

## DESTINAÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO: IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS TECNOLÓGICOS

Mislene Aparecida de Almeida<sup>1</sup>

Pedro José Papandrea<sup>2</sup>

Marcos Carnevali<sup>3</sup>

Aurélio Xavier de Andrade<sup>4</sup>

Francisco de Paulo Victor Correa<sup>5</sup>

Maria Rita Martins Andrade<sup>6</sup>

### RESUMO

O presente artigo teve como objetivo uma revisão da literatura e apresentou o processo de descarte correto e os efeitos nocivos que o lixo eletrônico traz para a saúde e para o meio ambiente. Devido à obsolescência tecnológica os consumidores acabam acelerando a troca de seus equipamentos por outros mais atuais, gerando grande acúmulo desse lixo, metais pesados são encontrados em virtude do descarte incorreto desses resíduos, causando danos a saúde e ao meio ambiente. Em função da complexidade do problema da contaminação e do aumento da produção, consumo e descarte do lixo eletrônico, leis específicas foram criadas e hoje atualmente em vigor por todo o mundo. As organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas com o atingimento e demonstração de um desempenho ambiental correto, por meio do controle dos impactos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente, coerente com sua política e seus objetivos ambientais. Agem assim dentro de um contexto de legislação cada vez mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas e outras medidas visando adotar a proteção ao meio ambiente e de uma crescente preocupação expressa pelas partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável. Concluindo-se que o processo de retorno de produtos, redução de fornecimentos, reciclagem, substituição e reutilização de materiais, eliminação de desperdícios, reprocessamento, reparação e refabricação pode ser feito com o uso e aplicação da logística reversa.

**Palavras chave:** Meio ambiente; Lixo eletrônico; Descarte.

---

<sup>1</sup> Estudante de Graduação do Curso de Engenharia de Produção – FAEX. E-mail: mislenealmeida2011@oi.com

<sup>2</sup> Orientador do trabalho. Professor do Curso de Engenharia de Produção – FAEX. E-mail: pedro.papandrea@gmail.com

<sup>3</sup> Orientador do trabalho. Professor do Curso de Engenharia Civil - FAEX. E-mail: marcarnevali@gmail.com

<sup>4</sup> Estudante de Graduação do Curso de Engenharia de Produção – FAEX. E-mail: aurelioxavierandrade@gmail.com

<sup>5</sup> Estudante de Graduação do Curso de Engenharia de Produção – FAEX. E-mail: victor\_correa9@hotmail.com

<sup>6</sup> Estudante de Graduação do Curso de Engenharia de Produção – FAEX. E-mail: mariaritaandrade@gmail.com

### **ABSTRACT**

This article aims to review the literature and presented the proper disposal process and the harmful effects that the junk brings to health and the environment. Due to technological obsolescence consumers end up accelerating the exchange of their equipment with more current, generating large accumulation of this waste, heavy metals are found as a result of incorrect disposal of waste, causing damage to health and the environment. Depending on the complexity of the problem of contamination and the increase in production, consumption and disposal of electronic waste, specific laws have been created and now currently in place around the world. Organizations of all kinds are increasingly concerned with achieving and demonstrating sound environmental performance by controlling the impacts of their activities, products and services on the environment, consistent with its environmental policy and objectives. They do so in a context of increasingly stringent legislation, the development of economic policies and other measures to take to protect the environment and a growing concern expressed by stakeholders in relation to environmental issues and sustainable development. Concluding that the process of returning products, reducing supplies, recycling, substitution and reuse of materials, waste disposal, reprocessing, remanufacturing and repair can be done with the use and application of reverse logistics.

**Keyword:** Environment; Junk; Disposal.

## 1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra sofre com o lixo eletrônico, sendo que cada vez mais estes são gerados em grande quantidade. Devido à obsolescência tecnológica os consumidores acabam acelerando a troca de seus equipamentos por outros mais atuais.

Com a popularização de novos tipos de produtos e a introdução acelerada de modernas gerações de equipamentos eletrônicos, novidades que antes demoravam anos para alcançarem todos os níveis de classes sociais, atualmente são conhecidas em tempo real, fator que alimenta o consumismo. Os lançamentos são mundializados e cada vez mais, há novos produtos oferecidos no mercado. O usuário médio de computadores, por exemplo, troca seus equipamentos eletrônicos em tempo mais célere, os da geração anterior, considerados obsoletos, ganham destino inadequado, acarretando assim graves problemas ao meio ambiente (SILVA, 2010).

Diante dessa troca acelerada e o descarte incorreto um grave problema mundial é gerado. O lixo tecnológico ou e-lixo como também é conhecido contém contaminantes prejudiciais à saúde e ao meio ambiente como metais tóxicos e diversos outros materiais que não são biodegradáveis. A quantidade de e-lixo produzida no mundo inteiro é cada vez maior, sobretudo nos países desenvolvidos, onde o custo da tecnologia para o usuário final é comparativamente menor. No entanto, nos últimos anos, os países em desenvolvimento têm sido detentores das maiores taxas de crescimento do consumo de eletrônicos (SHARPRE apud COSTA, 2010).

Apesar de relativamente novo, os dados mostram que o problema do e-lixo vem assumindo rapidamente grandes proporções. Há argumentos suficientes para que a gestão dos resíduos eletrônicos não fique sujeita apenas a regulamentações específicas, somando-se a estas os esforços de grupos, instituições e organizações em processos de sustentabilidade (CELINSKI et al., 2011).

O lixo eletrônico é um problema de responsabilidade de empresas, governo, da sociedade e de instituições de ensino em seus diversos níveis, que

devem assumir compromisso quanto ao cumprimento do ciclo completo desses equipamentos, contidos em postulados da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e Conselho Nacional de Meio Ambiente– CONAMA (SILVA, 2010).

Com base no exposto acima o presente estudo tem por objetivo buscar e identificar na literatura científica os danos ao ambiente e a saúde causada pelo lixo eletrônico. Visando apontar formas sustentáveis para o tratamento e o descarte correto desse lixo.

## **2. LIXO ELETRÔNICO E SEU EFEITO NOCIVO A SAÚDE E AO AMBIENTE**

Resíduo eletrônico é conceituado, segundo Vieira, Soares e Soares (2009), como todo ou qualquer produto que possua origem tecnológica, tornando-se obsoleto ou inservível, sendo descartado ou jogado ao lixo. Neste sentido, é possível considerar os telefones celulares, televisores, eletrodomésticos portáteis, rádios, todos os equipamentos de microinformática, filmadoras, vídeos, ferramentas elétricas, DVDs, brinquedos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes, e milhares de outros produtos que facilitam a vida da sociedade moderna, e apresentam-se, atualmente, como produtos descartáveis, sendo estes exemplos de resíduos eletrônicos (LINHARES, 2012).

Diante da evolução tecnológica a troca de aparelhos eletrônicos é acelerada e tem gerado muita sucata tecnológica, seu descarte inadequado traz diversos danos à saúde e ao meio ambiente. O solo possui uma grande capacidade de retenção de metais pesados, porém, se essa capacidade for ultrapassada, os metais em disponibilidade no meio penetram na cadeia alimentar dos organismos vivos ou são lixiviados, colocando em risco a qualidade do sistema de água subterrânea. A retenção desses metais no solo pode se dar de diferentes formas, já que os argilominerais possuem sítios negativos onde os metais são adsorvidos por forças eletrostáticas (MATOS et al., CARVALHO apud DUARTE e PASQUAL, 2000).

Os danos causados devido o efeito das substâncias químicas do Lixo Eletrônico a saúde e ao meio ambiente observa-se a baixo:

**Mercúrio-Hg** O mercúrio é facilmente absorvido pelas vias respiratórias quando está sob a forma de vapor ou em poeira em suspensão e também é absorvido pela pele. A ingestão ocasional do mercúrio metálico na forma líquida não é considerada grave, porém quando inalado sob a forma de vapores aquecidos é muito perigoso. A exposição ao mercúrio pode ocorrer ao se respirar ar contaminado, por ingestão de água e comida contaminada e durante tratamentos dentários. Em altos teores, o mercúrio pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos, e causar vários distúrbios neuropsiquiátricos. O sistema nervoso humano é também muito sensível a todas as formas de mercúrio. Respirar vapores desse metal ou ingeri-lo é muito prejudicial porque atingem diretamente o cérebro, podendo causar irritabilidade, tremores, distorções da visão e da audição, e problemas de memória. Pode haver também problemas nos pulmões, náuseas, vômitos, diarreia, elevação da pressão arterial e irritação nos olhos, pneumonia, dores no peito, dispnéia e tosse, gengivite e salivação. A absorção pode se dar também lentamente pela pele. A legislação brasileira através das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde 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 (SILVA, 2010). Usado em: baterias, ligamentos, termostatos, sensores.

**Cádmio-Cd** Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer) (FERREIRA e ROSOLEN, 2013).

**Níquel-Ni** É encontrado em baterias; amado; fundição e niquelagem de metais, refinarias. Danos causados a saúde: câncer de pulmão e seios paranasais (ARAÚJO e PINTO FILHO, 2010).

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 arsênico com o câncer de pele e brônquios (SILVA; 2010). Usado em: celulares (LINHARES; 2012).

PVC- Usado em fios para isolar corrente. Se inalado, pode causar problemas respiratórios (FERREIRA e FERREIRA, 2008).

Chumbo-Pb É o metal pesado mais abundante na crosta terrestre. Sua utilização data de épocas pré-históricas tendo sido amplamente mobilizado desde então, ocorre como 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. Isso leva alterações psicológicas e comportamentais sendo a diminuição da inteligência um dos efeitos. O sistema nervoso, a medula óssea e os rins são considerados críticos para o Pb, devido à desmielinização e à degeneração dos axônios, prejudicando funções psicomotoras e neuromusculares, tendo como efeitos: irritabilidade, cefaléia, alucinações. 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 (SILVA, 2010). Usado em: Computador, celular, televisão (LINHARES, 2012).

Cobalto -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. Estudos experimentais com animais e observações na raça humana têm demonstrado que o Co é bem absorvido pelo trato gastrintestinal e pela via respiratória. A velocidade de absorção, provavelmente, é dependente da solubilidade dos compostos de Co em meio biológico (SILVA, 2010).

Berílio Be Causa câncer no pulmão. É usado em: Computador, celular (LINHARES, 2012).

Retardantes de chamas (BRT)- Usado para prevenir incêndios em diversos eletrônicos. Causa problemas hormonais, no sistema nervoso e reprodutivo (FERREIRA e FERREIRA, 2008). Os retardantes de chama mais comumente usados nas placas de circuito impresso são os BRFs (Brominated-flame retardants), sendo o mais perigoso o PBDEs (*Polybrominated diphenyl ethers*). Herat (2008) aponta que estudos reportam a presença de retardantes de chama em humanos, inclusive no leite materno. Estas substâncias são tóxicas e causam deformações no feto (teratogenia). Os mais perigosos eram os PBBs (*Polybrominated biphenyls*), que era uma toxina bioacumulativa e considerada carcinogênica, mas que foi proibido na União Européia, em 2006, e em alguns outros países, mas que ainda pode ser encontrado em produtos de países que não incluíram esta proibição e em aparelhos mais antigos (OLIVEIRA e CAMARGO, 2009).

Alumínio-Al Produção de artefatos de alumínio; serralheria; soldagem de medicamentos (antiácidos) e tratamento convencional de água. Anemia por deficiência de ferro; intoxicação crônica (ARAÚJO e PINTO FILHO, 2010)

Zinco-Zn Produz secura na garganta, tosse, fraqueza, dor generalizada, arrepios, febre, náusea e vômito (SILVA; 2010).

COBRE (Cu) Segundo Conceição (2005), os danos ao organismo associados ao cobre incluem dano ao epitélio gastrointestinal, associado à necrose centrilobular do fígado e necrose tubular dos rins, alterações metabólicas no organismo. A exposição crônica pode levar ao espessamento e esverdeamento da pele, dentes e cabelo. Em nível pulmonar pode se observar



irritação das fossas nasais, ulcera e perfuração do septo, além de hepatotoxicidade. Por se tratar de um elemento essencial, a intoxicação causa desordem nos mecanismos de homeostase (OLIVEIRA e CAMARGO, 2009).

### 3. RESÍDUOS ELETRÔNICOS NO BRASIL

O Brasil é o 5º maior mercado mundial de Internet e de telefonia celular. Chegamos a mais de 190 milhões de aparelhos celulares habilitados e a mais de 50 milhões de pessoas com acesso à Internet em setembro de 2010. Por outro lado, o mercado brasileiro de informática cresce a uma taxa de 20- 25% ao ano, superior à média mundial (YANAKIEW apud OLIVEIRA et al., 2010).

Sendo o país emergente que produz o maior volume de lixo eletroeletrônico por pessoa a cada ano. O alerta é da Organização das Nações Unidas (ONU), que lançou seu primeiro relatório sobre o tema. Segundo o estudo, o Brasil não tem estratégia para lidar com o fenômeno, que nem é tratado como prioridade pelas indústrias (RIBEIRO e SILVA, 2012). O país ainda não dispõe de tecnologias para reciclar completamente as pilhas e baterias na maioria das vezes, esses materiais são remanufaturados no Brasil, ou seja, têm seus componentes substituídos por outros novos de modo a oferecer uma maior sobrevida ao produto (tem-se como exemplo o caso da troca de células de lítio nas baterias íons-lítio pós-uso) ou têm alguns de seus componentes (geralmente os mais simples) extraídos e reaproveitados em outros ciclos produtivos (RUIZ et al, 2012).

✓ O Brasil segue lentamente nas disposições legislativas do Meio Ambiente. Suas principais análises de proteção e leis ambientais são basicamente quatro:

- ✓ Política Nacional do meio Ambiente;
- ✓ Política Nacional dos Recursos Hídricos;

Resoluções CONAMA (257 e 263 de interesse Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, REEE);

- ✓ ISO 14000 (BACHI, 2013).



Segundo ABNT NBR ISO 14001, 2004 organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas com o atingimento e demonstração de um desempenho ambiental correto, por meio do controle dos impactos de suas atividades, produtos e serviços sobre o meio ambiente, coerente com sua política e seus objetivos ambientais. Agem assim dentro de um contexto de legislação cada vez mais exigente, do desenvolvimento de políticas econômicas e outras medidas visando adotar a proteção ao meio ambiente e de uma crescente preocupação expressa pelas partes interessadas em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável.

A norma ISO 14000 certifica que a empresa possui um sistema de gestão ambiental, portanto, possui procedimentos de controle ambiental, registra-os e divulga-os para os órgãos de controle ambiental, para o mercado e para a sociedade. No Brasil o número de empresas certificadas pela ISO 14000 vem crescendo exponencialmente.

Os benefícios que uma empresa pode atingir através da implantação da ISO14000 são:

- Redução do custo de disposição dos resíduos.
- Melhoria da imagem, da relação com os clientes, além de melhorar o relacionamento

Com as autoridades regulamentadoras.

- Aumento do acesso aos fundos de investimento.
- Redução do seguro de investimentos.
- Redução dos riscos de responsabilidade de despoluição.
- Redução do custo de energia.
- Habilidade para correção de problemas potenciais antes de causar danos ambientais.
- Demonstração de comportamento ambiental esperado.
- Organizações que são proativas, em oposição às reacionárias podem atingir estratégias

E vantagens competitivas sustentáveis através de sistemas de gestão ambiental (NASCIMENTO e POLEDNA, 2002).

Eventos como o I Encontro Nacional de Reciclagem, realizado em Curitiba em junho de 2008 (organizado pelo Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná) e o Seminário Internacional de Resíduos Eletroeletrônicos, realizado em agosto de 2009 em Belo Horizonte (organizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais) mostram que o assunto movimenta as esferas acadêmica, produtiva e setor público no país. O Brasil ainda parece possuir poucos grupos de pesquisa voltados à problemática do lixo eletroeletrônico, e são ainda raros os trabalhos científicos publicados. Muitas das informações que nos chegam, principalmente dados estatísticos de consumo e produção, provêm de revistas, jornais e reportagens de televisão ou rádio (OLIVEIRA et al., 2010).

Em todo o mundo, a reciclagem de eletroeletrônicos é um mercado em franco crescimento. No Brasil, o mercado conta com uma grande informalidade. Infelizmente, grande parte das empresas que atuam na reciclagem de eletroeletrônicos não observam normas de segurança do trabalho e de descarte de resíduos químicos. Algumas utilizam mão de obra de adolescentes, sem proteção contra os elementos tóxicos, e ainda por cima se limitam a triturar o lixo e enviar para a China, onde ele vai ser reciclado por mão de obra precária e também sem levar em conta o impacto ambiental e social (RIBEIRO e SILVA, 2012).

Segundo Grimberg (2005), a ausência de fiscalização da Lei Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e de programas de educação ambiental nos municípios são importantes desafios que precisam ser enfrentados. A falta de legislação pertinente envolvendo incentivos às atividades de reciclagem neste segmento, a baixa conscientização da população em relação à sua importância, a complexidade e o alto custo da logística reversa, a pequena quantidade de pesquisas envolvendo o assunto e, também, certa acomodação governamental em relação ao problema (PALLONE apud RUIZ et al, 2012).

A primeira medida nesse sentido é a aprovação da política nacional de resíduos sólidos. O projeto em andamento no congresso trata o lixo eletroeletrônico como resíduo reverso – responsabiliza o fabricante pelo

manejo dos descartes antes da disposição final. O projeto brasileiro recebe elogios em todo o mundo, mas ainda não foi aprovado. É necessário mobilizar a opinião pública para esse problema, e acelerar a aprovação da política de resíduos sólidos (RIBEIRO e SILVA, 2012).

#### 4. CONHECENDO A LOGÍSTICA REVERSA

Para Rogers e Tibben-Lembke (1999) Logística Reversa é:

*“O processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matérias primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado para coleta e tratamento de lixo”* (DAHER et al,2006, p.34).

A logística reversa é um termo utilizado frequentemente para se referir ao papel da logística no retorno de produtos, redução de fornecimentos, reciclagem, substituição e reutilização de materiais, eliminação de desperdícios, reprocessamento, reparação e refabricação (CLOCK et al, 2011). O aumento da preocupação com o meio ambiente vem criando importância na reutilização dos materiais e conseqüentemente a formação de um ciclo que parte do consumidor e chega novamente no fornecedor. O gerenciamento desse caminho inverso dos materiais, comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos, é chamado de logística reversa (LEITE et al,2009).

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 e peças usados a fim de assegurar uma recuperação sustentável (amigável ao meio ambiente) (DAHER et al,2006).

Em alguns países, como a Alemanha, os fabricantes são obrigados a se responsabilizarem por todo o ciclo de vida de seu produto, incluindo o seu descarte. Já no Brasil, as empresas estão buscando desenvolver processos reversos que deem aos seus produtos um fim mais apropriado (CLOCK et al, 2011).

Dentre essas legislações do cenário mundial, uma das mais significativas é a diretiva 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. Ao mesmo tempo a diretiva Restriction on the use of Hazardous Substances (ROHS), que entrou em vigor em 2006, também é de extrema importância, pois seus objetivos são o de evitar ou diminuir a quantidade de produtos tóxicos e metais pesados que ingressam na União Européia (LEITE et al, 2009).

De acordo com o grupo RevLog (um grupo de trabalho internacional para o estudo da Logística Reversa, envolvendo pesquisadores de várias Universidades em todo o mundo e sob a coordenação da Erasmus University Rotterdam, na Holanda), as principais razões que levam as firmas a atuarem mais fortemente na Logística Reversa são:

- (1) Legislação Ambiental, que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do Tratamento necessário;
- (2) Benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao Invés dos altos custos do correto descarte do lixo;
- (3) A crescente conscientização ambiental dos consumidores.

Além destas razões, Rogers e Tibben-Lembke (1999) ainda apontam motivos estratégicos, tais como:

- (1) Razões competitivas – Diferenciação por serviço;
- (2) Limpeza do canal de distribuição;
- (3) Proteção de Margem de Lucro;
- (4) Recaptura de valor e recuperação de ativos.

Quaisquer que sejam os motivos que levam uma empresa qualquer a se preocupar com o retorno de seus produtos e/ou materiais e a tentar administrar este fluxo de maneira científica, isto é a prática de Logística Reversa (DAHER et al, 2006).

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei disciplina a gestão dos resíduos sólidos e coloca o Brasil no patamar das nações desenvolvidas. Porém, desta lei advêm obrigações para os produtores, que os obriga a responsabilidades permanentes sobre os seus resíduos e produtos (BRASIL apud CLOCK et al, 2011).

O artigo 33 da referida Lei estabelece que “estão obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos”:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do (Sistema Nacional do Meio Ambiente) Sisnama, do (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) SNVS e do (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária) Suasa, ou em normas técnicas; II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes (CLOCK et al, 2011).

O principal direcionador para implementação de um programa de logística reversa é o econômico. As empresas precisam realizar estudos acerca dos ganhos que terão com este tipo de iniciativa para confirmar sua viabilidade. Os benefícios econômicos advindos da logística reversa são diferentes para os produtores e os recicladores de eletrônicos. Os recicladores alcançam seu lucro graças à logística reversa, que é a fonte de seu faturamento. Já para os

fabricantes de computadores o grande benefício econômico é a garantia de que seus produtos usados não serão enviados ao mercado paralelo, assegurando assim o aumento da demanda por computadores novos. Outro importante direcionador da logística reversa é o legislativo. Os fabricantes de computadores sentem-se obrigados a destinar seus produtos corretamente ou como forma de se prevenir para futuras novas legislações sobre o tema, ou para poderem exportar para lugares como a Europa. Com isso, as empresas recicladoras são beneficiadas, pois elas são as responsáveis pela prestação deste tipo de serviço de adequação legal (LEITE et al, 2009).

## **5. CONCLUSÃO**

Diante da obsolescência dos equipamentos eletrônicos e a troca por outros atuais a população mundial tem gerado grande acúmulo de lixo tecnológico. Substâncias químicas como: mercúrio, cádmio, níquel, chumbo, cobalto, são encontradas no solo devido o descarte incorreto dos resíduos tecnológicos. Assim gerando diversos danos a saúde e ao meio ambiente.

Segundo a ONU o Brasil é o país que produz o maior volume de lixo eletrônico por pessoa a cada ano, de acordo com o estudo realizado pela organização o Brasil não tem estratégia para lidar com o fenômeno, que nem é tratado como prioridade pelas indústrias. Infelizmente, grande parte das empresas que atuam na reciclagem de eletroeletrônicos não observam normas de segurança do trabalho e de descarte de resíduos químicos. A ausência de fiscalização da Lei (PNRS) e de programas de educação ambiental nos municípios são importantes desafios que precisam ser enfrentados. A falta de legislação pertinente envolvendo incentivos às atividades de reciclagem neste segmento, a baixa conscientização da população em relação à sua importância, a complexidade e o alto custo da logística reversa, a pequena quantidade de pesquisas envolvendo o assunto e, também, certa acomodação governamental em relação ao problema faz com que cada vez mais cresça o número desse lixo.

Assim, os resultados obtidos nesta revisão apontam o uso e a aplicação da logística reversa. Em seu sentido mais amplo significa todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais, refere-se a todas as atividades de coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usados. Esse processo visa além do retorno dos produtos para seu local de origem, a preservação do meio ambiente.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. B. S.; PINTO FILHO, J. L. O. Identificação de fontes poluidoras de metais pesados nos solos da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró-Rn, Na área urbana de Mossoró-Rn. **Revista Verde** (MOSSORÓ – RN – BRASIL) v.5, n.2, p. 80 - 94 abr./jun., 2010.

BACH, M.H., 2013. Resíduos tecnológicos: A relação dos resíduos eletroeletrônicos com a Legislação do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental GVAA – grupo verde de agroecologia e abelhas– pombal – PB**. v. 7, n. 1, p. 01-05, jan./mar., 2013.

CELINSKI, T. M.; CELINSKI, V. G.; RESENDE, H. G.,. Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 06-09, jun./set., 2011.

CLOCK, M.; BATIZ, E. C. DUARTE, P.,. Redução do impacto ambiental e recuperação de custos por meio da logística reversa: estudo de caso em empresa de distribuição elétrica. **Produção em Foco**, v. 1, n. 1, p.101-103, jan./jun., 2011. 22375163.

COSTA, L. F.,2010. **O lixo eletrônico na universidade de Brasília: um estudo exploratório**. Universidade de Brasília instituto de química, 2010.



DAHER, C. E.; SILVA, E. P. D. L. S.; FONSECA, A. P. Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor. Vitória-ES, Brasil. **BBR – Brazilian Business Review**; v. 3, n. 1. p. 58-73, jan./jun., 2006.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A., Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 1, 2000.

FERREIRA, J. M. B.; FERREIRA, A. C.,. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. **Revista de Ciências Exatas**. v. 3, n. 3, 2008.

FERREIRA, D.A.; ROSOLEN, V, 2013. Disposição de resíduos sólidos e qualidade dos recursos hídricos no Município de Uberlândia-MG. **Revista horizonte científico**. v. 7, n.1, set. 2013.

LEITE, P. R.; LAVEZ, N; SOUZA, V. M.,. Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática. **SIMPOI**. 2009.

LINHARES, S. N.; NOBRE M. F.; MOSCARDI J. P.,. Os resíduos eletroeletrônicos: uma análise comparativa acerca da percepção ambiental dos consumidores da cidade de Mossoró – RN. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia, GO – 19 – 22 nov. 2012.

NASCIMENTO, L. F. M.; POLEDNA, S. R. C.,. O processo de implantação da ISO 14000 em empresas brasileiras. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção** Curitiba – PR, 23 - 25 de out., 2002.

ABNT NBR ISO 1400. **Sistemas da gestão ambiental**. 2. ed 31.12.2004  
Válida a partir de 31.01.2005.

OLIVEIRA, G.C.; CAMARGO, S. A. F. O paradoxo do tratamento dos resíduos de equipamentos. **XVIII Congresso Nacional do CONPEDI**, São Paulo-SP. 04, 05, 06 e 07 de nov., 2009.

OLIVEIRA, R.S; GOMES E.S.; AFONSO J.C.,. O lixo eletroeletrônico: uma abordagem para o ensino fundamental e médio. **Química nova na escola**. v. 32, n. 4, novembro 2010.

RIBEIRO, F. D.; SILVA, J. S.,. Lixo eletrônico: estudo sobre a atual situação do lixo eletroeletrônico na cidade de Uruaçu. **Revista Fasem Ciências**. v.2, n. 2, jul./dez., 2012.

RUIZ, M. R.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; RUIZ, L. R.; SILVA, E. L. Desafios para o gerenciamento de pilhas e baterias pós-uso: proposição de projeto de lei sobre o e-lixo na cidade de Rio Claro – SP. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GEAS**. São Paulo; v. 1, p 32 - 52, n. 2, jan./jun. 2012.

SILVA, J. R. N.,. Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do instituto de educação ciência e tecnologia do Amazonas – IFAM campus Manaus centro. **I Congresso brasileiro de gestão ambiental** 21-24 de nov. 2010, Bauru SP.