

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores**

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE INCORRETO DO LIXO  
ELETRÔNICO (*E-WASTE*)**

**ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY INCORRECT DISPOSAL OF  
ELECTRONIC WASTE (*E-WASTE*)**

Elaide Teresinha Hundertmarck Minato, Cléber Domingos Trindade Da Rosa, Marco Antonio Zanini,  
Franciane Cougo Da Cruz, Anderson Cougo Da Cruz e Marivane Vestena Rossato

**RESUMO**

Este trabalho discute a grande preocupação ambiental em relação ao descarte incorreto de resíduos, provenientes do crescente avanço tecnológico. A indústria eletrônica atende um mercado cada vez mais consumidor e, além de demasiada extração de recursos naturais, ainda não possui uma desenvolvida política para o futuro descarte de seus produtos. Se jogados em lixo comum e sem tratamento especial, tais resíduos prejudicam o meio-ambiente, por sua alta capacidade de liberação de substâncias tóxicas e poluentes. Assim, visando às novas tecnologias do setor, em conformidade com a preservação ambiental, objetivou-se neste estudo identificar e avaliar (com base nos pressupostos mais recentes de Avaliação de Impactos Ambientais – AIA) o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto do lixo eletrônico. Como metodologia, utilizou-se a abordagem de pesquisa qualitativa, tendo objetivo exploratório e descritivo, e a busca de dados feita com base em procedimentos técnicos bibliográficos e documentais. A partir da pesquisa, constatou-se que o descarte correto desse lixo e, sua logística reversa, aliados a investimentos de inovação sustentável e à intervenção de órgãos reguladores, poderão contribuir fortemente para a inversão de tais impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Avaliação de Impacto Ambiental, Sustentabilidade, Lixo Eletrônico, Logística Reversa.

**ABSTRACT**

This paper discusses the major environmental concern regarding the incorrect disposal of waste, from the growing technological advancement. The electronic industry attends a market increasingly consumer and, in addition to excessive extraction of natural resources, does not have a well-developed policy for the future disposal of its products. If thrown in common trash and without a special treatment, such waste harm the environment because of its high capacity to release toxic substances and pollutants. Thus, purposing the new technologies from that sector, in accordance with environmental preservation, this study aimed to identify and evaluate (based on latest presupposition of Environmental Impact Assessment - EIA) the environmental impact caused by incorrect disposal of electronic waste (e-waste). As methodology, it was used the qualitative research approach, taking aim exploratory and descriptive, and the search data made based on technical procedures bibliographic and documentary. From that research, it was found that the correct disposal of this waste and its reverse logistics, combined with investment in sustainable innovation and intervention of regulators, may contribute strongly to the reversal of such environmental impacts.

**Keywords:** Environmental Impact Assessment, Sustainability, E-waste, Reverse Logistics.

## 1 Introdução

O preço do conforto, do acesso interativo e de tantas outras comodidades proporcionadas por tecnologias domésticas já começam a preocupar. Isso pela carência de prévio planejamento quanto aos possíveis danos ambientais, enquanto o lucro e a novidade de modernidades têm falado mais alto. Uma importante parte dessa conta com o meio-ambiente chama-se lixo eletrônico ou *e-waste* (*electronicwaste* em inglês). Esse material já é considerado um ponto de estrangulamento global, além de liberar substâncias tóxicas e poluentes, se descartado de modo não adequado. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, UNEP (2009), prevê a “explosão” desse tipo de resíduo, principalmente em países emergentes e, até 2020, o *e-waste* já será um problema sério para o meio-ambiente e para a saúde pública.

Ainda nesse relatório do Programa para o Meio Ambiente da ONU, tem-se que seguido do México e da China (0.4 kg/per capita/ano), o Brasil (0.5 kg/per capita/ano) é o maior produtor per capita de resíduos eletrônicos entre os países emergentes.

O Brasil também foi cotado em 1º lugar no quesito da falta de dados e estudos sobre a situação da produção, reaproveitamento e reciclagem de eletrônicos. A falta de uma lei nacional sobre resíduos eletrônicos é vista como um dos principais obstáculos para uma gestão eficiente do lixo eletrônico no país, reforçando os argumentos do Manifesto do Lixo Eletrônico (UNEP, 2009).

Diante desse quadro alarmante e que causa grande preocupação a toda a sociedade, medidas urgentes precisam ser tomadas, estratégias serem apresentadas e ações serem efetivadas. Como contribuição, a pesquisa busca apresentar estratégias que devam ser adotadas para que, o descarte de resíduos eletrônicos possa ocorrer sem que haja impacto negativo ao meio ambiente.

Dessa forma, o objetivo geral do artigo é identificar e avaliar os impactos ambientais associados ao descarte incorreto do lixo eletrônico. Como objetivos específicos: verificar quais impactos é causado no ser humano, nos animais e na natureza com o descarte incorreto do lixo eletrônico; identificar qual a melhor forma de descarte do lixo eletrônico e, apontar quais estratégias que precisam ser tomadas pelo poder público, em conjunto com a iniciativa privada e a sociedade em geral, para minimizar os impactos negativos decorrentes do descarte incorreto do lixo eletrônico.

Para tanto, o presente trabalho está dividido em quatro partes, sendo a primeira esta introdução. Na segunda parte, apresenta-se o referencial teórico, onde são contemplados os temas sobre lixo eletrônico, gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade, responsabilidade social, logística reversa, contaminação e impacto ambiental causado pelo lixo eletrônico. Na terceira parte a metodologia e, na última, a conclusão.

## 2 Lixo Eletrônico: um problema ambiental e social

Os resíduos gerados pela obsolescência de equipamentos eletrônicos no qual estão incluídos os computadores, por exemplo, são denominados Lixos Eletrônicos.

Para a fabricação de um microcomputador, a indústria emprega o uso de diversos compostos e, quando descartados no lixo comum, perdem esses materiais que poderiam ser reciclados ou reutilizados, amenizando assim o impacto ambiental.

Anteriormente, a área de informática não era vista como um segmento poluidor, porém o avanço tecnológico encurtou a vida útil destes equipamentos (MATOS, 2008). Assim, os eletrônicos descartados de forma incorreta representam o tipo de resíduo sólido que mais cresce no mundo.

Um dos problemas dessa variação de resíduos está nas substâncias tóxicas não biodegradáveis em sua composição. O lixo eletrônico é um problema de responsabilidade das

empresas, do governo, da sociedade e das instituições de ensino em seus diversos segmentos, que devem assumir o compromisso quanto ao ciclo completo desses equipamentos (BEIRIZ, 2005).

Para Miguez (2012), lixo eletrônico é todo resíduo material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos. Com o elevado uso destes equipamentos no mundo moderno, este tipo de lixo tem se tornado um grande problema ambiental quando não descartado em locais adequados. Como exemplos, podem-se citar: monitores de computadores; telefones celulares e baterias; computadores; televisores; câmeras fotográficas; impressoras; etc.

O autor expõe ainda que lixo eletrônico é tudo aquilo que pode ser ligado na tomada. A seguir estão os efeitos das substâncias químicas do lixo eletrônico no meio ambiente:

**Quadro -Efeito das substâncias químicas do Lixo Eletrônico no meio-ambiente**

METAL	EFEITOS NO MEIO AMBIENTE
Cádmio-Cd	A meia-vida do cádmio em seres humanos é de 20 a 30 anos, ele se acumula principalmente nos rins, no fígado e nos ossos, podendo levar às disfunções renais e osteoporose.
Mercúrio-Hg	O mercúrio é facilmente absorvido pelas vias respiratórias (em forma de vapor ou poeira), pela pele e por ingestão de água e comida contaminada. Em altos teores, pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos, e causar distúrbios neuropsiquiátricos. A legislação brasileira através das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde (OMS) e através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR10004) estabelece como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho.
Níquel-Ni	A exposição excessiva ao Ni causa irritação nos pulmões, bronquite crônica, reações alérgicas, ataques asmáticos e problema no fígado e no sangue.
Zinco-Zn	Produz secura na garganta, tosse, fraqueza, dor generalizada, arrepios, febre, náusea e vômito.
Arsênio-Ar	No homem produz efeitos nos sistemas respiratório, cardiovascular, nervoso e hematopoiético. No sistema respiratório ocorre irritação com danos nas mucosas nasais, laringe e brônquios. Exposições prolongadas podem provocar perfuração do septo nasal e rouquidão característica, em longo prazo insuficiência pulmonar, traqueobronquite e tosse crônica. No sistema cardiovascular são observadas lesões vasculares periféricas e alterações no eletrocardiograma. No sistema nervoso, as alterações observadas são sensoriais e polineuropatias, e no sistema hematopoiético observa-se leucopenia, efeitos cutâneos e hepáticos. Tem sido observada também a relação carcinogênica do arsênio com o câncer de pele e brônquios.
Mangânes- Mn	O trato respiratório é a principal via de introdução e absorção desse metal nas exposições ocupacionais. No sangue, esse metal encontra-se nos eritrócitos, 20 a 25 vezes maior que no plasma. Os sintomas dos danos provocados pelo manganês no Sistema Nervoso Central podem ser divididos em três estágios: 1º, subclínico (astenia, distúrbios do sono, dores musculares, excitabilidade mental e movimentos desajeitados); 2º, início da fase clínica (transtorno da marcha, dificuldade na fala, reflexos exagerados e tremor), e 3º, clínico (psicose maníaco-depressiva e a clássica síndrome que lembra o Parkinsonismo). Além dos efeitos neurotóxicos, há maior incidência de bronquite aguda, asma brônquica e pneumonia.
Chumbo-Pb	É o metal pesado mais abundante na crosta terrestre. É um contaminante ambiental devido seu largo emprego industrial, como: indústria extrativa, petrolífera, de acumuladores, tintas e corantes, de cerâmica e bélica. O contato humano com esse metal pode levar a distúrbios de praticamente todas as partes do organismo (sistema nervoso central, sangue e rins culminando com a morte). Em doses baixas, há alteração na redução de hemoglobina (molécula presente no sangue, responsável pela ligação dessas células ao oxigênio) e processos bioquímicos cerebrais. A contaminação de solos com Pb é um processo cumulativo praticamente

	irreversível aumentando, assim, os teores desse metal na superfície do solo, indicando uma disponibilidade de absorção do mesmo pelas raízes das plantas.
Cobalto-Co	O Co é um metal branco-acinzentado com propriedades magnéticas similares ao ferro e ao níquel. Do ponto de vista ocupacional, as principais vias de exposição são a respiratória e a dérmica. A velocidade de absorção, provavelmente, é dependente da solubilidade dos compostos de Co em meio biológico. O cobalto é captado por todos os tecidos.

**Fonte:** Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE).

### **2.1 A Contaminação por Lixo Eletrônico Informático**

Lixo tecnológico é todo ou qualquer produto de origem tecnológica que se torna obsoleto ou inservível que necessita ser descartado ou jogado no lixo.

Como exemplos de produtos eletrônicos que são descartados após sua vida útil chegar ao fim, Rodrigues (2003) destaca: televisores, rádios, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, enfim, todos equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, DVD'S, lâmpadas fluorescentes, brinquedos eletrônicos, entre outros produtos que servem para facilitar a vida moderna e que, atualmente, são praticamente descartáveis. Isso ocorre quando estes equipamentos ficam tecnologicamente ultrapassados em prazos de tempo cada vez mais curtos ou, então, devido à inviabilidade econômica de conserto, em comparação com aparelhos novos.

O material de informática é um dos que gera grande quantidade de lixo eletrônico e que, por isso, merece uma atenção especial. Os restos de um computador são muito danosos para o meio ambiente, pois seus componentes provocam graves contaminações.

O lixo informático pode ser disposto de três formas: reuso, reciclagem e disposição no aterro sanitário (Byron *et al.*, 1988). A melhor opção será aquela que tiver o menor custo e causar o menor impacto ambiental.

Para Knemeyer, Ponzurick e Logar (2002), recondicionar e reciclar são as melhores alternativas para coletar computadores que já estão obsoletos e podem virar lixo informático. O recondicionamento irá retardar a obsolescência completa do equipamento, enquanto que a reciclagem dará um novo destino ao material que poderá ser utilizado na produção de outros itens.

Um dos problemas enfrentados nessa questão é o custo para as empresas adotarem medidas protetoras do meio ambiente, e que boa parte não está disposta a suportar.

Segundo Vieira *et al.* (2009), no Brasil só há normas para um componente de computador que contem metais pesados: a bateria, com níquel e cádmio.

Os autores estabelecem que, com base na resolução 257 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as indústrias são obrigadas a receber baterias usadas, encaminhar para aterro controlado ou reciclagem. No entanto, o consumidor não é obrigado a entregá-las e o índice de devolução é muito baixo.

A logística reversa, como o próprio nome diz, é o processo ao contrário, já que se inicia no ponto de consumo dos produtos e termina no nascedouro destes. Dessa forma, é necessário conscientizar a população, a partir de programas de educação ambiental, para adequar seus desejos as práticas de responsabilidade ambiental.

Neste contexto, o grande problema constatado é a forma incorreta no descarte dos produtos eletrônicos, pois são os mais consumidos do mundo e, após seu uso, perdem sua utilidade e acabam sendo descartados nos lixões a céu aberto, sendo que esses resíduos sólidos são chamados de lixo tecnológico, lixo eletrônico ou lixo digital (VIEIRA *et al.*, 2009).

### **2.2 Gestão de resíduos sólidos, sustentabilidade e responsabilidade ambiental**

A Gestão e Responsabilidade Ambiental vão muito além da simples normatização e/ou da delegação de competências a um único segmento ou membro de determinado estrato social. Trata-se de uma questão bem mais abrangente, que deveria ter suas raízes plantadas desde os primórdios do processo de educação sociocultural dos seres humanos, isto é, estar presente como consciência que direcionasse atitudes no sentido de tornar possível a tomada de decisões, que evitassem ações que pudessem causar danos ao meio ambiente (AMARAL, 2010).

No entanto, o autor destaca que o cenário atual não reflete o modelo ideal anteriormente descrito. Dessa forma, torna-se necessário a busca de mecanismos que torne possível a regulamentação e a normatização das diversas etapas que compõem desde o processo de exploração dos recursos naturais, produção, distribuição, descarte e/ou reaproveitamento de matérias-primas empregadas. Atualmente, vem sendo acentuada a ideia de que as empresas presentes no mercado, na produção, comercialização ou importação de componentes eletroeletrônicos e/ou acumuladores de energia e, conseqüentemente, obtendo lucro nessas operações, devam também assumir a responsabilidade na disposição final destes produtos.

Contudo, esta realidade não acontece de maneira espontânea no meio empresarial brasileiro, exigindo, desta forma, a presença do Estado através do Poder Legislativo, que regulamenta a destinação do Lixo eletrônico, atribuindo coercitividade ao assunto, prevendo responsabilidades àqueles que atuam na cadeia de fornecimento de eletroeletrônicos.

A Constituição Federal do Brasil, em seu Art. 225, define que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

No entanto, esta norma, teve uma eficácia limitada pelo fato de não apontar os mecanismos pelos quais isto se efetivaria, demonstrando desta forma, a necessidade de complementação. Esta complementação tornou-se realidade com a incorporação da Lei nº 6.938/81, que apesar de anterior a Constituição Federal, foi de extrema importância, pois possui normas que regulam a Política Nacional do Meio Ambiente trazendo importantes conceitos como os de poluição e poluidor (art.8º, incisos III e IV). Entretanto, esta complementação não avança de maneira abrangente, apresentando lacunas no tratamento de assuntos importantes relativos ao meio ambiente, como os resíduos sólidos e a questão de sua destinação final (BRASIL, 1981).

A normatização efetiva dos instrumentos para a gestão do lixo perigoso e não perigoso, assim como, definir a responsabilidade que deve ser imputada àqueles que o geram, foi oficializada com a aprovação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Essa norma, que tramitou por dezenove anos no Congresso Nacional, surge como instrumento legal que propicia impor responsabilidades pelo descarte de maneira incorreta de aparelhos eletroeletrônicos. Estas ações incorretas, agora vistas como atos ilícitos, tendo em vista a existência em sua composição de metais pesados, podem causar danos ambientais em contato com o solo ou o lençol freático, mas também, pelo crescimento desenfreado da produção e o conseqüente descarte destes equipamentos.

O poluidor, segundo estabelece Brasil (2010), é tanto a pessoa física quanto jurídica. Ambos possuem a mesma responsabilidade, não sendo este um critério diferenciador para atribuição de maior ou menor responsabilidade, que ocorre de caráter objetivo, não havendo necessidade de prova de culpa, mas tão somente, a demonstração do fato, do dano e nexo causal que os une - conforme o artigo 225, parágrafo 3º (BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, ainda dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos

aplicáveis, onde estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

No entanto, para Amaral (2010), esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica. Aplicam-se aos resíduos sólidos. Além do disposto nesta Lei, ainda tem-se as Leis nº 11.445 de 5/01/2007, Lei nº 9.974 de 6/06/2000, Lei nº 9.966 de 28/04/2013, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

Consoante Amaral (2010) afirma, quando se tratar de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias, de produtos eletrônicos e seus componentes haverá obrigação de estruturar e implementar o sistema de reciclagem, que se efetivará por meio do retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, podendo alternativamente: implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas, disponibilizar pontos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis, ou atuar em parcerias com cooperativas ou outras associações de catadores de produtos reutilizáveis. Desta forma, impõe entre aqueles uma responsabilidade compartilhada.

O autor expõe que algumas empresas, antes mesmo da Lei nº 13.576/2009 entrar em vigor no Estado de São Paulo, já se destacavam pela prática da reciclagem de resíduos sólidos eletrônicos. Entretanto, só após o ano de 2009, a atuação empresarial passou a ser de observância obrigatória a todas as empresas fabricantes, importadores ou comerciantes de aparelhos eletroeletrônicos, em razão da imposição legal que atribui a elas a responsabilidade solidária na destinação final do lixo eletrônico.

Após a sanção o Projeto de Política Nacional de Resíduos Sólidos e, este tornar-se Lei impondo observância obrigatória quanto aos seus princípios e normas, apresentou-se não apenas a ideia da cooperação das empresas na logística reversa de resíduos sólidos, mas igualmente indicou caminhos pelos quais devem ser seguidos para sua implementação (AMARAL, 2010).

### **2.3 A logística reversa**

A logística reversa tem por finalidade principal a de recuperar o valor de um equipamento usado ou dar uma destinação adequada ao mesmo, contribuindo para a redução do impacto ambiental originado por esse tipo de lixo.

No Brasil, foi elaborado e aprovado o projeto de Lei nº 1.991 de 2007, que trata dos resíduos sólidos, onde atribui, à logística reversa, o papel de coletar os resíduos sólidos.

Para a Câmara (2013), a logística reversa é conceituada da seguinte forma:

A logística Reversa 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.

Leite (2006) aponta que a logística reversa é uma área da logística empresarial, que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo, ao ciclo de negócio ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Para o autor são dois os tipos de canais de distribuição reversos: os de pós-consumo e os de pós-venda. No primeiro canal, encontram-se os produtos que causam degradação ambiental. O canal é constituído de produtos e de materiais originados no descarte, depois de finalizada a sua vida útil, retornando ao ciclo produtivo. Nessa etapa, busca-se a revalorização do bem através do desmanche ou reciclagem e, não sendo possível, será enviado para os aterros sanitários ou então, incinerados. O carro é um exemplo de produto que é usado até o término de sua utilidade e ainda pode mudar de proprietário por muitas vezes.

Byron *et al.* (2008) explica que o desmanche é um sistema de revalorização de um produto que sofre um processo industrial de desmontagem pelo qual seus componentes em condições de uso são enviados para remanufatura e ao mercado de peças usadas. Na reciclagem os materiais constituintes dos produtos são extraídos industrialmente transformando-se em matérias primas secundárias, ou reciclados, que serão reincorporados à fabricação de novos produtos. A reciclagem agrega valor econômico, ecológico e logístico aos bens permitindo a reintegração do bem ao ciclo produtivo sendo então reutilizados. O reuso agrega valor de reutilização ao bem de pós-consumo, enquanto que a incineração agrega valor econômico pela transformação de resíduos em energia elétrica.

O objetivo econômico da implementação logística reversa de pós-consumo é a obtenção de resultados financeiros por meio de economias obtidas nas operações industriais, principalmente pelo aproveitamento de matérias-primas secundárias, provenientes dos canais reversos de reciclagem, ou de revalorizações nos canais reversos de reuso e de remanufatura (LEITE, 2006).

Ainda, para o autor, 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 de sua utilização (BYRONet *al.*, 2008).

Segundo Byronet *al.* (2008), o segundo canal de distribuição reversa de pós-venda, é constituído pelas diferentes formas de retorno de produtos, com pouco e nenhum uso, que fluem no sentido reverso, do cliente ao varejista ou ao fabricante, do varejista ao fabricante.

Os canais reversos de pós-venda utilizam em grande parte os próprios agentes da cadeia de distribuição direta. Este fluxo reverso se origina por problemas de desempenho do produto, ou por garantias de fábrica; também pode se originar em diferentes momentos da cadeia de distribuição direta.

Os problemas mais comuns que geram este fluxo reverso são: avarias de transporte, garantia dada pelo fabricante, erros de pedido, limpeza do canal nos elos da cadeia de distribuição, excessos de estoques, fim de estação, fim de vida comercial do bem e estoques obsoletos entre outros (BYRONet *al.*, 2008).

Da mesma forma como o canal reverso de pós-consumo, o canal de pós-venda tem seu objetivo econômico, com uma visão estratégica de recapturar valor financeiro do bem através de revenda em mercados primários ou secundários, ganhos econômicos por meio de desmanche, remanufatura, reciclagem industrial e disposição final (Leite, 2006).

### 2.3.1 Determinantes da Logística Reversa

Quatro são as determinantes que devem ser consideradas para a implementação de um sistema de logística reversa: os fatores econômicos, a legislação, consciência social e meio ambiente e pensamento verde (RAVI, SHANKAR, TIWARI, 2005).

Os fatores econômicos devem ser considerados devido à escassez de recursos econômicos nas organizações, faz-se necessário o uso eficiente dos mesmos. A logística reversa surge como uma alternativa para as empresas, através da recuperação de um produto obsoleto através da remanufatura, reparação e reciclagem gerando um retorno econômico.

Já a legislação, segundo Byronet *al.* (2008), determina leis que obrigam as empresas a recuperar seus produtos ou aceitar de volta, uma vez finalizada, sua vida útil. Estas incluem a

recuperação e reuso de produtos obsoletos, redução do volume de desperdício gerado e o aumento de uso de materiais reciclados.

Para Ravi, Shankar e Tiwari(2005), a consciência social envolve muitos fatores como educação familiar e formal, costumes, valores, exemplos do poder público, entre outros. Por isso, a necessidade de incorporação dessa consciência por todos os envolvidos pode trazer bons frutos à sociedade.

A determinante meio ambiente e pensamento verde geram benefícios ambientais e é a busca de uma sociedade comprometida e consciente com o bem estar dos seres vivos, em geral, se incorporando nessa questão a logística reversa que traz benefícios as empresas que tem esse compromisso social com o meio ambiente(RAVI, SHANKAR, TIWARI, 2005).

Para Vieira *et al.* (2009):

A decisão de adotar a logística reversa deve partir primeiramente das empresas, criando possibilidades para que os consumidores devolvam seus produtos obsoletos. Vale ressaltar que a empresa que adotar a logística reversa deverá também utilizar mecanismos de apoio da logística empresarial, devendo, sobretudo após o recolhimento do produto, armazená-los em local adequado, assim como transportá-los de forma segura.

Parece clara e lógica a necessidade das empresas começarem a se preocupar com o meio ambiente, pois não basta vender produtos, ter bons lucros, criar necessidades nas pessoas, mas também devem ter o compromisso social de investir nessa logística de saber o que fazer com o produto que não pode mais ser usado pelo seu cliente.

## 2.4 Impacto ambiental

Para melhor entendimento do estudo, precisa-se compreender o significado de impacto ambiental. Araújo (2012) conceitua como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia e resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam a segurança, saúde, bem-estar, atividades socioeconômicas, biota, condições estéticas e sanitárias e qualidade dos recursos ambientais.

Uma quantidade expressiva da matéria prima utilizada na fabricação dos produtos tecnológicos são recursos não renováveis que possuem metais pesados e que impactam negativamente o meio ambiente.

Segundo Vieira *et al.* (2009), para se produzir um único computador é preciso duas toneladas de matéria-prima. Como bilhões de computadores são produzidos todo ano no mundo, tal quantidade descartada pode representar grande impacto ambiental como poluição das águas, solo, ar, contaminação de plantas e outros problemas.

Pode-se constatar que varias matérias-primas utilizadas na fabricação de equipamentos eletrônicos possuem substâncias tóxicas a vida humana e animal, assim como para as plantas, isto é, para a natureza como um todo.

Com esses exemplos, pode-se ter certeza dos impactos ambientais que podem ser causados pelos componentes dos produtos eletrônicos que forem descartados de forma incorreta, isto é, jogados na natureza de forma irracional e irresponsável. Por isso, a necessidade da sociedade, junto da indústria, do comércio e dos governos se unirem em defesa da natureza, do homem, dos animais na busca da educação do povo e de medidas responsáveis no trato das questões do descarte de materiais sólidos.

## 3 Metodologia

Com o objetivo de identificar e avaliar os impactos ambientais associados ao descarte incorreto do lixo eletrônico foi realizada pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva.

Para Gil (2002), tal modelo é um estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, embora poucos, para permitir conhecimento amplo e detalhado do(s) mesmo(s).

A pesquisa qualitativa é apropriada para avaliação formativa quando se trata de melhorar a efetividade de um programa, ou plano, ou mesmo quando é o caso da proposição de planos, ou seja, quando se trata de selecionar as metas de um programa e construir uma intervenção, mas não é adequada para avaliar resultados de programas ou planos (ROESCH 2005).

Quanto aos objetivos a pesquisa classifica-se como exploratória e descritiva.

A pesquisa exploratória é utilizada nos primeiros estágios de investigação quando a familiaridade, o conhecimento e a compreensão do fenômeno por parte do pesquisador são, geralmente, insuficientes ou inexistentes. A pesquisa exploratória também pode ser usada como um passo inicial de um processo contínuo de pesquisa (MATTAR, 2000).

Pinto (2010) classifica como descritiva a pesquisa porque observa, registra, analisa e ordena dados, sem manipulá-los, sem interferência do pesquisador.

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002).

#### **4 Análises dos resultados e discussão**

Este capítulo analisa e discute os resultados apresentados por autores que estudaram o tema, por entidades defensoras do meio ambiente, por empresas industriais que se preocupam com a sustentabilidade, por governos e entidades identificados com a temática, visando reduzir ao máximo o impacto ambiental ocasionado pelo descarte incorreto do lixo eletrônico e buscando alternativas para descarte correto desses tipos específicos de materiais sólidos produzidos em grande quantidade do Brasil.

##### **4.1 Discussão do Tema**

A avaliação do impacto ambiental causado pelo descarte incorreto do lixo eletrônico é um tema que vem se destacando cada vez mais e merecendo preocupação constante de toda a sociedade consciente, pois medidas urgentes precisam ser tomadas tanto a nível de conscientização, como de medidas corretivas para dar conta de tudo aquilo que é produzido em termos de lixo eletrônico.

Diante do exposto, para o embasamento de ideias de minimização do problema, as publicações reunidas nesse artigo englobam ideias positivas que podem ser implementadas com facilidade e que contribuem de imediato na resolução de problemas que a grande maioria das empresas tanto públicas como privadas enfrentam, assim como, todos os cidadãos, consumidores de tecnologia, que constantemente colocam para descarte os mais diversos tipos de materiais eletrônicos, que vão desde os celulares, eletrodomésticos até os produtos informáticos em geral.

Nas palavras de Ferreira (2008), a facilitação do acesso das classes antes excluídas dos bens de consumo, bem como, a redução da vida útil dos eletroeletrônicos e equipamentos de informática, vem contribuindo para o agravamento de um problema que segundo estudos realizados tendem a provocar esgotamento do recurso naturais, empregados na fabricação deste produtos como matéria prima, assim como a degradação através da contaminação do meio ambiente.

Este cenário deverá ser modificado para assegurar a própria subsistência da vida do planeta, através de investimentos em programas de conscientização junto as empresas e a sociedade em geral, assim como, a aplicação de forma mais enérgica da legislação existente que versa sobre a destinação final dos resíduos tóxicos derivados do processo de fabricação destes produtos, denominados lixos eletrônicos. Essas informações só provam a necessidade de adotar medidas urgentes com vistas à minimização dessa problemática.

#### 4.2 Análises e Proposições

Como estratégias de soluções ou de minimizações para o descarte incorreto do lixo eletrônico apresentam-se algumas formas mais adequadas para a ação, que se acredita que possam contribuir para uma involução desse grave problema que nos assombra.

Entre os objetivos específicos desta pesquisa estava a verificação dos impactos causados no ser humano, nos animais e na natureza, isto é, no meio ambiente, tendo em vista o descarte inadequado do lixo eletrônico, que se acredita ter sido abordado com profundidade nos itens 2.1 e 2.2 do referencial teórico.

O descarte de lixo eletrônico em locais inapropriados como, por exemplo, em aterros sanitários, causam grandes problemas ao meio ambiente contaminando os lençóis freáticos, e por consequência aos animais e aos seres humanos, já que os materiais pesados desses lixos são tóxicos e podem provocar os sintomas descritos na Quadro 1 (Efeito das substâncias químicas do Lixo Eletrônico no meio ambiente).

A melhor forma de descarte do lixo eletrônico e as estratégias que precisam ser tomadas pelo poder público, em conjunto com a iniciativa privada e a sociedade em geral para minimizar com urgência esses impactos negativos, são os outros dois objetivos que pretende-se alcançar nesse trabalho e que serão abordados a seguir.

Como já se disse anteriormente, no capítulo anterior, a melhor opção será aquela que tiver o menor custo e causar o menor impacto ambiental.

Para Knemeyer, Ponzurick e Logar (2002), recondicionar e reciclar são as melhores alternativas para coletar computadores que já estão obsoletos e podem virar lixo informático. O recondicionamento irá retardar a obsolescência completa do equipamento, enquanto que a reciclagem dará um novo destino ao material que poderá ser utilizado na produção de outros itens.

Essa ideia de recondicionar e reciclar pode muito bem ser estendida a outros produtos eletroeletrônicos tanto pela sociedade em geral como pelas empresas produtoras.

O custo é a questão a ser vencida pelas empresas que gostariam de adotar medidas protetoras do meio ambiente, já que muitas não estão dispostas a suportar esses custos e outras não possuem condições financeiras e estrutura para tal.

Outra questão que precisa ser trabalhada pelos governos é uma legislação mais rígida e abrangente.

A logística reversa é uma outra forma de dar destinação adequada a um equipamento novo, seminovo ou usado e que contribui para a redução do impacto ambiental.

Conforme explicação anterior no capítulo do Referencial Teórico, item 2.3 A Logística Reversa, Leite (2006, p. 16-17), disse que “a logística reversa é uma área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo, ao ciclo de negócio ou ao ciclo produtivo”.

No Brasil, foi elaborado e aprovado o projeto de Lei nº 1991 de 2007, que trata dos resíduos sólidos, onde atribui à logística reversa o papel de coletar e restituir os resíduos sólidos aos seus geradores para que possam retornar ao processo produtivo após o devido tratamento.

Para Leite (2006), um dos canais de distribuição reversa é o de pós-consumo: são aqueles produtos que causam degradação ambiental. São constituídos de produtos e de materiais originados no descarte, depois de finalizada a sua vida útil, retornando ao ciclo produtivo. Nessa etapa busca-se a revalorização do bem através do desmanche ou reciclagem e não sendo possível será enviado para aterros sanitários ou então incinerados. O carro é um exemplo de produto que é usado até o término de sua utilidade e ainda pode mudar de proprietário por muitas vezes.

Leite (2006) destaca três subsistemas: reuso, reciclagem de materiais e incineração.

A reciclagem agrega valor econômico, ecológico e logístico aos bens permitindo a reintegração do bem ao ciclo produtivo sendo então reutilizados. O reuso agrega valor de reutilização ao bem de pós-consumo, enquanto que a incineração agrega valor econômico pela transformação de resíduos em energia elétrica.

Outro canal de distribuição reversa é o de pós-venda que também tem seu objetivo econômico, com uma visão estratégica de recapturar valor financeiro do bem através de revenda em mercados primários ou secundários, ganhos econômicos por meio de desmanche, remanufatura, reciclagem industrial e disposição final (Leite, 2006).

Os produtos que integram os canais de distribuição de pós-venda são os com pouco ou nenhum uso, que fluem no sentido reverso, do cliente ao varejista ou ao fabricante, do varejista ao fabricante. Os problemas mais comuns que geram este fluxo reverso são: avarias de transporte, garantia dada pelo fabricante, erros de pedido, limpeza do canal nos elos da cadeia de distribuição, excessos de estoques, fim de estação, fim de vida comercial do bem e estoques obsoletos entre outros (BYRON *et al.*, 2008).

Diante dessa série de estratégias que já são usadas em pequeníssimas escalas por grandes empresas e países mais desenvolvidos, parece claro que é possível tratar desse assunto com mais seriedade e responsabilidade, desde que possa haver um compromisso tripartite envolvendo governos, empresas e sociedade em geral. Cada um deve contribuir da forma que lhe compete e que haja responsabilização criminal de quem não cumprir a sua parte. Cabe aos governos criarem legislações viáveis a sua realidade e terem o poder e o compromisso da fiscalização; as empresas de assumirem o compromisso de não só produzir, mas de dar destinação aos equipamentos e produtos obsoletos, inclusive aumento a vida útil dos novos itens e, por fim, a sociedade em geral sendo menos consumista, mantendo os seus equipamentos que podem ser reformados, sem trocar apenas porque surgiu um modelo novo no mercado.

## **5 CONCLUSÃO**

A cada dia surgem novos softwares que só podem rodar em novos computadores, tornando obsoletos os anteriores recém-criados. Dessa forma aumenta-se o descarte incorreto de resíduos provenientes do avanço tecnológico crescente. Uma possível solução para essa questão estaria na construção de computadores com placas que possam ser adaptadas ou substituídas de maneira a torná-lo compatível com lógica implementada pelas novas tecnologias.

Outra questão relacionada ao descarte de resíduos sólidos está na falta de consciência dos consumidores que muitas vezes adquirem produtos sem necessidade real, motivados por alguma promoção, pela moda ou design de novos lançamentos.

Além do já mencionado acima, alia-se ao descarte incorreto, a pouca durabilidade dos componentes eletrônicos que muitas vezes não duram nem o prazo de garantia. Tanta tecnologia, tantas descobertas e tão pouca durabilidade. Por quê? Os fabricantes estão interessados em vender cada vez mais, em ter maiores lucros. Sendo assim é bastante conveniente que os equipamentos durem apenas o prazo de garantia.

Infelizmente quem paga o preço de tudo isso é a natureza e esse pagamento acontece em via dupla. Primeiro os ecossistemas são degradados para se obter matéria prima para fabricação dos equipamentos eletrônicos, depois eles são descartados sem nenhum cuidado. Muito se tem falado sobre a degradação ambiental causado pelo descarte incorreto do lixo eletrônico, mas pior que isso é a enorme quantidade de matéria prima que é necessária para se construir qualquer equipamento eletroeletrônico.

A extração desenfreada de recursos naturais não renováveis esta ocorrendo em larga escala por todo o planeta. Esses recursos estão virando lixo muito rapidamente o que com certeza trará consequências desastrosas para as futuras gerações. A sustentabilidade esta ameaçada por esse atual modelo econômico aliado a ganância das elites globais.

O lixo tecnológico possui uma alta capacidade poluente resultante da liberação de diversas substâncias tóxicas. Nesse sentido entra a logística reversa para minimizar esse problema. As empresas devem ter responsabilidade quanto aos processos finais do ciclo de vida de seus produtos, recolhendo, reutilizando ou reciclando. Os governos por sua vez devem criar leis rigorosas sobre a destinação final de produtos não biodegradáveis, bem como sobre a descontrolada extração de matérias primas não renováveis.

Cabe também aos governos incentivar a reciclagem devido ao elevado custo de tão importante atividade, seja através da isenção de impostos, uma vez que esses bens já foram tributados ou de algum outro tipo de incentivo.

Assim, diante do desenfreado consumo de produtos eletrônicos, da falta de incentivos fiscais para a reciclagem e reutilização de equipamentos descartados, da falta de padronização de conexões, placas, baterias e demais peças em geral, bem como da possibilidade de se adquirir de forma fracionada apenas o que é realmente necessário, o problema dos resíduos sólidos continua sendo um desafio ao homem e uma grave ameaça ao meio ambiente.

## **REFERÊNCIAS**

AMARAL, A.C. N. **Cooperação e Responsabilidade do Setor Empresarial na Reciclagem de Lixo Eletrônico**. Revista FMU Direito. São Paulo, ano 24, n.34, p.18-28,2010.ISSN2316-1515.

ARAÚJO, F. J. C. **Metodologia para avaliação de impactos ambientais em sistemas de transmissão de energia elétrica**. Disponível em:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/vi-023.pdf>>. Acesso em 21 de mai 2013.

ABINEE, 2013. **Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica**(ABINEE).

Disponível em: <<http://abinee.org.br>>. Acesso em 23 de mai 2013.

BRASIL, 1981. Leinº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)> Acesso em 20 de jun 2013.

BRASIL, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)> Acesso em 20 de jun 2013.

BRASIL, 2010. Leinº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 25 de mai 2013.

BYRON, A.; WEGNER, D.; PADULA, A. D. **Logística Reversa como mecanismo para redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático**. Revista Eletrônica de Ciência

Administrativa - RECADM, v. 7, n. 1, p. 1-12, Maio/2008. Disponível em:  
<<http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm>> Acesso em 21 de mai 2013.

CAMARA, 2013. Projeto de Lei. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf](http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf)> Acesso em 21 de mai 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1986.

LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LEITE, P. R. **Logística reversa, meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3ª ed. PortoAlegre. Bookman. 2001.

MIGUEZ, E. C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico**. Disponível em: <[http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/lixo\\_eletronico.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/lixo_eletronico.htm)> Acesso em 24 de mai 2013.

MINAYO, M.C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2007.

PROJETO MEU BRASIL. **Campanha Lixo Eletrônico: O destino certo para o lixo eletrônico**. Disponível em: <http://www.projeto-meu-brasil.com.br/lixoeletronico/lixo-eletronico.php>. Acesso em 15 de mai 2013.

REVISTA GALILEU, Edição 217. **Lixo Eletrônico**. Onde os eletrônicos vão morrer (e matar). Agosto de 2009. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Galileu/0,,EDG87014-7943-217,00-ONDE+OS+ELETRONICOS+VAO+MORRER+E+MATAR.html>> Acesso em 17 de mai 2013.

REVISTA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA. Vol.6, Nº.3 Ano 2008, p.157-170  
RODRIGUES, A. C. (2003). **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos**. Recuperado em 22 de maio de 2009. Disponível em:<[http://www.sfipec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo\\_Equi\\_Elet\\_elet.pdf](http://www.sfipec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo_Equi_Elet_elet.pdf)>. Acesso em 22 de mai 2013.

UNEP, 2013. United Nations Environment Programme (UNEP). **Recycling – from E-waste to resources**. Julho de 2009. Disponível em:  
<[http://www.unep.org/pdf/pressreleases/Ewaste\\_publication\\_screen\\_finalversion-sml.pdf](http://www.unep.org/pdf/pressreleases/Ewaste_publication_screen_finalversion-sml.pdf)>. Acesso em 15 de mai 2013.

VIEIRA, K. N. ; SOARES, T. O. ; SOARES, L. R. **A Logística Reversa do Lixo Tecnológico: Um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem**. RGSA –

Revista de Gestão Social e Ambiental. Set.- Dez. 2009, V.3, Nº.3, p.120-136. Disponível em:  
<<http://www.gestaosocioambiental.net>> Acesso em: 10 de mai 2013.