2: Número de computadores doados para o projeto.

	2007	2008	2009
COMPUTADORES APROVADOS PARA DOAÇÃO	1.899	6.366	4.710
PROJETOS APROVADOS	163	486	381

A Figura 1 mostra o processo do acondicionamento de computadores, da doação até a destinação final. O processo é simples e vários atores (órgãos públicos e privados) são envolvidos nesse sistema.

Figura 1: Fluxograma da reciclagem de acondicionamento de computadores pelo Governo Federal.



3. ESTRATÉGIA PARA RECICLAGEM NAS PRINCIPAIS EMPRESAS BRASILEIRAS

As empresas de computadores no Brasil estão tendo a iniciativa de gestão ambiental para destinar adequadamente seus produtos obsoletos, seja por meio de políticas de reciclagem, em que após a separação desses equipamentos, estes podem ser colocados no processo de produção novamente, na recuperação desses equipamentos para posterior doação ou por tecnologias apropriadas para fabricação de equipamentos que degradam menos o meio ambiente, com extinção ou diminuição de alguns materiais nos processos de produção e embalagem.

As empresas analisadas estão empenhadas na busca da sustentabilidade ambiental, com uso de tecnologias inovadoras, que assegure a qualidade dos produtos, melhorando a qualidade de vida de toda população.

3.1. Dell

A empresa Dell tem realizado campanhas para arrecadação de computadores usados. A empresa oferece duas opções de destinação final:

- Doação: o computador é doado à National Cristina Foundation para ajudar crianças e adultos portadores de deficiências e economicamente carentes. A fundação coleta o computador na porta da casa do consumidor e dá a ele um bom uso na sua comunidade.
- Reciclagem: a Dell oferece métodos ecológicos de descarte de equipamentos de computação obsoletos, incluindo teclado, mouse, monitor e impressora (somente para produtos da marca Dell). E a coleta também é realizada na casa do consumidor.

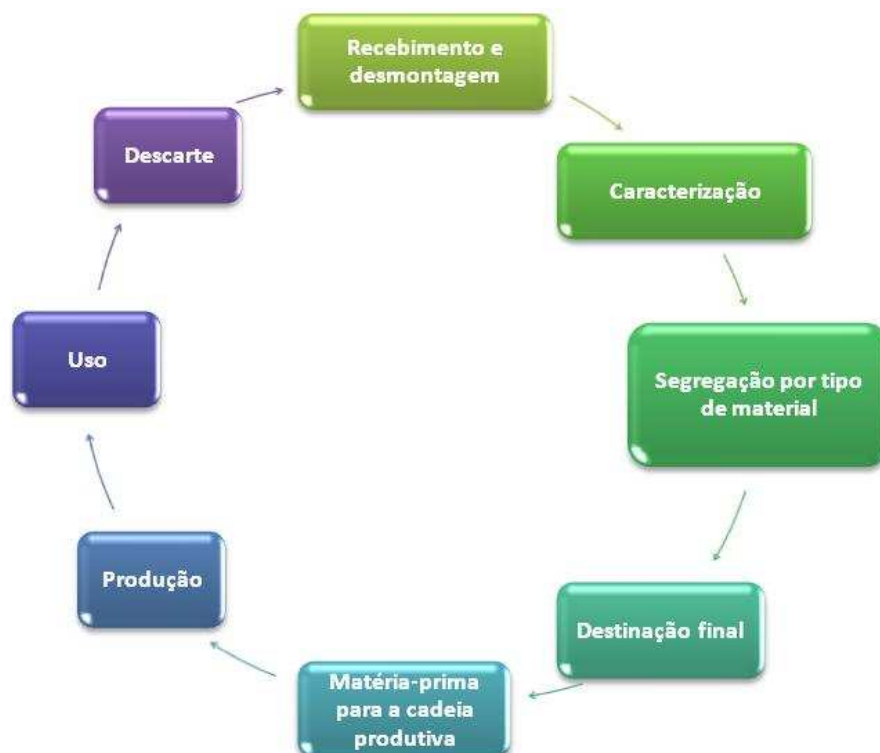
3.2. Itaotec

O relatório anual de sustentabilidade da Itaotec (2009) apresenta que foram vendidos, no referido ano, cerca de 433,7 mil máquinas (sendo 229 mil de notebooks e netbooks – um aumento de 7,4% em relação a 2008).

No primeiro trimestre de 2010, a Itaotec apresentou um crescimento de 14,8% em relação ao mesmo período do ano anterior, com destaque para o aumento da participação de notebooks no total das vendas de 43,0% para 51,2%, acompanhando a tendência do mercado.

A empresa brasileira Itaotec apresenta uma política de coleta e reciclagem de computadores obsoletos, promovendo uma alternativa de descarte responsável. Os equipamentos são recebidos, desmontados, descaracterizados, pesados e após segregação das partes por tipo de material, cada um é encaminhado a recicladores homologados e específicos para o processamento e destinação final. Ao reciclar, essas matérias-primas são reinseridas na cadeia para a produção de novos produtos (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma da reciclagem de acondicionamento de computadores pelas empresas



No ano de 2007, foi construído na fábrica da Itaotec um centro de reciclagem de 715 m², no qual foram investidos R\$ 350 mil. Segundo dados da Itaotec (2008) no centro de reciclagem da unidade fabril em Jundiaí (SP), a Itaotec separou, prensou e acondicionou diversos materiais recicláveis – 100% de todos os resíduos

gerados no local – posteriormente encaminhados para terceiros que possuem licença ambiental para a atividade de processamento e reciclagem.

No ano de 2008 a receita acumulada de R\$ 334 mil, geradas pela reciclagem, cobriu 72% das despesas decorrentes da atividade, esse número diminuiu para 56% no ano de 2009 em virtude da crise econômica que reduziu o valor comercial dos materiais gerados no processo de desmontagem e separação. Em 2009 foram reciclados 527,7 toneladas de resíduos eletroeletrônicos, um aumento de 13% em relação a 2008.

No final do ano exercício de 2009, as placas de circuito foram fabricadas de acordo com a diretiva RoHS, sem chumbo em sua composição. No mesmo ano os produtos de informática passaram a ser registrados na Eletronic Product Environmental Assesment Tool (EPEAT) pertencente à Agência de Proteção Ambiental Americana (APA). As embalagens para desktops e notebooks foram redimensionadas para utilizar menor quantidade de papelão (redução de 54%).

Os materiais sujeitos à comercialização são destinados somente a empresas que possuam processos seguros e aprovados por auditoria ambiental da Itautec. A empresa ainda conta com o canal disk meio-ambiente, no qual as pessoas podem encaminhar os computadores para reciclagem. No ano de 2008, a empresa teve duas ligações de pessoas físicas sendo esse número aumentado para cerca de 60 pessoas, no ano de 2009, interessados na política de Logística Reversa da empresa.

No ano de 2010, a empresa participa, juntamente com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABIEE), das discussões no Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) para a elaboração de uma regulamentação da recém-aprovada Política Nacional de Resíduos Sólidos na câmara, e ainda será submetida à aprovação pelo senado, que disciplina a destinação ambientalmente adequada dos resíduos eletroeletrônicos. A companhia ainda não dispõe de políticas de reciclagem para placas eletrônicas, sendo enviadas 22,8 toneladas no ano de 2008 e de 39,8 no ano de 2009 para reciclagem em Cingapura e na Alemanha.

3.3. IBM

A produção da empresa IBM apresenta variações em função, principalmente dos contratos de leasing. Existem outras opções de venda dos produtos como o trade-in (no qual o cliente compra uma máquina nova e a usada é recebida para ser recondicionada ou quebrada dentro do processo).

Como prática da empresa para destinação final a empresa apresenta um Banco que faz os contratos de leasing com diversos clientes e quando estes equipamentos retornam é efetuado o processamento, são revisados e realizado o recondicionamento e são colocados para uso do mercado por meio de venda realizada na sua homepage (Figura 3). São recebidas cerca de 1000 unidades ao ano (incluindo desktops, monitores e portáteis), provenientes dos contratos de leasing e do trade-in. A empresa possui uma política de reciclagem e são certificados pela ISO 14001.

Segundo informações fornecidas pela empresa, as máquinas que não têm mais mercado, é realizada a manufatura (ou manufatura reversa ou desmantelamento). Nesta etapa são separados os *commodities* (materiais recicláveis tais como: plásticos, metais, etc) e vendidos para fornecedores ambientalmente qualificados, que garantem a reciclagem. Outros materiais são separados e tratados, como baterias, monitores de vídeo, etc. As placas de circuito impresso são recicladas e retirados os metais preciosos.

Figura 3 – Fluxograma da reciclagem de recondicionamento de computadores pela empresa IBM



3.4. HP

A HP possui programas de reciclagem e tem como meta mundial reciclar e reutilizar 450.000 toneladas de produtos eletrônicos e materiais até 2010. Em média, os notebooks produzidos pela empresa são até 90% recicláveis ou recuperáveis em peso e os produtos foram desenvolvidos para simples desmontagem a fim de facilitar o processo de separação de materiais, bem como reaproveitamento e envio destes para a reciclagem.

A política de sustentabilidade da empresa aborda a fase de concepção do produto, a seleção de materiais (inovadores, menos nocivos, reciclados e recicláveis, e em menor quantidade), a redução do uso de energia e água necessárias para sua produção, uma logística sustentável, embalagens econômicas, além de coleta e destinação adequadas tanto para os resíduos oriundos da produção quanto para os equipamentos descartados por nossos clientes.

A HP apresenta uma política de incentivo ao descarte de seus equipamentos antigos e obsoletos de forma ambientalmente correta e segura através de seu Programa de reciclagem e Campanhas de Trade In.

Os equipamentos a serem reciclados passam por um processo rígido de desmontagem, separação de suas partes segundo o tipo (plástico, metal, borracha) e trituração. Depois de triturados, os resíduos são transformados em matéria-prima e reinseridos na cadeia produtiva de outros novos produtos.

A HP apresenta desde de 2002 um programa de reciclagem de baterias. As baterias utilizadas nos produtos são fabricadas com lítio/íon, um material não-tóxico e isento de controle pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis).

As baterias de servidores e UPS, compostas por chumbo-ácido, são enviadas diretamente para parceiro HP, que providencia a separação e reutilização deste material em outras baterias.

3.5. Positivo

A Positivo Informática é a maior fabricante de computadores do Brasil e líder no segmento de tecnologia educacional devido ao programa de venda de computadores a preços subsidiários ao governo Federal para uso em escolas públicas

Dados presentes na apresentação de resultados POSITIVO 1T10 (2010) registrou um volume de 425,7 mil PCs vendidos no primeiro trimestre de 2010 (1T10), crescimento de 31,8% em relação ao 1T09 para usuários domésticos. Para os clientes do governo Federal foi registrado um crescimento de 109,7% e de 190,5% em relação ao 1T09 e ao 4T09, respectivamente. Este aumento significativo é justificado pela entrega de laboratórios de informática para escolas da rede pública. A receita bruta do 1T10 teve um crescimento de 31,7% em relação ao mesmo período de 2009.

A política ambiental e a gestão de resíduos da Positivo Informática teve início no ano 2000 tendo como objetivos a redução da geração de resíduos e na prevenção da poluição. Entre as medidas adotadas para atingir o objetivo proposto destacam-se: o uso de novos materiais na fabricação de computadores, o aproveitamento, o consumo de fontes alternativas de água e a reciclagem de materiais aproveitáveis

A empresa criou em 2008 uma fábrica de placas-mãe livre de chumbo e a adoção de embalagens de papel reciclado. Além disso, a empresa, em parceria com a Universidade Positivo, realiza a Análise do Ciclo de Vida de um produto, o que inclui as etapas de extração e o processamento de matérias-primas, fabricação, embalagem, transporte, distribuição, uso, reciclagem ou reutilização até a disposição final. As empresas (de tratamento, gerenciamento da coleta e transporte até a sua destinação final), para as quais são encaminhados os resíduos, são continuamente avaliadas e auditadas.

A empresa recebe as máquinas obsoletas por meio da rede de assistências técnicas e tem como proposta colaborar para o aumento do número de computadores com destinação final adequada além de incentivar as doações de equipamentos com bom estado de conservação.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização dos fluxos principais da Logística Reversa

As empresas Dell e a Itautec adotam procedimentos similares com o emprego de tecnologias ambientalmente adequadas para reciclagem de equipamentos de informática, promovendo o descarte adequado dos rejeitos. A Itautec se preocupa ainda com as embalagens utilizadas nos produtos novos, diminuindo o percentual de material empregado nessa etapa. A IBM e a HP adotam a campanha *Trade in*, onde utiliza o equipamento usado como desconto na compra de um equipamento novo, desenvolvem produtos que facilitam a desmontagem para agilizar o processo de separação de materiais, reaproveitamento e envio destes para a reciclagem. A empresa Positivo, por sua vez, trabalha com tecnologias sem o metal pesado chumbo e com o uso de papel reciclado em embalagens e incentiva a doação de computadores em bom estado de conservação.

As placas de circuito impressos ainda são um desafio para os fabricantes brasileiros. Dado que sua composição é heterogênea, não existe uma solução sustentável para sua destinação final e, portanto, elas têm de serem exportadas para países como a Alemanha e Cingapura.

4.2. Proposta de sistema de Logística Reversa para reciclagem de computadores e componentes

O processo da Logística Reversa de resíduos eletroeletrônicos ainda é um assunto pouco abordado no Brasil. Algum avanço tem sido observado no campo de análise do impacto potencial e efetivo da contaminação ambiental por metais pesados. Além do ganho ambiental alcançado com a redução da contaminação do solo e dos lençóis freáticos pelos metais pesados presentes nos REEE, um aspecto relevante é a agregação de valor aos resíduos, que pode resultar na geração de competitividade no mercado. Esse último tópico pode ser otimizado por meio de ferramentas como o sistema proposto na Figura 4, apresentada a seguir.

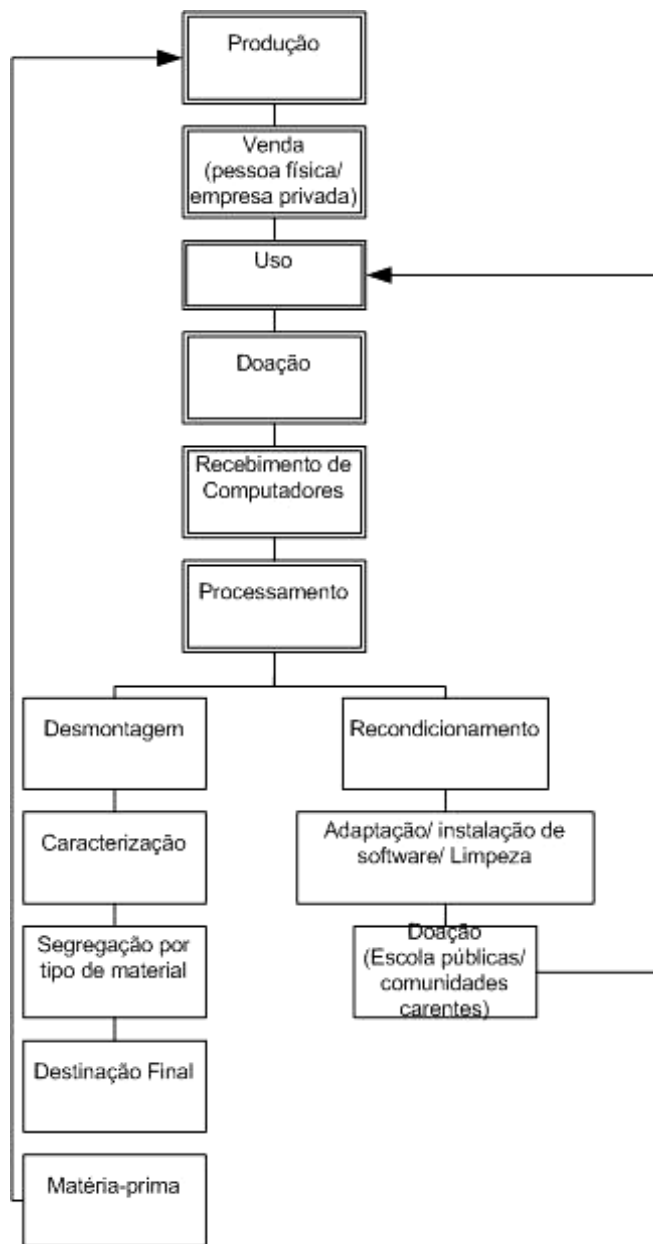
Um sistema de Logística Reversa adequada deve ser uma associação tanto das soluções propostas pelo governo Federal quanto pelas empresas que fabricam as máquinas. A Figura 04 apresenta uma proposta de sistema para a Logística Reversa a ser aplicada pelas empresas produtoras e recicladoras de computadores e componentes.

Conforme apresentado na Figura 4, o sistema tem como base a doação de equipamentos apreendidos por operações de fiscalização ou pós-consumo, segundo procedimento desenvolvido nos CRC's implantados no país. Não há processo de comercialização, mas sim capacitação dos agentes envolvidos com a desmontagem, montagem e remanufatura reversa dos equipamentos recondicionados.

As duas rotas principais do modelo propõem, por um lado o recondicionamento de equipamentos pós-consumo para fins de atendimento à unidades de inclusão digital e, por outro lado, a desmontagem e segregação de materiais com vistas a reinserção na cadeia produtiva de eletroeletrônicos. Cabe ressaltar que esta segunda rota tende a fomentar o comércio de equipamentos e componentes, cujo fim social também pode ser observado por meio da redução do custo final dos produtos.

Os resultados apresentados pelas empresas, que praticam a reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos, mostraram que as unidades de reciclagem são praticamente auto-sustentáveis. Todavia, elas são susceptíveis às variações do mercado no que se refere à compra dos materiais separados para a reciclagem. Entretanto, diferentemente das expectativas, a prática da reciclagem encontra-se restrita às grandes empresas e são poucos os usuários que conhecem as políticas de reciclagem promovidas pelas grandes empresas e pelo governo Federal.

Figura 4: Proposta de sistema de logística reversa de computadores e componentes.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, com base na prática de empresas consolidadas no mercado e a proposta dos CRCs implantados, verifica-se que o intercâmbio de experiências é viável nos dois nichos estudados (setor empresarial e a prática social). Tanto as empresas privadas necessitam investir em responsabilidade pós-consumo e praticar a logística reversa, quanto as iniciativas das políticas públicas, como os CRCs podem e devem contribuir para o desenvolvimento socioambiental.

5. CONCLUSÃO

A prática da LR nas indústrias privadas fabricantes de computadores no Brasil, apesar de recente, já é uma política adotada nas principais empresas do setor. Ainda em trâmite no senado, a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que discorre sobre a LR e a destinação final dos eletroeletrônicos, irá

servir como ferramenta disciplinar responsabilizando as empresas pelos seus resíduos produzidos e fazendo com que a LR abranja os demais fabricantes.

O programa do governo federal de inclusão digital aliado a prática da LR adotadas pelas indústrias de REEE pode vir a ser um solução interessante tanto para resolver a problemática da geração de resíduos tóxicos, como para proporcionar a geração de emprego e renda, bem como possibilitar à comunidades carentes o acesso ao meio digital, como tem sido verificado nas principais capitais do país.

REFERÊNCIAS

1. CHEN, Y., TANG, X., SHEN, C., SHI, D., CHEEMA, S.A., KAHN, M.I. ZHANG, C., Heavy metal and persistent organic compound contamination in soil from Wenling: An emerging e-waste recycling city in Taizhou area, China. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 173, Issues 1-3, 15 January 2010, Pages 653-660
2. ESTADÃO. *EUA exportam 80% dos seus resíduos eletrônicos*. *Jornal O Estado de São Paulo*, 2009. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,eua-exportam-80-dos-seus-residuos-eletronicos,408584,0.htm> Acesso em junho de 2010.
3. FRANCISCO JUNIOR, F., GIANNETI, B. F. ALMEIDA, C. M. V. B. *Ecologia Industrial: Projeto para Meio Ambiente*. *Revista de Graduação da Engenharia Química*, Ano 6, Nº 12, Jul-Dez 2003, São Paulo. Disponível em <http://www.hottopos.com/regeq12/art5.htm> acesso em julho de 2010.
4. Governo Federal, Programa Computadores para Inclusão, *Belo Horizonte ganha Centro de Recondicionamento de Computadores*. 2008. Disponível em <http://www.governoeletronico.gov.br/noticias-e-eventos/noticias/belo-horizonte-ganha-centro-de-recondicionamento-de-computadores> Acesso em junho de 2010.
5. Governo Federal, Programa Computadores para Inclusão, Principais Doadores. 2010. Disponível em <http://www.computadoresparainclusao.gov.br/principais-doadores.php> Acesso em Junho de 2010.
6. Governo Federal, Programa Computadores para Inclusão, *Recife ganha Centro de Recondicionamento de Computadores*. 2009. Disponível em <http://www.governoeletronico.gov.br/noticias-e-eventos/noticias/recife-ganha-centro-de-recondicionamento-de-computadores> Acesso em junho de 2010.
7. GREENPEACE, *Poisoning the poor – Electronic Waste in Ghana 2008* Disponível em <http://www.greenpeace.org/international/en/news/features/poisoning-the-poor-electroni/> acesso em junho de 2010.
8. IDC – Brasil – International Data Corporation, *Estudo da IDC anuncia que foram comercializados cerca de 11 milhões de computadores em 2009*. Disponível em http://www.idclatin.com/news.asp?ctr=bra&year=2010&id_release=1658 Acesso em junho de 2010.
9. IDC - International Data Corporation, *HP Takes the Lead in U.S. PC Market as Consumer Shipments Beat Expectations, According to IDC*. Disponível em <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS21797609> acesso em junho de 2010.
10. ITAUTEC. *Gestão Ambiental*, 2008. Disponível em www.itaute.com.br/iFileExplorer/.../2008/Gestao%20Ambiental-port.pdf Acesso em junho de 2009.
11. ITAUTEC. Relatório Anual de Sustentabilidade 2008. São Paulo, 2008
12. ITAUTEC. Relatório Anual de Sustentabilidade 2009. São Paulo, 2009
13. ITAUTEC. *Relatório da Administração – 1º trimestre de 2010*. Disponível em <http://www.itaute.com.br/iExtras/VerConteudo.aspx?idCanal=11&idAlias=187&idIdioma=3&idPagina=493&idConteudo=18643> acesso em junho de 2010
14. JIANG, G., FU, J., ZHOU, Q., LIU, J., LIY, W., WANG, T., ZHANG, Q., High levels of heavy metals in rice (Oryza sativa L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. *Chemosphere*, vol. 71, no 7, 2008.
15. MACOHIN, A. A sustentabilidade na informática – reciclagem e eliminação dos produtos tóxicos das peças de computadores. 2007. Disponível em <http://direitoerisco.com/site/artigos/A%20Sustentabilidade%20na%20Inform%Etica%2096%20Reciclagem%20e%20Elimina%E3o%20dos%20Produtos%20TxF3xicos%20das%20PeE7as%20de%20Computadores%20-%20Aline%20Macohin.pdf> Acesso em julho de 2010.
16. MIGUEZ, E, MENDONÇA, F. M.; VALLE, R. A. B. Impactos ambientais, sociais e econômicos de uma política de Logística Reversa adotada por uma fábrica de televisão – um estudo de caso. In XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Foz do Iguaçu, PR, 2007

17. PARRA, P.H. E PIRES, S.R.I., Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. Gestão & Produção. vol.10 no.1 São Carlos, 2003.
18. POSITIVO INFORMÁTICA. Relatório Anual. Paraná, 2008
19. POSITIVO INFORMÁTICA. Relatório Anual. Paraná, 2008.
20. POSITIVO INFORMÁTICA. Relatório de Resultado 1T10. Paraná, 2010
21. POSITIVO INFORMÁTICA. Relatório de Resultado 1T10. Paraná, 2010.
22. PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007. Lixo eletrônico mundial cabe em trem capaz de dar a volta ao mundo. Disponível em <http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25>. Acesso em julho de 2010.
23. TANIMOTO, A.H., DURANY, X.G., VILLALBA, G. E PIRES, A.C. Material flow accounting of the copper cycle in Brazil. Resources, Conservation and Recycling, In Press, Corrected Proof, 2010
24. VALOR ONLINE. *Mercado mundial de PCs crescerá 22% em 2010* <http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/05/mercado-mundial-de-pcs-crescera-22-em-2010.html> Acesso em junho de 2010.