

OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO LIXO ELETRÔNICO E O USO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA MINIMIZAR OS EFEITOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE

Karen Maria da Costa Mattos (UFRN)

karenmattos@yahoo.com.br

KATTY MARIA DA COSTA MATTOS (USP)

ktmattos@terra.com.br

Wattson José Saenz Perales (UFRN)

wattson@ct.ufrn.br



A preocupação ambiental em relação aos resíduos oriundos do avanço tecnológico vem crescendo muito nos últimos anos devido liberação de substâncias tóxicas que podem poluir regiões inteiras. Ao serem jogados no lixo comum, as substâncias químicas presentes nos componentes eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, penetram no solo e nos lençóis freáticos contaminando plantas e animais por meio da água, podendo provocar a contaminação da população através da ingestão desses produtos. Visando a preservação ambiental, as empresas devem ter uma atuação mais efetiva quanto aos processos finais do ciclo de vida de seus produtos, principalmente os que poluem e são considerados descartáveis, exigindo a mobilização de conhecimentos técnicos e capacidade gerencial e analisando um melhor aproveitamento da logística reversa no contexto desse ciclo de vida. Atualmente, com o avanço tecnológico acelerado esse ciclo fica mais curto para os equipamentos de informática, o que pode gerar altos impactos ambientais com o lixo eletrônico resultante do processo de produção e consumo, causando danos ao meio ambiente e ao ser humano, conseqüentemente. Surgem, então, desafios e implicações na reorientação das estratégias empresariais, de forma a incorporar de maneira consistente a análise de uma cadeia produtiva sustentável e ambientalmente mais responsável.

Palavras-chaves: lixo eletrônico, meio ambiente, logística reversa, impacto ambiental, resíduos

1- Lixo eletrônico: uma preocupação ambiental

A preocupação ambiental em relação ao lixo eletrônico, velhos computadores, televisores, telefones celulares, equipamentos de áudio, baterias, entre outros, vem crescendo muito nos últimos anos, entre governos do mundo todo, pois este tipo de resíduo acaba liberando substâncias como o chumbo, que pode atingir o lençol freático e poluir regiões inteiras.

A área de informática não era vista tradicionalmente como uma indústria poluidora. Porém, o avanço tecnológico acelerado encurtou o ciclo de vida dos equipamentos de informática, gerando assim um lixo tecnológico que na maioria das vezes não está tendo um destino adequado. Assim, tem-se a questão do lixo tecnológico gerado na recuperação dos equipamentos de informática e, também, a possibilidade de abrir uma nova forma de captação de recursos fundamentada na economia em termos de emissão de carbono que a reciclagem dos equipamentos gera.

Ao serem jogados no lixo comum, as substâncias químicas presentes nos eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, penetram no solo e nos lençóis freáticos contaminando plantas e animais por meio da água. Dessa forma, os seres humanos podem ser contaminados pela ingestão desses alimentos. “As conseqüências vão desde simples dor de cabeça e vômito até complicações mais sérias, como comprometimento do sistema nervoso e surgimento de cânceres”, explica Antônio Guaritá, químico do Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade de Brasília (UnB), (CARPANEZ, 2007)

Um único monitor colorido de computador ou televisor pode conter até três quilos e meio de chumbo. Nos Estados Unidos, país para o qual as estatísticas são mais precisas, estimam-se que 12 toneladas do chamado e-lixo cheguem anualmente aos aterros sanitários. Além do chumbo, o e-lixo pode conter: uma imensa quantidade de outros componentes tóxicos como: o mercúrio, cádmio, arsênio, cobalto e tantos outros.

Segundo FRUET citado in (CARPANEZ, 2007), o perigo de lançar esses produtos na cesta de lixo é grande. Chumbo, cádmio e mercúrio, metais presentes no interior de algumas pilhas e baterias, podem contaminar o solo, lagos e rios, chegando finalmente ao homem. Se ingeridos em grande quantidade, os elementos tóxicos podem causar, também, males que vão da perda do olfato, da audição e da visão, até o enfraquecimento ósseo. “Os materiais não são biodegradáveis e, mesmo que tenham baixa quantidade de elementos tóxicos, podem fazer mal ao meio ambiente”, adverte o físico Délcio Rodrigues, diretor da entidade ambientalista GREENPEACE. “A reciclagem é a melhor saída.”

Esse lixo eletrônico ou “*e-waste*”, termo comumente utilizado nos Estados Unidos, ou “e-lixo” compreende produtos eletrônicos descartados ou obsoletos como PCs, TVs, VCRs, VCDs, celulares, aparelhos de som, aparelhos de fax, copiadoras, etc. Bem debaixo dos alegados benefícios e riquezas que as tecnologias da informação e da comunicação trouxeram para essa nova era, surge uma suja realidade. Segundo (CARPANEZ, 2007) existem 10 mandamentos para se evitar tanto lixo eletrônico:

1. **Pesquise:** Conheça o fabricante de seu produto, bem como suas preocupações ambientais e o descarte do bem de consumo mais tarde.

2. **Prolongue:** Cuide bem de seus produtos e aprenda a evitar os constantes apelos de troca, prolongue ao máximo sua vida útil.
3. **Doe:** Doe para alguém que vá usá-lo, além de ajudar, evita que alguém compre um novo.
4. **Recicle:** Procure por pontos de coleta que fazem reciclagem.
5. **Substitua:** Produtos que agregam várias funções, como uma multifuncional, consomem menos energia do que cada aparelho usado separadamente.
6. **Informe-se:** Torne-se adepto ao consumo responsável, sabendo as conseqüências que seus bens causam ao ambiente.
7. **Opte pelo original:** Cuidado com piratarias, os produtos não seguem políticas de preservação do ambiente.
8. **Pague:** Os produtos dos fabricantes que oferecem programas de preservação ambiental podem ser mais caros, vale a pena optar pela alternativa “verde”.
9. **Economize energia:** Opte pelo produto que consome menos energia.
10. **Mobilize:** Passe informações sobre lixo eletrônico para frente, pois muitos usuários de tecnologia não se dão conta do tamanho do problema.

Em vigor desde julho de 2002, a resolução 257 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente atribui às normas às empresas a responsabilidade sobre o material tóxico que produzem. Além de informar nas embalagens se o produto pode ou não ser jogado no lixo comum, os fabricantes e importadores serão obrigados a instalar postos de coleta para reciclar o lixo ou confiná-lo em aterros especiais. As empresas que não seguirem as regras podem receber multa de até R\$ 2 milhões. A questão é que a medida só se aplica as pilhas e baterias e nada fala sobre o resto dos aparelhos.

Segundo Gonçalves (2007), existe um paradoxo que tem que ser resolvido a curto prazo: como resolver a questão de uma produção cada vez mais crescente e um mercado que oferece equipamentos *high tech* cada vez mais acessíveis, com o tremendo desperdício de recursos naturais e a contaminação do meio ambiente causados pelo próprio processo de produção destes equipamentos e pelo rápido e crescente descarte dos mesmos? Seja pela sua rápida obsolescência ou por estarem danificados, esses materiais são descartados em aterros sanitários ou outros locais inapropriados. E quando há reciclagem desses materiais, essas iniciativas são as mais rudimentares e precárias. Somado a isso, não podemos dizer que há uma política de regularização destes detritos. No máximo, se há algo, é apenas um tímido conjunto de dispositivos legais que não atendem minimamente as reais necessidades de preservação ambiental, causando danos já devidamente constatados à própria saúde humana, inclusive nos países considerados desenvolvidos (GONÇALVES, 2007).

Ainda segundo o mesmo autor, apesar dos computadores estarem de fato cada vez mais acessíveis ao consumidor, ainda custam muito caro ao meio ambiente. O custo de sua produção e o seu impacto para o meio ambiente está aumentando. A partir dos resultados de um recente estudo realizado pela Universidade das Nações Unidas, sediada em Tóquio, liderado pelo professor Eric Williams, que dirigiu um projeto de pesquisa sobre os efeitos para o meio ambiente dos computadores pode-se constatar alguns de seus efeitos nocivos. O

relatório da pesquisa, com suas conclusões, foi publicado com o título "*Computers and the Environment: Understanding and Managing their Impacts*". Neste relatório o professor mostra quais são as reais consequências para o meio ambiente devido ao expressivo crescimento da produção, venda e descarte de computadores. A pesquisa mostra que os computadores gastam uma quantidade imensa de insumos, principalmente energia elétrica e matéria prima, em sua produção. A sua análise evidencia que, para a manufatura de um único computador, juntamente com seu monitor de 17", ambos pesando em média 24 kg, são necessários 10 vezes o seu próprio peso – 240 kg, em combustível fóssil, cerca de 22 kg de produtos químicos e 1.5 toneladas de água. Assim, no total, são necessários aproximadamente 1.8 toneladas da matéria prima para produzir um único computador.

Informações importantes, pois atualmente, a indústria de manufatura eletrônica é o setor da produção que mais cresce. Em termos de faturamento, só perde para a indústria petrolífera. Em função deste crescimento, combinado com a rápida obsolescência dos seus produtos o lixo eletrônico (*e-waste*) é, agora, o tipo de lixo que cresce mais rapidamente no mundo. Está começando a alcançar proporções desastrosas e, tardiamente, os países industrializados começaram a lidar com o problema.

Trata-se de um problema que não se relaciona apenas com o grande volume de equipamentos descartados, os milhões de computadores que vão parar nos lixões. É algo muito mais grave, um problema que surge a partir da imensa quantidade de componentes tóxicos que vão parar nesses lixões: o chumbo, mercúrio, cádmio, arsênico, cobalto, já citados anteriormente, e tantos outros e dos processos rudimentares de reciclagem utilizados por pessoas ou empresas que vão liberar tais componentes no meio ambiente.

Obrigando assim as empresas a usarem produtos considerados não tóxicos na produção, ou, simplesmente "exportarem" o *e-waste* para os países em desenvolvimento - principalmente a China, Índia e Paquistão. Exportar o lixo para países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento tem sido uma forma com a qual os países industrializados têm evitado lidar com o problema do custo elevado da disponibilização do lixo e com a questão do acompanhamento pela população do processo de produção e descarte. Acredita-se que 50 a 80 por cento do *e-waste* coletado para ser reciclado nos países desenvolvidos é simplesmente colocado em navios carregados de containers e destinados àqueles países. A "exportação" dos equipamentos para reciclagem tem sua razão de ser em um mundo onde a busca do lucro e a ganância de alguns, estão bem acima do bem estar da maioria. Devido ao baixo custo da mão-de-obra e pela completa falta de leis ambientais na Ásia, é 10 vezes mais barato reciclar um monitor na China, do que nos Estados Unidos. Pequenas unidades de desmonte na região de Nova Deli, na Índia, manuseiam cerca de 40 por cento do lixo eletrônico da Índia, sendo que metade do mesmo é importado ilegalmente dos Estados Unidos e Europa, segundo o representante do GREENPEACE naquele país, Ramapati Kumar. A maior parte do lixo está sendo enviado por empresas de reciclagem sob o pretexto de "reutilização e caridade" e, em algumas vezes, sob a forma de "mistura de fragmentos de metal" que pode ser importado, de acordo com as leis da Índia. (CARPANEZ, 2007)

Ainda segundo Kumar: "parte de equipamentos dos considerados grandes produtores, como a HP, IBM, Dell e Toshiba podem ser encontrados nos locais de reciclagem. Isto prova, diz ele, que os produtos retirados por estas empresas através de programas de reciclagem vão terminar nos países em desenvolvimento, através de comerciantes e empresas de reciclagem dos Estados Unidos e da Europa. A razão para isto, continua, é que custa US\$20 para reciclar um PC nos Estados Unidos, enquanto que apenas US\$2, na Índia." (CARPANEZ, 2007)

Em 1989, a comunidade mundial – estabeleceu a *Basel Convention*, um amplo e significativo tratado internacional sobre lixo nocivo, com o amparo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o “Movimento Através de Fronteiras de Lixo para Disponibilização Final” para impedir que as nações industrializadas da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) continuassem a despejar o seu lixo eletrônico em países menos desenvolvidos. Em 1992, o tratado tinha sido ratificado por 159 países. Os Estados Unidos, no entanto, justamente pelo fato de ser o país que mais polui o mundo, não quis ratificar o mesmo. Em 1994, grupos da *Basel Convention*, contando cerca de 60 países, concordaram em banir a exportação de lixo considerado nocivo para países não pertencentes à OECD. No entanto, estava claro de que isto não seria suficiente para evitar o transporte de lixo que os países afirmavam estar sendo exportado para fins de reciclagem. A China e mais 77 países não pertencentes à OECD pressionaram pesadamente para que o envio de lixo eletrônico para reciclagem, fosse banido. Como resultado, o *Basel Ban* foi adotado, prometendo um fim à exportação de lixo nocivo a partir das nações ricas pertencentes à OECD, para nações não pertencentes à OECD, a partir de 1997.

Os Estados Unidos declinou da sua participação. Além disso, os Estados Unidos tem pressionado governos na Ásia a estabelecerem acordos bilaterais de comércio para continuarem a despejar seu nocivo lixo após o *Basel Ban* começou a vigorar, em janeiro de 1998. Atualmente, cerca de 80% do lixo eletrônico produzido nos Estados Unidos é enviado para países pobres da Ásia.

As Nações Unidas iniciaram em 2007 um programa contra a poluição gerada pelo descarte de *hardware*. Uma nova aliança liderada pela ONU determinará diretrizes mundiais para a disposição de produtos, a fim de proteger o meio ambiente contra as montanhas de lixo eletrônico como computadores, celulares e televisores que são descartados (CARPANEZ, 2007).

Nesse contexto de polêmicas e discussões, surgem empresas que com medo de perder mercado consumidor, ou com preocupações sócio-ambientais verdadeiras, começam a tomar atitudes frente ao problema do lixo eletrônico. Uma empresa que procura seguir a linha de empresa ambientalmente responsável é a fabricante de celulares Nokia, que há mais de dois anos conquistou sua certificação de meio ambiente. Cada caixa de produto que deixa a empresa traz explicações sobre o descarte correto da bateria e orientação sobre a rede de coleta dos dispositivos, hoje presente em mais de 600 pontos espalhados pelo País. Depois de realizar a coleta, a Nokia declara que encaminha o produto para a Europa, para que substâncias como cádmio, aço e níquel sejam reaproveitadas, e o plástico e os circuitos internos sejam incinerados para a geração de energia elétrica. "O País vive um processo ainda novo de conscientização, mas nós fazemos o nosso papel como fabricante", garante Manuel Lins Junior, gerente de serviços e suporte da Nokia para a América Latina.

2 - Lixo eletrônico e os principais problemas causados ao meio ambiente

Quando indústria e governo dizem que uma de suas prioridades atuais é não apenas dar tratamento aos resíduos de produtos eletroeletrônicos e de informática, mas também evitar a sua geração é preciso olhar essa situação com mais cautela. A Organização das Nações Unidas calcula que pelo menos 130 milhões de computadores são vendidos mundialmente.

Estudos apontam que uma pessoa que vive até os 70 anos chega a gerar mais de 20 toneladas de lixo. Com o avanço do mercado tecnológico, esse cidadão tende a engordar este número com um volume expressivo de descarte de produtos e acessórios relacionados à telefonia móvel, fotografia digital, impressão, computação pessoal, identificação por radiofrequência (RFID) e por aí vai.

Problemas causados por alguns componentes do e-lixo, de acordo com Gonçalves (2007):

“Chumbo

O chumbo pode causar danos ao sistema nervoso central e periférico, sistema sanguíneo e nos rins dos seres humanos. Efeitos no sistema endócrino também têm sido observados e seu sério efeito negativo no desenvolvimento do cérebro das crianças tem sido muito bem documentado. O chumbo se acumula no meio ambiente e tem efeitos tóxicos agudos e crônicos nas plantas, animais e microorganismos.

Produtos eletrônicos constituem 40% do chumbo encontrado em aterros sanitários. A principal preocupação do chumbo encontrado em aterro sanitários é a possibilidade do mesmo vazar e contaminar os sistemas fornecedores de água potável.

As principais aplicações do chumbo, em equipamentos eletrônicos são:

- (1) solda nos circuitos impressos e outros componentes eletrônicos*
- (2) tubos de raios catódicos nos monitores e televisores*

Em 2004, mais de 315 milhões de computadores se tornaram obsoletos nos Estados Unidos. Isto representa cerca de 954 mil toneladas de chumbo que podem ser despejados no meio ambiente.

Cádmi

Os compostos a partir do cádmio são classificados altamente tóxicos, com riscos considerados irreversíveis para a saúde humana. O cádmio e seus compostos acumulam-se no organismo humano, particularmente nos rins. É absorvido através da respiração, mas também pode ser absorvido através de alimentos, causando sintomas de envenenamento. Apresenta um perigo potencial para o meio ambiente devido a sua aguda e crônica toxicidade e seus efeitos cumulativos.

Em equipamentos elétricos e eletrônicos, o cádmio aparece em certos componentes tais como em resistores, detectores de infravermelho e semicondutores. Versões mais antigas dos tubos de raios catódicos também contém cádmio. Além disso, o cádmio é usado como estabilizador para plásticos.

Mercúrio

Quando o mercúrio se espalha na água, transforma-se em metil-mercúrio, um tipo de mercúrio nocivo para a saúde do feto e bebês, podendo causar danos crônicos ao cérebro. O mercúrio está presente no ar e, no contato com o mar, como já foi mencionado, transforma-se em metil-mercúrio e vai para as partes mais profundas. Essa substância acumula-se em seres vivos e se concentra através da cadeia alimentar, particularmente via peixes e mariscos.

É estimado de que 22% do consumo mundial de mercúrio são usados em equipamentos elétricos e eletrônicos. Usado em termostatos, sensores de posição, chaves, relés e lâmpadas descartáveis. Além disso, é usado, também, em equipamentos médicos, de transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares.

O mercúrio usado em baterias, interruptores de residências e placas de circuito impresso, embora em uma quantidade muito pequena para cada um destes componentes, considerando os 315 milhões de computadores obsoletos, até o ano 2004, representam cerca de 182 toneladas de mercúrio, no total.

Plásticos

Baseado no cálculo de que mais de 315 milhões de computadores estão obsoletos e que os produtos plásticos perfazem 6.2 kg por computador, em média, haverá mais do que 1.814 milhões de toneladas de

plásticos descartados. Uma análise encomendada pela Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) estimou que o total de restos de plásticos está subindo para mais de 580 mil toneladas, por ano.

O mesmo estudo, estimou que o maior volume de plásticos usados na manufatura eletrônica (cerca de 26%) era de polinil clorido (PVC), que é responsável por mais prejuízos à saúde e ao meio ambiente do que a maior parte de outros plásticos. Embora muitas empresas fabricantes de computadores tenham reduzido ou parado com o uso do PVC, ainda há um grande volume de PVC contido em restos de computadores.”

Outro fato a ser considerado, é em relação ao perigo do lixo eletrônico descartado em aterros sanitários, pois por mais seguros e modernos que sejam os aterros sanitários correm o risco de vazamento, de produtos químicos e metais que poderão se infiltrar no solo. Esta situação é muito pior nos velhos e menos controlados aterros sanitários, que acabam sendo a maioria em todo país. (GONÇALVES, 2007).

Os principais problemas que podem ser causados pelo lixo eletrônico nos aterros sanitários são:

Após a destruição de equipamentos eletrônicos, como por exemplo, interruptor de circuito eletrônico, poderá ocorrer o vazamento do mercúrio, que irá se infiltrar no solo e causar danos ambientais e a população. O mesmo pode ocorrer com o cádmio que além de se infiltrar no solo pode contaminar os depósitos fluviais. Outro problema é devido à quantidade significativa de íons de chumbo que são dissolvidos do chumbo contido em vidro, tal como o vidro cônico dos tubos de raios catódicos, quando misturados com águas ácidas o que ocorre comumente nos aterros sanitários.

Não é apenas a infiltração do mercúrio que causa problemas ao meio ambiente, a vaporização do mercúrio metálico e o mercúrio dimetileno, é também fonte de preocupação. Além disso, fogos não controlados podem ocorrer nos aterros sanitários, e isto pode ocorrer com muita frequência, e quando expostos ao fogo, metais e outras substâncias químicas podem ser liberados, causando danos à população.

3 - Logística Reversa como uma ferramenta para a proteção ambiental

A quantidade de produtos eletrônicos descartados pela sociedade vem aumentando a cada ano, no entanto, o fluxo reverso de produtos que podem ser reaproveitados ou retrabalhados para se transformar em matéria-prima novamente, vem sendo aproveitado apenas pela indústria em quantidades ainda pequenas frente ao potencial existente. Esta evolução permitiu ao varejista perceber que também pode contribuir com o processo e assim gerar uma receita que, até então, só era vista na indústria.

A redução nos ciclos de vida dos produtos, fruto da velocidade da mudança tecnológica e de comercialização provoca o aumento do descarte de produtos. Assim, a necessidade de equacionar o destino dos bens e seus materiais constituintes, após o uso original e a sua disposição final é crescente nas últimas décadas (LEITE, 2003; ZIKMUND, STANTON, 1971). Isto tem acontecido, em função de transformações na consciência ambiental dos consumidores e das organizações.

Algumas empresas, de atividades e tamanhos diferentes têm integrado o meio ambiente como uma oportunidade em sua estratégia de desenvolvimento. A percepção do meio ambiente surgiu primeiro por meio de abordagens corretivas, chamadas *end-of-the-pipe*

(controle de fim-de-tubo). Depois por meio de medidas preventivas (tecnológicas e organizacionais) nos locais de produção e, em uma terceira fase pela integração do meio ambiente na concepção dos produtos (KAZAZIAN, 2005).

Para autores como Barbieri (2002); Lacerda (2002); Leite e Brito (2003), este fluxo físico reverso de produtos pode se tornar uma ferramenta importante para a sustentabilidade das organizações. Sendo assim, Tibben-Lembke e Rogers (2002) colocam e comparam a logística tradicional com a logística reversa, demonstrando que os fluxos de informação e mercadorias seguem processos distintos em cada uma delas.

Essa questão passa a ganhar mais valor quanto Tibben-Lembke (2002) traça um paralelo entre a logística reversa e o ciclo de vida do produto, pois em cada momento do ciclo, a logística reversa pode ser usada de forma diferente em todas as fases, permitindo reduzir as perdas com produtos que não seriam aproveitados. Fica aberto assim, um espaço para as empresas analisarem um melhor aproveitamento da logística reversa no contexto do ciclo de vida do produto.

O conceito de logística reversa pode variar muito. Na visão de diferentes segmentos, têm-se diferentes conceituações. Por exemplo, empresas distribuidoras denominam logística reversa como o retorno de mercadorias vendidas, já as indústrias podem conceituá-la como o retorno de produtos com defeitos (BUXBAUM, 1998; ZIKMUND e STANTON, 1971). Embora percorra o conceito de logística reversa em sua forma mais abrangente, o foco deste ensaio será examinar os fluxos reversos, a partir das embalagens descartadas após seu consumo, visando agregar valor de diversas naturezas, por meio da reintegração de seus componentes ou materiais constituintes ao ciclo produtivo e de negócios.

A logística reversa começa quando o produto é consumido e, neste momento, a empresa deve estar preparada para o que Staff (2005) chama de 4'Rs da logística reversa: Recuperação, Reconciliação, Reparo e Reciclagem.

Recuperação: permite à empresa manter e controlar a saída e a confiabilidade do produto de forma a estar sempre melhorando seu produto no mercado. Reconciliação: é a análise dos produtos defeituosos que retornam para empresa; eles são avaliados e, caso não haja problema, os mesmos são re-estocados para serem enviados ao mercado. Reparo: é o tempo de espera do cliente para que o produto seja reparado ou trocado. Reciclagem: é o retorno ao ciclo dos produtos que seriam descartados pelo consumidor e pela indústria de forma que reduzam os custos do processo e abram novas possibilidades.

Historicamente, a logística reversa foi fortemente associada com as atividades de reciclagem de produtos e a aspectos ambientais (STOCK, 1992; BARRY, *et al.*, 1993; KOPICKI, *et al.*, 1993; WU e DUNN, 1995; KROON e VRIJENS, 1995). Dessa forma a logística reversa passou a ter importância nas empresas devido à pressão exercida pela sociedade e pelos órgãos governamentais relacionados às questões ambientais (HU *et al.*, 2002) e não podiam ser desprezadas.

Logística reversa é um termo bastante genérico. Em seu sentido mais amplo, significa todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais. Refere-se a todas as atividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais usados a fim de assegurar uma recuperação sustentável. Como procedimento logístico, diz respeito ao fluxo e materiais que voltam à empresa por algum motivo, ou seja, por devoluções de clientes,

retorno de embalagens, retorno de produtos e/ou materiais para atender a legislação, retrabalho de material acabado, problemas com matéria-prima ou embalagem, dentre outros.

Pode-se, desta forma, resumir as atividades da logística reversa em cinco funções básicas e interligadas: (1) o planejamento, a implementação e o controle do fluxo de materiais e do fluxo de informações do ponto de consumo ao ponto de origem; (2) a movimentação de produtos na cadeia produtiva, na direção do consumidor para o produtor; (3) a perseguição de uma melhor utilização de recursos, seja reduzindo o consumo de energia, seja diminuindo a quantidade de materiais empregada, seja reaproveitando, reutilizando ou reciclando resíduos; (4) a recuperação de valor; (5) a segurança na destinação após sua utilização. Atualmente, os benefícios potenciais da logística reversa podem ser agrupados em três níveis distintos. O primeiro refere-se às demandas ambientalistas que têm levado as empresas a se preocupar com a destinação final de produtos e embalagens por elas geradas. (HU *et al*, 2002). O segundo é a eficiência econômica, já que a logística reversa permite a geração de ganhos financeiros pela economia no uso de recursos (MINAHAN, 1998). O terceiro nível está ligado ao ganho de imagem que a empresa pode ter perante seus acionistas, além de elevar o prestígio da marca e sua imagem no mercado de atuação (ROGER e TIBBENLEMBKE, 1999; DAUGHERTY *et al*, 2001).

Existe uma clara tendência de que a legislação ambiental caminha no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos. O que significa ser responsável pelo destino de seus produtos após a entrega aos clientes e pelo impacto ambiental provocado pelos resíduos gerados em todo processo produtivo, e, também após seu consumo. Outro aspecto importante neste sentido consubstancia-se no aumento da consciência ecológica dos consumidores capaz de gerar uma pressão para as empresas reduzirem os impactos negativos de sua atividade no meio ambiente (CAMARGO, SOUZA, 2005).

As novas regulamentações ambientais, em especial as referentes aos resíduos, vêm obrigando a logística a operar nos seus cálculos com os “custos e os benefícios externos”. E, em função disso, entende-se que a logística reversa sustentável, conforme denominaram Barbieri e Dias (2003), pode ser vista como um novo paradigma na cadeia produtiva de diversos setores econômicos. Para os referidos autores o adjetivo sustentável acrescentado à logística reversa se deve ao fato de que seus objetivos básicos são (1) reduzir a exploração de recursos naturais na medida em que recupera materiais para serem devolvidos aos ciclos produtivos e (2) diminuem o volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente.

Empresas que incorporam o desempenho ambiental dentro de uma visão estratégica de recuperação de seus produtos terão uma vantagem distinta frente à concorrência. Políticas ambientais, investimento em responsabilidade social e crescente consciência ambiental dos consumidores estão tornando o desempenho ambiental em um fator competitivo. Neste sentido, Geyer e Jackson (2004) defendem que é possível construir modelos de negócio lucrativos baseados na recuperação de valor econômicos para o fim da vida de produtos. Os autores mostram que há um substancial corpo de evidências de que o retorno do produto pode se tornar em um centro de lucro antes que um centro de custo.

4 - Considerações finais

No Brasil, os caminhos percorridos pelo lixo eletrônico são muito pouco conhecidos. Se de um lado os eletrônicos por aqui têm uma vida mais longa, uma vez que o poder de compra é mais limitado e não é difícil encontrar interessados em receber os equipamentos mais velhos, de outro pouco se sabe sobre o que acontece com um aparelho quando ele realmente não tem mais utilidade.

Não existe uma legislação nacional que estabeleça o destino correto para o lixo eletrônico ou que responsabilize os fabricantes pelo seu descarte. A única regulamentação vigente que trata do lixo eletrônico é a resolução de número 257, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece limites para o uso de substâncias tóxicas em pilhas e baterias e imputa aos fabricantes a responsabilidade de ter sistemas para coleta destes materiais e encaminhá-los para reciclagem.

Devemos nos preocupar com os detritos elétricos e eletrônicos, pois estes estão entre as categorias de lixo de mais alto crescimento no mundo, e em breve, deve atingir a marca dos 40 milhões de toneladas anuais, o suficiente para encher uma fileira de caminhões de lixo que se estenderia por metade do planeta.

A logística reversa tende a ser uma solução para este problema, visando à preservação do meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, o planejamento eficiente das empresas, e também da sociedade como um todo.

Com isso, as empresas preocupadas com questões ambientais deveriam estar cada vez mais acompanhando o ciclo de vida de seus produtos. A orientação da gestão empresarial para uma atuação mais efetiva quanto aos processos finais do ciclo de vida de seus produtos exige a mobilização de conhecimentos técnicos e capacidade gerencial. Com isso, os maiores desafios e implicações encontram-se na reorientação das estratégias empresariais, de forma a incorporar de maneira consistente a análise da cadeia produtiva e principalmente seus fluxos reversos.

5 –Bibliografia

BALLOU, R. H. Logística empresarial. São Paulo: Editora Atlas, 1995, 94 p.

BARBIERI, J. C.; DIAS, M. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. *Tecnológica*. São Paulo/SP, n. 77, p. 58-69, 2002.

BARRY, J.; GIRARD, G.; PERRAS, C. Logistics planning shifts into reverse. *Journal of European Business*, v. 5, n. 1, p. 34-38, 1993.

BUXBAUM, P. The reverse logistics files. *Inbound Logistics*. p.64-67, September, 1998.

CAMARGO, Isabel; SOUZA, Antônia, E. Gestão dos resíduos sob a ótica da logística reversa. VIII Engema - Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente. In: *Anais ...*, Rio de Janeiro, novembro, 2005.

CARPANEZ, J. 10 mandamentos do lixo eletrônico. In: <http://g1.globo.com/noticias/tecnologia/0,,mul87082-6174,00.html> acessado em 03 de outubro de 2007.

COTTRILL, K. Return to sender. *Traffic World*. v.262,n.7, p.17-18, 2000.

DAUGHERTY, P. J.; AUTRY, C.W.; ELLINGER A. E. Reverse logistics: the relationship between resource commitment and program performance. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 1, p. 107-123, 2001.

GEYER, R. JACKSON, T. Supply loops and their constraints: the industrial ecology of recycling and reuse. *California Management Review*, v.46, n.2, Winter, 2004.

GONÇALVES, A.T. O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente. In: <http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-lado-obsкуро-da-high-tech-na-era-do.html> acessado em 04 de outubro de 2007.

HU, T. L. SHEU, J. B., HAUNG, K. H. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research Part E*, v. 38, p. 457-473, 2002.

KOPICKI, R.; BERG, M.; LEGG, L. L. *Reuse and recycling: reverse logistics opportunities*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1993

KROON, L.; VRIJENS, G. Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution and Logistic Management*, v.25, n.2, p. 56-68, 1995.

LACERDA, L. Logística Reversa - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. *Revista Tecnológica*, pp.46-50 Jan, 2002.

LEITE, Paulo R. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MINAHAN, T. Manufacturers take aim at end of the supply chain. *Purchasing*, v. 124, n.6, p.111-112, 1998.

ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno, 1999.

STOCK, J. R. *Reverse Logistics*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1992.

TIBBEN-LEMBKE, R. S. Life after death – reverse logistics and the product life cycle. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 32, n. 3, 2002.

WU, H. J.; DUNN, S. C. Environmentally responsible logistics systems. *International Journal of Physical Distributions and Logistics Management*, v. 25, n.2, p. 20-38, 1995.

ZIKMUND, William G.; STANTON W. T. Recycling solid wastes: a channels of distributions Problem. *Journal of Marketing*. N.35, v. 3 p. 34-39, July, 1971.