

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental  
Trabalho de Conclusão de Curso**

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DOS  
RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS GERADOS NOS  
MINISTÉRIOS DO GOVERNO BRASILEIRO**

**Autor: Débora Maria da Silva Freitas  
Orientador: Prof. Dr. Douglas José da Silva**

**DÉBORA MARIA DA SILVA FREITAS**

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS  
ELETROELETRÔNICOS GERADOS NOS MINISTÉRIOS DO GOVERNO  
BRASILEIRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Douglas José da Silva – Professor Doutor

**Brasília  
2010**

Cutter Freitas, Débora Maria da Silva.

Titulo: Diagnostico e proposta de modelo de gestão de resíduos eletroeletrônicos gerados nos ministérios do governo brasileiro/Débora Maria da Silva Freitas. 21 de julho de 2010.

Paginação.: ilustração

Dissertação (Mestrado) Universidade Católica de Brasília, Data. 21/07/2010.

Orientação: Prof. Dr. Douglas José da Silva.

1. Assunto. 2. assunto. 3. Assunto. I Silva, Douglas José, orient. II. Diagnóstico e proposta de modelo de gestão de resíduos sólidos gerados nos ministérios do governo brasileiro.

CDU Classificação



Dissertação de autoria de Débora Maria da Silva Freitas, intitulada “Diagnóstico e proposta de modelo de gestão dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos ministérios do governo brasileiro”, apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília, em 21 de julho de 2010, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

---

Prof. Dr. Douglas José da Silva  
Orientador  
Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

---

Prof. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista  
Membro da banca  
Instituto de Geociências - UNB

---

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Resende  
Membro da banca  
Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

---

Prof. Perseu Fernando dos Santos, PhD  
Membro da banca (Suplente)  
Planejamento e Gestão Ambiental - UCB

## AGRADECIMENTO

Agradeço a meus pais, pois sem o seu apoio, compreensão, não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador Douglas Jose da Silva, que dedicou seu tempo para me auxiliar no desenvolvimento desta dissertação.

À Sérgio de Oliveira Barcellos, meu namorado, pelo apoio, carinho e paciência, pois foram incentivos cruciais para a condução deste trabalho.

Aos colegas de trabalho, Andréia Macedo e Murilo Mussi, que se dedicaram aos trabalhos enquanto da minha ausência para esta capacitação.

Aos colegas do MPGA, pelo convívio diário e pelo apoio e companheirismo na realização dos trabalhos de classe.

## RESUMO

**Referência: FREITAS; Débora Maria da Silva. Título: Diagnóstico e proposta de modelo de gestão dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos ministérios do governo brasileiro.**

O avanço tecnológico e o crescente processo de industrialização vêm progressivamente interferindo e alterando a dinâmica da natureza. Esse avanço, principalmente a partir do século XVIII, impulsionado pelo capitalismo, colocou definitivamente os interesses das sociedades humanas de um lado e a conservação do meio natural, de outro. Muito tempo se passou até que o homem começasse a perceber que o desenvolvimento trazia, além de conforto e praticidade, impactos depredatórios à natureza. Nesse cenário, a evolução da eletroeletrônica, mesmo sendo considerada como um desenvolvimento “limpo”, também contribui com elementos nocivos ao meio ambiente. Diante desse cenário, foram analisados modelos de gestão de Resíduos Eletroeletrônicos - REEs já implantados, para subsidiar a formulação e apresentação de uma proposta de modelo de gestão para os ministérios Brasileiros. O objetivo geral deste trabalho é realizar o diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos gerados nas estruturas dos ministérios do governo brasileiro localizados em Brasília/DF, e propor um modelo de gestão. Como objetivos específicos buscou-se primeiramente identificar quais os tipos de resíduos eletroeletrônicos existentes, para em seguida, selecionar o tipo específico objeto de estudo desta pesquisa, no caso, computadores e seus componentes. Depois foi analisada a vida útil desses equipamentos e a destinação utilizada após se tornarem resíduos. No diagnóstico realizado por meio do levantamento de dados junto aos 22 ministérios, chegou-se a um número total de 36.176 computadores em operação. Desde número, a cada ano são descartados 30%, resultando na substituição total das máquinas a cada 3 anos, aproximadamente. O único destino dos computadores descartados permitido pelo serviço público é a doação. O modelo de gestão proposto se baseia em treinamento dos servidores envolvidos no processo; orientações às instituições beneficiadas com a doação quanto à destinação final adequada; reciclagem com o uso da tecnologia de plasma e a criação de um fundo para investimentos em P&D no setor.

**Palavras-chaves: Resíduos Eletroeletrônicos, gestão, reciclagem, tecnologia de plasma.**

## ABSTRACT

Reference: FREITAS, Débora Maria da Silva. Title: Diagnosis and proposal of a management model for the electronic waste generated in the ministries of the Brazilian government.

The technological advances and the crescent industrialization process have been progressively interfering in the dynamics of nature and modifying it. These advances, mainly since the beginning of the 18<sup>th</sup> century, pushed by the capitalism, have definitely put the human societies interests at one side and the nature conservancy at the other. A long time has passed until the mankind started to realize that the development would bring besides comfort and practicality, the predatory impacts on nature. In this scenario, the electronics evolution, even being considered as a “clean” development, also contributed with harmful elements to the environment. Considering that, some known electronic waste management models were analyzed in order to subsidize a model proposition for the Brazilian ministries. The general objective is to conduct the diagnosis of the electronic waste generated in the ministries structures, located in Brasília – Federal District and to propose a management model. The specific objectives are to identify the type of existent residue and to select the one that will be the object of this research – computers and their components. Afterwards the equipments lifespan and their destination as waste will also be analyzed. The diagnosis, carried on 22 ministries, pointed out a total of 36,176 operational computers and an annual disposal of 30% of them, resulting in a total substitution every 3 years, approximately, with a consequent donation, only destination allowed by the Law. The developed management model proposes, among others, the following actions: training for the participant professionals in the process; orientation to the beneficiary institutions related to the final destination of the received equipments, after use; recycling by the use of plasma technology, and the creation of an investment fund in R&D.

**Keywords: Waste Consumer Electronics Equipment, management, recycling, plasma technology.**

## **LISTAS DE ILUSTRAÇÃO**

- Ilustração 3.1** - Dados estimados do mercado de PCs no Brasil
- Ilustração 3.2** - Base ativa de computadores – computadores em uso
- Ilustração 3.3** - Folder de recolha do lixo no Japão
- Ilustração 3.4** - Folder de recolha do lixo no Japão
- Ilustração 3.5** - Fluxograma para o PGIREE no município – MG
- Ilustração 5.1** - Fluxo do Ciclo de REEs.
- Ilustração 5.2** - A a J – fotos das condições de armazenamento dos EEEs
- Ilustração 5.3** - Fluxo proposto do modelo de gestão.

## LISTAS DE TABELAS

**Tabela 3.1** – Brasil – mercado de PCs

**Tabela 3.2** – Evolução do uso de computadores nas empresas brasileiras

**Tabela 3.3** – Tempo de Degradação dos materiais

**Tabela 3.4** - Componente dos computadores e composição dos resíduos

**Tabela 4.1** – Estrutura do banco de dados do material e métodos

**Tabela 4.2** – Etapas de desenvolvimento da realização da dissertação

**Tabela 5.1** - Quantidade de servidor público

**Tabela 5.2** – Dados levantados nos Ministérios

**Tabela 5.3** – Composição dos resíduos – tabela comparativa

## LISTAS DE ABREVIATURAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas e Técnicas
- ABINEE** – Associação Brasileira da Indústria de Elétrica e Eletrônica
- ABS** – Acrylonitrile butadiene Styrene
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CRT** – Tubos de raios catódicos
- CRC** – Centros de Recondicionamento de Computadores
- CPU** – Central Processing Unit – Unidade Central de Processamento
- CE** – Comunidade Européia
- CI** – Computadores para Inclusão
- DNA** – Deoxyribonucleic acid – Ácido Desoxirribonucléico
- EES** – Equipamentos Eletroeletrônicos
- FGV** – Fundação Getulio Vargas
- IN** – Instrução Normativa
- IPT** – Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo
- LCD** – Liquid Crystal Display – Display de cristal liquido
- LEVs** – Locais de entregas voluntárias
- METI** – Ministério da Economia, Comercio e Indústria – Japão
- ME** – Micro empresa
- MSL** – Minas Sem Lixões
- MDL** – Movimento de Desenvolvimento Limpo
- MPOG** – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- NBR** – Norma Brasileira
- ONG** – Organização não Governamental
- OSCIPS** – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PVC** – Polinil clorido
- PBDE** – Polibrominato Dibifenila Éter
- PCB** – Policlorodifenil
- PGIREE** – Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
- PGICS** – Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva
- PC** – Personal Computers – Computador Pessoal

**PEA** – Programa de Educação Ambiental  
**PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
**REE** – Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico  
**ROHS** – Restriction of Certain Hazardous Substances  
**SBRT** – Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas  
**SLU-BH** – Serviço de limpeza urbana – Belo Horizonte  
**SLTI** – Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação  
**SENAI** – Serviço Nacional da Indústria  
**TSE** – Tribunal Superior Eleitoral  
**TI** – Tecnologia da Informação  
**URPVS** – Unidade de Pequenos Volumes  
**UE** – Urnas Eletrônicas  
**USP** – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b>	
<b>Lista de Figuras</b>	
<b>Lista de Tabelas</b>	
<b>Lista de Abreviaturas</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
3.1 O LIXO.....	17
<b>3.1.1 Definições de lixo e/ou resíduos sólidos.....</b>	<b>17</b>
3.2 O MERCADO DE Equipamentos Eletroeletrônicos - EEEs.....	19
3.3 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS – REEs.....	22
3.4 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E O MEIO AMBIENTE.....	24
<b>3.4.1 Impactos ambientais e na saúde pública causados pelos resíduos eletroeletrônicos.....</b>	<b>24</b>
3.5 METAIS E MATERIAIS TÓXICOS - EFEITOS TÓXICOS NA SAÚDE HUMANA.....	28
<b>3.5.1 Chumbo.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.2 Cádmiio.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.3 Mercúrio .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.4 Cromo Hexavalente (Cromo VI).....</b>	<b>32</b>
<b>3.5.5 Plásticos.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5.6 Retardantes de fogo com brominatos.....</b>	<b>33</b>
3.6 ASPECTOS ATUAIS DO RESÍDUO ELETROELETRÔNICO NO BRASIL.....	34
3.7 LEGISLAÇÃO.....	35
3.8 MODELOS DE GESTÃO.....	41
<b>3.8.1 O modelo Japonês.....</b>	<b>41</b>

3.8.1.1 A sequência da coleta e reciclagem de computadores no Japão.....	45
<b>3.8.2 A Iniciativa no Estado Brasileiro de Minas Gerais .....</b>	<b>47</b>
3.8.2.1 Plano de Gerenciamento Integrado do Resíduo Eletroeletrônico – PGIREE..	48
<b>3.8.3 Tribunal Superior Eleitoral – TSE .....</b>	<b>53</b>
3.9 ALTERNATIVAS DE DIMINUIÇÃO E TRATAMENTO DE REES .....	54
<b>3.9.1 O desenvolvimento limpo (DL) e a tecnologia da informação (TI).....</b>	<b>54</b>
3.9.1.1 A Tecnologia da Informação – verde.....	54
3.9.1.2 Contratações públicas sustentáveis.....	56
<b>3.9.2 ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DOS REJEITOS .....</b>	<b>57</b>
3.9.2.1 A Reciclagem .....	57
3.9.2.2 Tecnologia de Plasma .....	58
3.9.2.1.1 <i>O Plasma</i> .....	58
3.9.2.1.2 <i>O processo</i> .....	59
3.9.2.1.3 <i>Os Custos</i> .....	60
3.9.2.1.4 <i>Vantagens</i> .....	60
3.9.2.1.5 <i>Desvantagens</i> .....	61
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>62</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>66</b>
5.1 DIAGNÓSTICO .....	66
<b>5.1.1 Os eletroeletrônicos nos Ministérios .....</b>	<b>66</b>
<b>5.1.2 Análise do Fluxo .....</b>	<b>71</b>
<b>5.1.3 Análise dos Dados .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1.4 Estimativa da Geração de Materiais de REEs .....</b>	<b>79</b>
5.2 PROPOSTA DE GESTÃO PARA OS REES.....	81
<b>5.2.1 Fases de implantação do modelo .....</b>	<b>84</b>
<b>5.2.2 Recomendações.....</b>	<b>88</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>89</b>

**7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS ..... 91**

## 1 INTRODUÇÃO

É entendido, amplamente reconhecido, divulgado e aceito que as modificações ocorridas nas sociedades atuais são muito rápidas, principalmente nas últimas décadas. Pode até existir divergência quanto ao alcance, a velocidade, o significado, as perspectivas, os impasses e os impactos dessas mudanças em nossas vidas e na sociedade. Mas, de uma forma ou outra, também existe um amplo entendimento que essas mudanças encontram-se estreitamente relacionadas com o progresso técnico, com os enormes avanços acontecidos no âmbito das ciências e tecnologias.

Toda essa modificação da sociedade não é uma especificidade dos dias atuais. Muito pelo contrário, vêm acontecendo ao longo de toda a nossa história, desde a transição da pedra lascada à pedra polida, até a fundamentação das várias revoluções industriais. Na atualidade, essas grandes mudanças centram-se principalmente nos avanços introduzidos nos processos de informação e de comunicação. Com impactos semelhantes aos da máquina a vapor, a eletrônica aliada à comunicação está globalizando e universalizando, nos dias de hoje, produtos e processos de forma inimaginável até duas décadas atrás (STAUB, 2001). As conseqüências dessas drásticas mudanças começam a ser percebidas.

A revolução tecnológica que se expandiu nos anos 70 e 80 ganhou força nos anos 90 com a propagação da internet e a facilidade cada vez maior de se adquirir os seus equipamentos e componentes eletroeletrônicos, de tal forma que hoje as tecnologias da informação constituem-se como uma das bases da economia e de muitos outros setores da sociedade (GUIMARÃES, 2001).

Até pouco tempo atrás, os benefícios que o desenvolvimento proporcionava como conforto, praticidade, comodidade, redução de horas de trabalho, diminuição de despesas, eram a justificativa para a realização de tantas inovações e aperfeiçoamento nessa área. Pouco se falava na degradação do meio ambiente e no risco de extinção de espécies da fauna e flora, recursos hídricos e outros bens naturais.

Nos dias de hoje o panorama é outro. Governos, empresas e sociedade discutem amplamente os temas ligados ao meio ambiente, chegando ao ponto de firmarem acordos internacionais.

A humanidade vem mostrando a grande capacidade de transformação industrial com a criação e inovações de novas tecnologias facilitando o dia a dia da sociedade. Nesse desenvolvimento da indústria muitas tecnologias são incorporadas ao cotidiano tornando-se imprescindíveis à vida.

Na atual era da informação, as rotinas da humanidade estão ficando, cada vez mais, baseadas no esplendor dos eletroeletrônicos, os quais facilitam a vida e integram pessoas em redes de comunicação, garantindo o bem-estar e o conforto.

Os eletroeletrônicos estão se popularizando e a introdução cada vez mais acelerada de modernas gerações de hardware: “*desktops*”, “*notebooks*”, “*hand helds*”, tornam os equipamentos da geração anterior, obsoletos e chamados de resíduo eletroeletrônico. Como tal, ganham o destino do resíduo comum, porém, não é a opção correta para o seu descarte, pois essa maneira causa impactos sobre o meio ambiente, com graves ameaças à vida do planeta (RODRIGUES, 2007).

Por definição, lixo ou resíduo eletroeletrônico é o nome dado aos resíduos resultantes da rápida obsolescência de equipamentos eletroeletrônicos (o que inclui televisores, computadores, geladeiras, telefones celulares, fogões elétricos, microondas entre outros). (CALDERONI, 1998). Esta pesquisa trata apenas do resíduo eletro-eletroeletrônico no que se refere aos computadores e seus componentes<sup>1</sup>.

Partindo desse contexto, incluindo a constatação do crescente consumo de computadores e o seu futuro descarte prematuro e incorreto, é possível atingir o objetivo deste trabalho: realizar o diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos Ministérios do Governo Federal e propor modelo de gestão adequado.

Inicialmente será levantada a problemática que atualmente envolve este tipo de resíduo, como os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto, as conseqüências dos metais tóxicos dos quais os computadores são constituídos, a situação no Brasil e as lacunas na legislação brasileira, conduzindo dessa maneira a presente investigação a fim de atingir o objetivo geral.

Nesse sentido, espera-se que o presente trabalho contribua para uma melhor compreensão do tema e, conseqüentemente ajude a despertar o interesse dos gestores públicos investigados, pelo assunto, possibilitando assim, que este estudo possa servir de base para o desenvolvimento de vários outros estudos

---

<sup>1</sup> Componentes – teclados, mouses, impressoras, gabinetes, monitores, entre outros.

relacionados ao tema, e ainda com o intuito de amenizar a geração desse tipo de resíduo, e definir a melhor forma de gestão desse resíduo.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar o diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos prédios dos Ministérios do Governo Brasileiro em Brasília/DF e propor um modelo de gestão desses resíduos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Analisar a destinação utilizada pela administração pública para o descarte dos computadores e seus componentes em desuso;
- b) Propor modelo de gestão para os resíduos eletroeletrônicos como computadores e seus componentes para os Ministérios do Governo Brasileiro

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo são abordadas as diversas compreensões sobre o que é lixo, incluindo a definição de resíduo eletroeletrônico. Faz-se uma contextualização da legislação existente sobre os resíduos (sólidos) eletroeletrônicos, os possíveis impactos negativos no meio ambiente e conseqüentemente aos homens causados pelos diferentes metais tóxicos utilizados na fabricação de computadores e de seus componentes. Não é descartada a importância dos produtos eletroeletrônicos como ferramentas úteis no desempenho das tarefas diárias da administração.

#### **3.1 O LIXO**

##### **3.1.1 Definições de lixo e/ou resíduos sólidos**

A questão do problema do resíduo urbano é muito antiga, tanto quanto à existência do homem, embora, a capacidade de gerar resíduo era bem limitada, comparando-se aos dias de hoje.

Em tempos remotos, chegou-se acreditar que a água, o ar, enfim os recursos naturais seriam infinitos, e a própria natureza absorveria todo e qualquer tipo de resíduo produzido. A possibilidade de esgotamento dos recursos naturais não era motivo de preocupação para a humanidade quando, no século XIX, a Revolução Industrial iniciada na Inglaterra, se espalhou pela Europa e pela América do Norte. Naquele tempo, o crescimento econômico estava totalmente ligado a setores produtivos altamente poluentes, como por exemplo, a mineração (PAULA, 2007).

Nas últimas décadas os resíduos sólidos vêm mudando sua composição. De acordo com alguns autores esse fator é devido à urbanização que aumenta e modifica a quantidade desses resíduos produzidos e também, a industrialização e a globalização que vêm criando uma sociedade que consome e descarta uma grande quantidade de produtos.

Em uma sociedade ou em um país podemos considerar o resíduo como um fator ou como um indicador de desenvolvimento, pois quanto melhor for a economia, mais resíduo o país irá produzir. É sinal de que o país está crescendo, de que as pessoas estão consumindo mais.

O ser humano com todo o seu progresso vem sempre acompanhado pela problemática dos resíduos. É algo que surge automaticamente, pois sempre que existir algum material inútil ou imprestável ao seu proprietário e, que ele não só deseja como precisa desfazer-se dele e abrir espaço a outras utilidades que atendam de imediato, as suas necessidades de subsistência, conforto, segurança ou, simplesmente, estética. Acontece, porém, que a nossa preocupação com o resíduo urbano tem uma existência muito recente.

Quanto ao meio ambiente, o resíduo é considerado uma grave ameaça, pois se observa que a quantidade e a complexidade dos resíduos crescem e transformam-se a todo instante (ZANETTI, 1996).

O termo lixo, com o decorrer das décadas, assumiu, em nossa língua, uma conotação negativa, sendo sinônimo para algo mal feito ou trabalho inacabado. O termo resíduo sólido é mais comum encontrado na linguagem acadêmica ou no meio técnico, sendo o termo lixo mais empregado na linguagem coloquial.

A origem da palavra lixo não pode ser afirmada com precisão. O termo 'lixo' deriva do latim *lix*, que significa cinza ou lixívia, ou ainda, seria uma derivação do verbo *lixare*, do latim medieval, que indica o ato de polir. Este termo vem de uma época bastante remota onde eram usados fornos, fogões e lareiras à base de lenha que formavam resíduos da lenha carbonizada e cinza. Os resíduos eram aproveitados para a alimentação de animais como porcos e galinhas, ou como adubo para a plantação. Hoje o lixo não contém somente cinzas, e a palavra "resíduo" passou a denominar, genericamente, tudo aquilo que não tem mais serventia e se joga fora. (ROCHA, 1993; SANTOS *et al.*, 1995).

Oliveira (1969) define lixo, de uma forma mais generalizada, como todos os resíduos sólidos provenientes das atividades humanas. Para o autor é importante observar que na nossa língua deve-se adotar a expressão geral, já consagrada, de resíduos sólidos, ao referir-se ao resíduo em geral, e que sendo assim, pode-se ter uma uniformidade de nomenclatura com os resíduos líquidos e gasosos. Com a introdução de novas tecnologias e produtos, o aumento do consumo e melhor entendimento dos impactos no meio ambiente considera-se que os resíduos domiciliares sejam capazes de interferir de maneira significativamente no ecossistema, tornando-se assim, muito perigosos. (FERREIRA 2000).

O conceito de lixo e resíduo, de acordo com Calderoni (1999), varia conforme o lugar e a época, o que também depende de fatores: econômicos, jurídicos,

ambientais, sociais e tecnológicos, sendo que o vocabulo 'lixo', na linguagem corrente, é sinônimo de 'resíduo'. Nos processos produtivos industriais geralmente se utiliza 'resíduos' como significado de 'rejeitos' ou 'refugos'. Segundo Bidone e Povinelli (1999), o termo lixo sólido, na maioria das vezes é sinônimo para resíduo, deriva do latim *residuu* e significa sobras de substâncias, acrescido de sólido para diferenciar de resíduos líquidos ou gasosos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) normatizou a classificação dos resíduos na ABNT NBR 10.004/2004, que define resíduo sólido como: "resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição".

Em relação às definições apresentadas, deve-se levar em consideração que o conceito de utilidade é relativo, visto que o que é descartado por alguns, considerado como resíduo, pode ser aproveitado originalmente por outros; da mesma maneira que objetos ou materiais que em pequena quantidade não são relevantes, podem ter importância econômica se em quantidade suficiente para outro segmento.

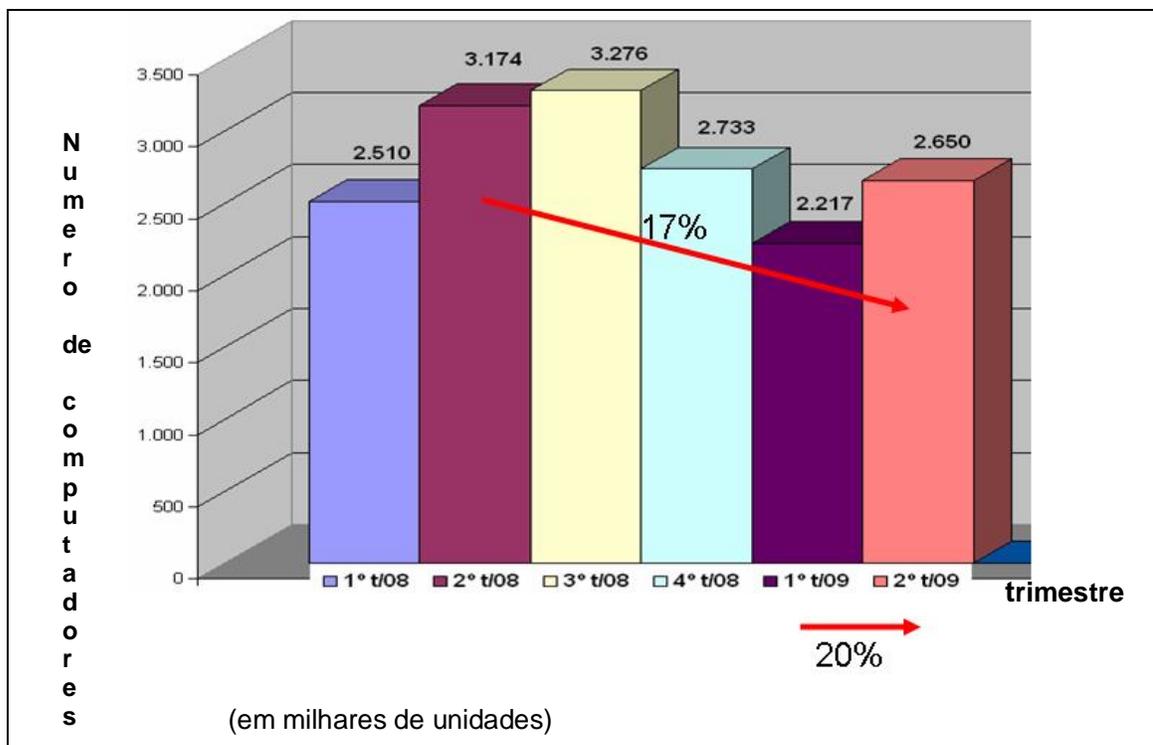
### 3.2 O MERCADO DE Equipamentos Eletroeletrônicos - EEEs

No ano de 2008 a área classificada pela Associação Brasileira da Indústria de Elétrica e Eletrônica - ABINEE como informática, faturou cerca de 35.000 milhões de reais com a venda de computadores e componentes no Brasil. Foi uma das áreas responsáveis por 844,02 milhões de reais em exportações de eletrônicos, e por 6.050,00 milhões de reais em importações no mesmo ano. (ABINEE, 2009).

O número de computadores em uso no Brasil, até maio de 2009, chegou a um total de 56 milhões, o equivalente a um PC para cada três habitantes. Esse é um dos principais dados da Pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), divulgada em maio de 2009. (FGV, 2009).

As vendas no primeiro trimestre de 2009 caíram em 17% em relação ao mesmo período do ano anterior, conforme apresentado na ilustração 3.1. Este fato

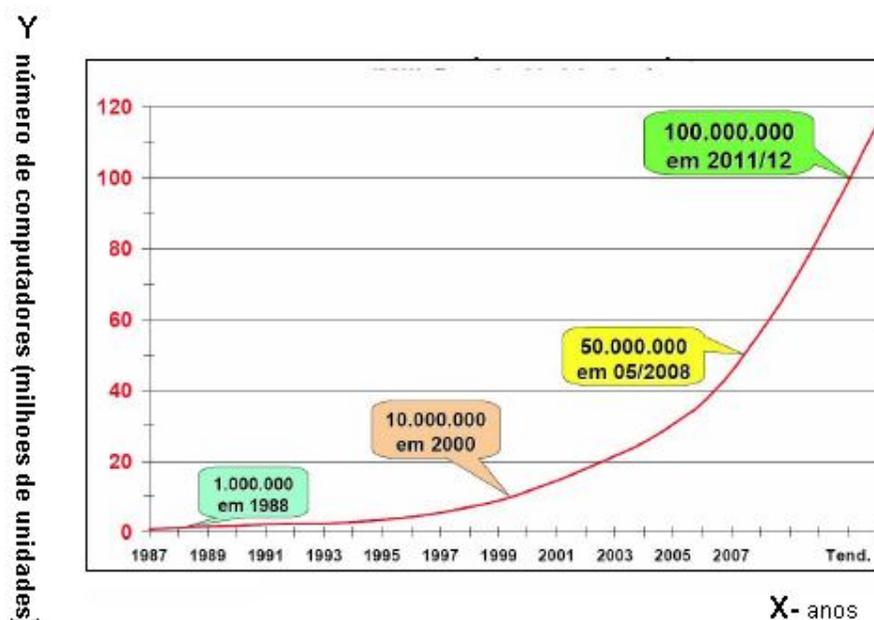
ocorreu devido à crise econômica mundial, mas o setor se recuperou e terminou o ano de 2009 com aproximadamente 12 milhões de unidades vendidas (ABINNE).



**Ilustração - 3.1 - Dados estimados do Mercado de PCs no Brasil**  
**Fonte: ABINNE, 2009**

No Brasil, atualmente, se produz cerca de 2,6 kg por ano de resíduos eletroeletrônicos por habitante (FGV, 2009). No entanto, a indústria eletrônica continua em expansão.

Segundo a estimativa da ABINNE e apresentado na ilustração 3.2, em 2012 espera-se que o número de computadores existentes no país chegue à marca dos 100 milhões de unidades, o que acarretará numa enorme quantidade de resíduos.



**Ilustração 3.2 – Base Ativa de Computadores e computadores em uso.**  
Fonte: FGV, 2009.

Este aumento no quantitativo de computadores tem ocorrido, não só devido à aquisição por novos usuários, mas também à troca por máquinas mais novas, apresentado na tabela 3.1.

**Tabela 3.1 - Brasil- Mercado de PCS (em mil unidades)**

Vendas	2006	2007	2008
<b>Mercado total de PCs</b>	8.255	9.983	12.000
- DESKTOPS	7.550	8.071	7.700
- NOTEBOOKS	675	1.912	4.300
<b>MERCADO OFICIAL DE PCS</b>	4.380	6.486	7.920
- DESKTOPS	n.d.	5.220	5.000
- NOTEBOOKS	N.d.	1.266	2.920
<b>MERCADO NÃO OFICIAL DE PCS</b>	3.845	3.497	4.080
- DESKTOPS	n.d	2.851	2.700
- NOTEBOOKS	n.d	646	1.380
	n.d. = não disponível		

Fontes: ABINEE, 2009; IT Data, 2009

Segundo esses estudos, a indústria de eletroeletrônicos no Brasil tem apresentado, durante os anos, um grande crescimento no número de vendas dos equipamentos eletroeletrônicos. Por sua vez, o uso de computadores em empresas

e em órgãos públicos também, se mostra cada vez maior, conforme podemos observar na tabela 3.2.

**Tabela 3.2 - Evolução do Uso de Computadores nas empresas Brasileiras**

<b>Índice e Valores</b>	<b>1988</b>	<b>2002</b>	<b>2007/08</b>
Base Instalada (computadores em uso, milhões)	1	18	45
Gastos em informática/faturamento líquido	1,3%	4,7%	5,7%
Relação usuário / computador	3,0	1,2	1,1
Computadores em rede	5%	94%	98%
Usuários/funcionários	7%	64%	80%

**Fonte: FGV ,2009.**

O aumento acelerado do consumo e a rápida inovação desses equipamentos vêm acarretando um novo problema: o manejo, o controle e conseqüentemente a gestão dos grandes volumes de aparatos e componentes eletroeletrônicos obsoletos.

### 3.3 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS – REEs

Resíduo eletroeletrônico é o nome dado aos resíduos resultantes da rápida obsolescência de equipamentos eletroeletrônicos (o que inclui televisores, equipamentos de informática, geladeiras, celulares, fogões elétricos, entre outros).

A sucata gerada, pela rápida evolução dos equipamentos de informática e dos meios de comunicação, não se resume apenas aquele virtual, que seriam os spams, e as páginas que trazem informações conflitantes, existe também o resíduo físico, que pode ser desde baterias inutilizadas de celulares e notebooks, até grandes computadores e máquinas que se tornam obsoletas com uma rapidez exponencial.

A história do resíduo eletroeletrônico teve seu marco de crescimento nos anos 90, na última década, quando houve um aumento de toda sucata tecnológica, compreendendo-se os computadores em desuso e seus componentes. Nos aterros sanitários que recebem o resíduo comum, começou a surgir, ao poucos, uma nova categoria de resíduo: o resíduo eletroeletrônico, que, com seus metais tóxicos, oferece risco à saúde da população e ao meio ambiente. Esse descarte de

equipamentos que traz grande prejuízo a natureza, também pode representar novas oportunidades, de negócio e aprendizado, no segmento de reciclagem. (DREER, *et.ali*, 2007)

Esse tipo de equipamento pode, muito em breve, estar sendo descartado incorretamente pelo seu proprietário, pois um usuário médio de computadores nos Estados Unidos, atualmente, substitui seus equipamentos com 18 a 24 meses de utilização. (LOPES, 2009).

Toda essa evolução informatizada, apoiada por uma suposta indústria silenciosa e limpa impulsionada por chips de silício, tem seu lado obscuro. Fora da vista e da repercussão pública, estão os lixões para centenas de milhões de computadores, que são descartados com uma velocidade cada vez maior (BEIRIZ, 2005).

Nos EUA, por exemplo, todo e qualquer equipamento que não é mais utilizado, é jogado no resíduo comum. Muita coisa ainda funciona, mas tudo é descartado, pois está sendo substituído por produtos mais novos e inovadores. (GONÇALVES, 2005)

Como se tem observado atualmente, o resíduo eletroeletrônico não é um problema somente do primeiro mundo, pois um outro caso é o do Chile que não sabe o que fazer com toneladas de computadores e outros artefatos obsoletos. Os computadores obsoletos estão aumentando a montanha de resíduo eletroeletrônico nesse país, onde a situação agrava-se, pois o país nem mesmo havia sido capaz de solucionar o problema do resíduo domiciliar. (GONÇALVES, 2005)

A coleta de resíduos sólidos eletroeletrônicos, atualmente se constitui o problema de maior crescimento no mundo, em relação à gestão dos resíduos. Desde a China às regiões da Índia e do Paquistão que estão em rápido processo de industrialização, uma ampla gama de aparelhos está sendo recebida e reciclada em condições que colocam em perigo o meio ambiente, suas comunidades e principalmente a saúde dos trabalhadores. (GONÇALVES, 2005)

Como todo processo que envolve pessoas, o controle de impacto sobre os dejetos e excedentes da tecnologia, também passa por uma intrincada avaliação individual do que é considerado resíduo ou obsoleto, portanto em alguns casos, o que já é ultrapassado no primeiro mundo, pode vir a ser considerado como um avanço para o terceiro.

A transformação do tipo de resíduo nos últimos tempos deixa bem visível o lado sombrio do crescimento econômico. A idéia de desenvolvimento ou crescimento econômico e do tecnológico adotados até os dias de hoje, ainda não incluíram uma noção de qualquer tipo de limitação. Se não for lembrado que o meio ambiente é finito e que se não existir um equilíbrio dinâmico entre crescimento e consumo de matéria-prima, entre crescimento e distribuição de riquezas e combate a miséria, as consequências serão o esgotamento dos recursos e a intensa degradação ambiental.

### 3.4 OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS E O MEIO AMBIENTE

#### **3.4.1 Impactos ambientais e na saúde pública causados pelos resíduos eletroeletrônicos**

De acordo com Braga (2002), a poluição não é uma coisa desejada, pois se trata de alterações nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou venha causar prejuízos à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres vivos.

Os resíduos eletroeletrônicos podem causar vários danos à natureza e gerar, inclusive, problemas à saúde humana, como intoxicação, se for descartado de forma inadequada. Os eletroeletrônicos possuem em sua composição elementos tóxicos como os metais tóxicos: chumbo, mercúrio e cádmio, entre outros. Isso causa grandes danos à saúde humana, e em contato com o solo, esses produtos podem contaminar o lençol freático, o que pode gerar a contaminação da cadeia alimentar e, se queimados à céu aberto, poluem o ar. Utilizando a forma não adequada de descartar os equipamentos obsoletos, em poucos anos a humanidade iniciará um processo de intoxicação gigantesco. (BEIRIZ, 2005)

A poluição está ligada às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades dos homens que resultam em resíduos, principalmente na fase sólida. Todas as formas de resíduo (líquida, gasosa ou sólida) podem poluir o solo, porém os resíduos sólidos provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos podem causar impactos ambientais negativos mais intensamente por duas razões: a primeira pelas

quantidades que têm sido geradas e a segunda pela sua imobilidade<sup>2</sup> no meio ambiente. Diferentemente dos resíduos líquidos e gasosos que se dispersam mais rapidamente, fazendo que haja redução na sua concentração, diminuindo os efeitos poluidores diretos no solo. (SEBILA, 1999).

Atualmente, a poluição não tem ocorrido somente pelo descarte dos resíduos eletroeletrônicos, mas principalmente pelo consumo desenfreado de bens descartáveis, como tem ocorrido com os computadores e seus componentes, que tem sua composição formada por materiais de difícil degradação, conforme observado na tabela 3.3.

**Tabela 3.3 – tempo de degradação dos materiais**

<b>Tempo de degradação de materiais</b>	
Plásticos	450 anos
Vidros	Indeterminado
Baterias	Cerca de 500 anos
Metais (componentes de equipamentos)	Cerca de 450 anos

**Fonte: BEIRIZ, 2005.**

Se for perguntado quais seriam os efeitos maléficos do descarte incorreto dos computadores e seus componentes para o meio ambiente, a resposta pode ser esclarecida a partir de resultados obtidos por meio de estudos realizados (WILLIAMS, 2002), na Universidade das Nações Unidas, em Tóquio. O relatório dessa pesquisa, sob o título "Computers and the Environment: Understanding and Managing their Impacts"<sup>3</sup>, mostra quais as reais conseqüências para o meio ambiente devido ao expressivo crescimento da produção, venda e descarte de computadores obsoletos.

O relatório apresenta a quantidade de insumos, e um dos pontos levantados, e de muita relevância na pesquisa, é sobre a quantidade imensa de insumos, energia elétrica e matéria prima que são usados para a produção de um computador. Para a fabricação de um único computador e o seu monitor de 24 kg, são necessários: a) 10 vezes o seu próprio peso – cerca de 240 kg, em combustível

<sup>2</sup> Imobilidade, entendida como não biodegradável.

<sup>3</sup> O relatório de pesquisa "Computers and the Environment: Understanding and Managing their Impacts" foi publicado pela Kluwer Academic Publishers e a UNV, em Outubro de 2003. Outras informações podem ser encontradas no sítio: [www.it-environment.org](http://www.it-environment.org). Acessado em maio/ 2007.

fóssil (produtos como petróleo, carvão, gás natural, etc); b) cerca de 20 kg de produtos químicos; c) 1,5 toneladas de água; d) no total, são necessárias aproximadamente 1,8 toneladas de matéria prima para produzir uma única e indispensável máquina de informação – o computador.

Assim, ao se fazer uma análise desses dados, alguns pesquisadores equiparam o peso de produção de um computador ao peso de um rinoceronte e que a quantidade de matéria prima utilizada é muito maior que a necessária para a produção de um automóvel ou refrigerador, que precisam apenas uma ou duas vezes o seu próprio peso em matéria prima para serem produzidos, enquanto que um único computador necessita 75 vezes. (GONÇALVES, 2005).

Quanto ao microchip, em uma pesquisa<sup>4</sup> realizada pelo mesmo autor, no ano de 2002, foi demonstrada que para produzir um chip de memória de 32Mb, com peso equivalente a 2 gramas, são necessários 700 gramas de gases (nitrogênio), 32 litros de água, 1,6 kg de combustível fóssil, 72 gramas de produtos químicos diversos (inclusive são usados o letal arsênio e o corrosivo fluorido de hidrogênio, dentre vários outros) e cerca de 290<sup>5</sup> quilowatts-hora de energia elétrica. Trata-se assim de uma relação de alto desperdício, onde para cada quilograma de chip fabricado são consumidos 800 quilogramas de combustível fóssil, 16 mil litros de água, 350 kg de gases e 36 kg de produtos químicos diversos, enfim, 800 unidades de recursos naturais.

Como já foi apresentado, os resultados das pesquisas (WILLIAM, 2002) demonstram o elevado desperdício de recursos que são necessários para a produção de apenas um computador e um chip de memória.

Analisando-se o processo de fabricação e montagem dos computadores, incluindo a quantidade de recursos utilizados e desperdiçados, passando pelo seu uso, até o descarte, torna-se assustadora a relação existente entre computador e meio ambiente.

A tabela 3.4 demonstra alguns dos principais metais da constituição básica de um computador.

---

<sup>4</sup> The 1.7 Kilogram Microchip: Energy and Material Use in the Production of Semiconductor Devices Eric D. Williams, Robert U. Ayres, and Miriam Environ. SCI. Technol. 2002; 36 (24) pp 5504 – 5510.

<sup>5</sup> Quantidade de energia suficiente para se tomar 38 banhos de 15 minutos em chuveiro elétrico de 3.000 Watts

**Tabela 3.4 - Composição dos resíduos**

Material	Localização	% em relação ao peso total	% reciclável
Alumínio	estrutura, conexões	14,172	80
Chumbo	circuito integrado, soldas, bateria	6,298	5
Germânio	semicondutor	0,001	0
Gálio	semicondutor	0,001	0
Ferro	estrutura, encaixes	20,471	80
Estanho	circuito integrado	1,007	70
Cobre	condutivo	6,928	90
Bário	válvula eletrônica	0,031	0
Níquel	estrutura, encaixes	0,850	80
Zinco	bateria	2,204	60
Tântalo	condensador	0,015	0
Índio	transistor, retificador	0,001	60
Vanádio	emissor de fósforo vermelho	0,0002	0
Berílio	condutivo térmico, conectores	0,015	0
Ouro	conexão, condutivo	0,0016	98
Titânio	pigmentos	0,015	0
Cobalto	estrutura	0,015	85
Manganês	estrutura, encaixes	0,031	0
Prata	condutivo	0,018	98
Cromo	decoração, proteção contra corrosão	0,006	0
Cádmio	bateria, chip, semicondutor, estabilizadores	0,009	0
Mercúrio	bateria, ligamentos, termostatos, sensores	0,002	0
Plásticos	Cabos e gabinetes	22,990	95
Sílica	vidro	24,880	0

Fonte: GUIMARAES, 2001.

### 3.5 METAIS E MATERIAIS TÓXICOS - EFEITOS TÓXICOS NA SAÚDE HUMANA.

Os metais talvez sejam os agentes tóxicos mais conhecidos pelo homem. Há cerca de 2.000 anos a.C. uma grande quantidade de chumbo era obtida de minérios, como subproduto da fusão da prata e isso provavelmente tenha sido o início da utilização desses metais pelo homem (GONCALVES, 2005).

A atividade industrial diminuiu significativamente a permanência desses metais nos minérios, bem como a redução de novos compostos, além de alterar a distribuição desses elementos no planeta. (MUNDO QUÍMICO, 2007).

Todos os tipos de vida são afetados pela presença dos metais dependendo da dose e da forma química. Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações e podem danificar sistemas biológicos (SERPRO, 2010). A diferença entre os metais tóxicos e outros agentes tóxicos é que estes não são sintetizados nem destruídos pelo organismo humano. (MUNDO QUÍMICO, 2007).

Os efeitos que os metais tóxicos causam no ser humano sempre foram considerados como eventos de curto prazo, agudos e evidentes, como anúria e diarreia sanguinolenta, causados pela ingestão do mercúrio. Atualmente, ocorrências a médio e longo prazo são observadas, e as relações causa-efeito são pouco evidentes e quase sempre subclínicas. Geralmente esses efeitos são difíceis de serem distinguidos e perdem em especificidade, pois podem ser provocadas por outras substâncias tóxicas ou por interações entre esses agentes químicos. (MUNDO QUÍMICO, 2007).

Os idosos e as crianças são considerados as pessoas mais susceptíveis às substâncias tóxicas. As principais fontes de exposição aos metais tóxicos são os alimentos, observando-se um elevado índice de absorção gastrointestinal (MUNDO QUÍMICO, 2007).

Atualmente, tem sido noticiada pela mídia a contaminação de adultos e crianças, com metais tóxicos, principalmente por chumbo e mercúrio. Contudo, a maioria da população não tem informações precisas sobre os riscos e as consequências da contaminação por esses metais para a saúde humana (MUNDO QUÍMICO, 2007).

### 3.5.1 Chumbo

O chumbo é o metal tóxico em maior abundância na terra. Sua utilização data de épocas muito antigas tendo sido amplamente mobilizado desde então. A sua exposição ambiental tem levado a sérios problemas principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, pois nos desenvolvidos a existe uma preocupação em diminuir o seu uso, devido a novas legislações.

A história de contaminação pelo chumbo nos alimentos e bebidas data desde a época do Império Romano onde era comum, devido o fato dos canos serem feitos de chumbo, assim como os vasos onde se guardavam os vinhos e alimentos. E após o processo de industrialização essa exposição ambiental ao chumbo aumentou consideravelmente (BEIRIZ, 2005).

Atualmente, as contaminações pelo chumbo nas águas solo e ar continuam significativas.

Calcula-se que a concentração de chumbo no sangue era até 500 vezes menor nos seres humanos da era pré-industrial, sendo a absorção de chumbo pelo organismo das crianças maior do que pelos adultos. Percebe-se que para cada 10 micro gramas acima da concentração de 25 micro gramas no sangue, há uma diminuição no QI<sup>6</sup> de 1 a 3 pontos (BEIRIZ, 2005).

Os compostos de chumbo podem ser absorvidos por via respiratória e cutânea. Alguns dos tipos de chumbo, por serem lipossolúveis<sup>7</sup>, também são absorvidos através da pele (AZAMBUJA, 2005).

O contato humano com esse metal pode levar a distúrbios de praticamente todas as partes do organismo - O chumbo pode causar danos ao sistema nervoso, a medula óssea, ao sistema sangüíneo e nos rins dos seres humanos, assim interfere nos processos genéticos ou cromossômicos e produz alterações na estabilidade da cromatina em cobaias, inibindo reparo de DNA e agindo como promotor de câncer. (GONÇALVES, 2005)

Os efeitos deste metal ainda podem ser observados no sistema endócrino e seu sério efeito negativo no desenvolvimento do cérebro das crianças tem sido muito

---

<sup>6</sup> QI - Quociente de inteligência - medida derivada da divisão da idade mental pela idade cronológica, obtida através de testes que avaliam as capacidades cognitivas (inteligência) de um sujeito, em comparação ao seu grupo etário.

<sup>7</sup> Lipossolúveis: Essas substâncias são solúveis em solventes orgânicos, em gordura e não são solúveis em água, portanto para irem ao tecido alvo necessitam de moléculas transportadoras como o colesterol para atravessarem o [plasma sanguíneo](#)

bem documentado. O chumbo acumula-se no meio ambiente o tem efeitos tóxicos agudos e crônicos nas plantas, animais e microorganismos (BEIRIZ, 2005).

As principais aplicações do chumbo, em equipamentos eletroeletrônicos são: (1) solda nos circuitos impressos e outros componentes eletroeletrônicos; e (2) tubos de raios catódicos (CRT) nos monitores (IDGNOW, 2007)

### 3.5.2 Cádmio

O cádmio é encontrado na natureza quase sempre junto com o zinco. É um metal que pode ser dissolvido por soluções ácidas. Quando queimado ou sob altas temperaturas, produz óxido de cádmio, pó branco e amorfo ou na forma de cristais de cor vermelha ou marrom. (MUNDO QUIMICO, 2007).

A água é uma fonte de contaminação pelo cádmio a qual deve ser considerada principalmente pelo uso na fabricação de bebidas e no preparo de alimentos. Os compostos a partir do cádmio são classificados como altamente tóxicos, com riscos considerados irreversíveis para a saúde humana. O cádmio e seus compostos acumulam-se no organismo humano, particularmente nos rins e nos ossos. É absorvido através da respiração, ou pela ingestão de alimentos, causando sintomas de envenenamento. A contaminação por cádmio apresenta um perigo potencial para o meio ambiente devido a sua aguda e crônica toxicidade e seus efeitos cumulativos. Em equipamentos eletroeletrônicos, o cádmio aparece em componentes tais como em resistores, detectores de infravermelho, semicondutores, baterias recarregáveis, em conectores e termostatos em monitores CRT antigos, que não são biodegradáveis. Além disso, o cádmio é usado como estabilizador na produção de plásticos (AZAMBUJA, 2005).

Os efeitos que prejudicam a saúde associados à exposição do cádmio começaram a ser divulgados nos anos 40, mas a pesquisa sobre seus efeitos foi desenvolvida principalmente nos anos 60 com a identificação do cádmio como principal responsável pela doença "Itai-Itai"<sup>8</sup> e se por exposição muito prolongada causa o câncer. Essa doença atingiu mulheres japonesas que tinham sua dieta contaminada pelo cádmio (BEIRIZ, 2005).

---

<sup>8</sup> Itai- Itai: é a denominação dada ao envenenamento de centenas de pessoas por [cádmio](#) ocorrido no [Japão](#) junto ao [Rio Jintsu](#). A doença é dolorosa, afecta os [ossos](#) e articulações em mulheres idosas e pode causar até a morte.

Apesar do cádmio não ser essencial para o organismo dos mamíferos ele segue os mesmos caminhos no organismo de metais essenciais ao desenvolvimento como o zinco e o cobre (BEIRIZ, 2005).

O cádmio é um elemento de vida biológica longa (10 a 30 anos) e de lenta excreção pelo organismo humano. O órgão alvo nas exposições ao cádmio a longo prazo é principalmente o rim. Os efeitos tóxicos provocados por ele compreendem distúrbios gastrointestinais, após a ingestão do agente químico. A inalação de doses elevadas produz intoxicação aguda, caracterizada por pneumonite e edema pulmonar. (BEIRIZ, 2005)

A meia-vida do cádmio em seres humanos é de 20-30 anos, ele se acumula principalmente nos rins, no fígado e ossos, podendo levar a disfunções renais e à osteoporose (BEIRIZ, 2005).

### **3.5.3 Mercúrio**

Ao se espalhar na água, o mercúrio transforma-se em metil-mercúrio, um tipo de mercúrio muito mais nocivo para a saúde dos fetos e bebês. O mercúrio está presente no ar e, no contato com o mar, transforma-se em metil-mercúrio e vai para as partes mais profundas. O metil-mercúrio acumula-se em seres vivos e se concentra através da cadeia alimentar, particularmente via peixes e mariscos. O metil-mercúrio causa danos crônicos ao cérebro. É estimado que 22 por cento do consumo mundial de mercúrio são usados em equipamentos eletroeletrônicos. É usado em termostatos, sensores de posição, chaves, relés e lâmpadas descartáveis. (GONÇALVES, 2005).

Conseqüentemente o mercúrio pode estar presente em algum grau nas plantas, animais e tecidos humanos. Quando as concentrações do mercúrio excedem os valores normalmente presentes na natureza, surge o risco de contaminação do meio ambiente, dos seres vivos, inclusive do homem (BEIRIZ, 2005).

O mercúrio é facilmente absorvido pelas vias respiratórias quando está sob forma de vapor ou poeira em suspensão e também é absorvido pela pele. A ingestão ocasional do mercúrio na forma líquida não é considerada grave, porém quando inalado sob a forma de vapores aquecidos é muito perigoso. A exposição do mercúrio pode ocorrer ao se respirar ar contaminado, por ingestão de água, ou

comida contaminada. Em altos teores, o mercúrio pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos e causar vários distúrbios neuropsiquiátricos (IEAV, 2007).

O sistema nervoso humano é também muito sensível a todas as formas de mercúrio. (BEIRIZ, 2005).

Respirar vapores provenientes pelo mercúrio ou ingeri-lo é prejudicial, pois atinge diretamente o cérebro, podendo causar irritabilidade, timidez, tremores, distorções de visão e da audição, além de problemas de memória. Podendo ainda ocorrer problemas nos pulmões, náuseas, vômitos, diarreias, elevação da pressão arterial, irritação nos olhos, pneumonia, dores no peito, dispnéia, tosse, gengivite e salivação. (BEIRIZ, 2005).

A exposição a elevadas concentrações desse metal pode provocar febre, calafrios, dispnéia e cefaléia, durante algumas horas. Sintomas adicionais envolvem diarreia, câimbras abdominais e diminuição da visão. Casos severos progridem, pneumomediastino e morte, raramente ocorre falência renal aguda. Pode ser destacado também o envolvimento da cavidade oral (gengivite, salivação e estomatite) tremor e alterações psicológicas. A síndrome é caracterizada pelo eretismo (insônia, perda de apetite, perda de memória, instabilidade emocional) (MUNDO QUÍMICO, 2007).

#### **3.5.4 Cromo Hexavalente (Cromo VI)**

Alguns fabricantes ainda aplicam esta substância como proteção anti-corrosiva para placas de aço não tratadas e galvanizadas. O cromo VI pode facilmente passar através de membranas das células e é facilmente absorvido, produzindo diversos efeitos tóxicos dentro das células. Causa fortes reações alérgicas, mesmo em pequenas concentrações. Bronquite asmática é outra reação alérgica relacionada com o cromo VI. O cromo VI pode causar danos no DNA. Além disso, os compostos do cromo hexavalente são também tóxicos para o meio ambiente. A sua incineração resulta na geração de finas partículas aéreas de onde o cromo se desprende, e há uma concordância geral entre cientistas que equipamentos contendo cromo não deveriam ser incinerados (GONÇALVES, 2005).

Cerca de 550 toneladas de cromo hexavalente está presente nos 315 milhões de computadores descartados até 2004 pelos EUA. (SBRT, 2007).

### **3.5.5 Plásticos**

Baseado no cálculo dos 315 milhões de computadores obsoletos e descartados e que os produtos plásticos perfazem 6.2 kg por computador, em média, haverá mais do que 1.814 milhões de toneladas de plástico descartado. Uma análise encomendada estimou que o total de restos de plásticos estivesse 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. (GONÇALVES, 2005).

PVC - cloreto de polivinil é um plástico clorado usado nos revestimentos de muitos computadores e como isolantes em fios e cabos embora, atualmente, a maior parte esteja sendo feita de plástico - Acrylonitrile Butadiene Styrene - ABS. Os cabos PVC são usados pelas suas propriedades de retardantes contra o fogo, mas há preocupações de que, uma vez em fogo, a fumaça dos cabos de PVC pode colocar em risco as pessoas e, por esta razão, há pressões para trocar por formas alternativas, por razões de segurança (GONÇALVES, 2005).

O PVC é um plástico que ao ser reciclado, contamina outros plásticos durante o processo. Durante a fabricação ou quando incinerado, libera dioxinas e furanos, poluentes carcinogênicos que se acumulam nos seres humanos e em outros organismos. Esses químicos são altamente persistentes no meio ambiente e tóxico mesmo em baixíssimas quantidades. (SBRT, 2007).

### **3.5.6 Retardantes de fogo com brominatos.**

Retardantes de fogo com brominatos pertence à classe de brominatos químicos, comumente utilizados em computadores como forma de reduzir sua propensão ao fogo. São usados, principalmente, em quatro tipos de aplicações: nos circuitos impressos, em conectores e em capas plásticas e cabos. Várias observações científicas têm demonstrado que o Polibrominato Dibifenila Éter - PBDE, pode agir como disruptor endócrino. Pesquisas têm revelado que o nível de PBDEs no leite materno está duplicando a cada cinco anos e isto tem alimentado

preocupações por causa dos efeitos destes agentes químicos em jovens animais. (GONÇALVES, 2005).

Pesquisadores acreditam que as exposições aos agentes químicos nos momentos iniciais da vida podem induzir efeitos neurotóxicos similares àqueles causados por outras substâncias tóxicas, tal como o policlorodifenil - PCBs e alguns pesticidas. Outros estudos revelaram que o PBDE reduz o nível do hormônio tiroxina (produzida pela tiróide) em animais expostos e tem sido demonstrado que cruza a barreira sanguínea do cérebro, em fetos em desenvolvimento. (GONÇALVES, 2005).

O polibrominatodifenil - PBB é quase insolúvel na água e é primariamente encontrado em sedimentos de lagos poluídos e rios. E já foi encontrado em peixes de várias regiões. A ingestão de peixe permite a transferência do mesmo para mamíferos e pássaros. Nem a absorção ou a degradação do PBB, através de plantas, tem sido observada. (BEIRIZ, 2005).

A presença dos retardantes de fogo nos plásticos torna a reciclagem dos computadores perigosa e difícil. Seres humanos podem absorver diretamente o PBDE, pois os mesmos são emitidos de placas de circuitos eletroeletrônicos, plásticos dos computadores.

As empresas de eletroeletrônicos iniciaram o uso dos PBDE e outros retardantes na década de 70, justificando que as toxinas preveniam contra o fogo e que não podiam escapar dos gabinetes. (GONÇALVES, 2005).

### 3.6 ASPECTOS ATUAIS DO RESÍDUO ELETROELETRÔNICO NO BRASIL.

A exportação mundial dos resíduos eletroeletrônicos, incluindo todos os tipos de computadores e componentes usados pelo consumidor final, está criando sérios problemas na saúde e no meio ambiente. Entre 50% e 80% do resíduo coletado para reciclagem nos EUA é colocado em navios e enviado a China, Índia, Paquistão ou outros países em desenvolvimento, onde é reutilizado ou reciclado em condições altamente irregulares, freqüentemente com resultados altamente tóxicos causados pelos metais tóxicos (IDGNOW, 2007).

Ao considerarmos o Brasil, em nível mundial, observa-se que também contribui com esse entulho eletroeletrônico, pois até o fim do ano de 2007, cerca de

850 mil computadores foram descartados, sem o necessário e indispensável gestão e controle das autoridades competentes (IDGNOW, 2007). No Brasil, embora a realidade da geração e impactos dos resíduos eletroeletrônicos ainda não seja completamente conhecida, sabe-se que é crescente, no entanto, não existe uma Política Nacional de Resíduos Sólidos<sup>9</sup>.

Neste momento são necessários estudos e pesquisas a fim de se diagnosticar a situação da geração e disposição de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no país, para que se possam delinear ações no sentido de sua adequada gestão.

Para minimizar os males causados pelo resíduo eletroeletrônico ao meio ambiente, e à saúde humana e ao alto custo do processo de reciclagem, alguns países têm se utilizado de um expediente que funciona de forma bastante simples, em vez de enfrentarem o problema e agir sobre o mesmo – seja através programas de incentivos aos consumidores para usarem os micros por mais tempo, seja aperfeiçoando e criando novas formas de reciclagem ou reuso para os equipamentos, seja obrigando as empresas a usarem produtos considerados não tóxicos na produção, estes países simplesmente “exportam” o resíduo eletroeletrônico para países em desenvolvimento. Exportar o resíduo para países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento tem sido uma forma pela qual os países industrializados têm evitado lidar com a problemática do custo elevado da disponibilização do resíduo e com a questão do cuidadoso acompanhamento do processo, pela população.

### 3.7 LEGISLAÇÃO

Os resíduos sólidos perigosos provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos devem constituir, no Brasil, motivo de grande preocupação por parte das autoridades governamentais e principalmente dos órgãos ambientais, seja devido às quantidades que vêm sendo gerados, e principalmente como resultado do elevado

---

<sup>9</sup> A criação e instalação da Comissão Especial na Câmara dos Deputados, em 2003 para a elaboração de um Relatório preliminar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) deixaram esperanças todas as pessoas que lutavam para melhorar as condições de manejo dos resíduos sólidos em nosso país. A elaboração de uma legislação adequada seria um passo importante nesta caminhada e poderia representar o marco da virada da situação, um salto de qualidade para poder garantir condições adequadas de vida à população, no que diz respeito ao setor. Relator da Comissão no ano de 2003- Deputado Emerson Kapaz. Até a data desta defesa qualificação a PNRS não foi sancionada pelo Presidente da República, votada no Senado Federal em 07.07.2010.

consumo e a rápida obsolescência de computadores e seus componentes nos últimos tempos.

No âmbito internacional, a Convenção da Basileia de 1989, é o documento legal que mais se aproxima para regulamentar o resíduo eletroeletrônico, pois na forma de garantir a segurança ambiental e também a saúde humana estabelece um regime internacional de controle e cooperação, cujo objetivo é minimizar a geração de resíduos perigosos, através das mudanças nos processos produtivos e reduzir também o movimento transfronteiriço desses resíduos. A convenção aparece como único tratado internacional que pretende monitorar o impacto ambiental das operações de depósito, recuperação e reciclagem dos resíduos. (CONVENÇÃO BASILEIA, 1989).

O Brasil por meio do Decreto número 875<sup>10</sup> de dezenove de junho de 1993 confirmou sua permanência como integrante da Convenção da Basileia, a partir de então, toda a circulação internacional de resíduos perigosos entre o Brasil e o exterior passou a ser regulamentado.

Em termos de obrigações gerais, a Convenção de Basileia contempla, dentre outros, os seguintes compromissos: a necessidade de consentimento prévio, por escrito, por parte dos países importadores dos resíduos autorizados de importação; a adoção de medidas adequada de minimização da geração de resíduos, levando em consideração aspectos sociais, tecnológicos e econômicos; a administração ambientalmente saudável de resíduos perigosos e seu depósito; a adoção de medidas internas para a implementação da convenção; a possibilidade de movimentação entre Estados - partes e não partes somente mediante acordo de cooperação; a exigência de que o movimento transfronteiriço atenda às normas e padrões internacionais aceitos e reconhecidos para embalagem, etiquetagem e transporte; a permissão para a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos, desde que os resíduos em questão, sejam necessários como matéria-prima para as indústrias de reciclagem e recuperação no estado de importação. (ZIGLIO, 2006).

No entanto, as normas são um consentimento do Estado aos tratados e leis vigentes e que o mesmo desempenha o papel primordial na definição do interesse público. Além disto, o Estado tem por função a regulação da vida humana em ações

---

<sup>10</sup> Ratificar uma convenção dentro do Direito Internacional compreende não somente a confirmação verbal de uma nação em participar de sue dizeres como também assinar, através da autarquia máxima do país, o acordo. Não apenas formalmente, mas a confirmação na pratica através de leis, decretos. O Brasil até o momento apenas aceita a Convenção no país e acessível aos seus dizeres.

envolvendo o meio ambiente quando estabelecem normas técnicas, leis, multas, critérios de licenciamento ambiental. Deste modo, são necessários todos os aparatos jurídicos somados as racionalidades técnicas para que as políticas públicas brasileiras de resíduos e as que envolvam a Convenção de Basiléia sejam eficientes<sup>11</sup>.

Nem sempre apenas a existência de uma lei reguladora resolve o problema do resíduo eletroeletrônico. Apesar da Convenção da Basiléia, limitar os resíduos perigosos às fronteiras do país que os produz, a exportação de resíduo eletroeletrônico é prática corrente. Um computador inteiro não pode ser considerado resíduo, por isso, consegue furar o controle. É o caso da China, que virou depósito da sucata tóxica que vem dos Estados Unidos, do Japão e da Europa. Com exceção dos EUA, todos esses países são signatários do tratado. (GALILEU, 2007).

Conscientizar as empresas do setor e os consumidores é muito importante, mas sem normas jurídicas, poucos resultados efetivos são conquistados. Foi com uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA - que fabricantes, importadores e comerciantes de equipamentos eletroeletrônicos passaram a tomar conta do material tóxico que vendem, com multa pesada para os que não cumprem a norma.

A Resolução 257<sup>12</sup> do CONAMA –, de 1999 (complementada pela resolução 263 do mesmo ano), estabelece normas a serem cumpridas pelas empresas (fabricantes ou importadores) e trata da responsabilidade pelo gerenciamento desses produtos tecnológicos que necessitam de disposição final específica, isto é, em função do perigo e nível de metais tóxicos que apresentam, sob pena de causar danos ao meio ambiente e à saúde pública (MATTAR, 2007). As empresas são obrigadas a instalar postos de coleta para reciclar o resíduo gerado ou confiná-lo em aterros especiais, bem como informar nas embalagens se o produto pode ou não ser jogado em resíduo comum.

A NBR 10.004/2004 estabelece a classificação dos resíduos sólidos onde envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, constituintes

---

<sup>11</sup> No caso do Brasil, o Presidente da Republica tem o poder de celebrar tratados, convenções e atos internacionais, no entanto, é de competência do Congresso Nacional resolver definitivamente os tratados, acordos ou atos internacionais que acarretem encargos ou compromissos gravosos ao patrimônio nacional. Conforme: Constituição da Republica do Brasil artigo 49, I e artigo 84, inciso VII.1988.

<sup>12</sup> Esta resolução é para pilhas e baterias, o que poderá ser usado para os computadores e componentes.

com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido, e ainda orienta os cuidados especiais no gerenciamento do resíduo sólido, os quais podem inviabilizar sua utilização quando não se puder garantir segurança ao trabalhador, ao consumidor final ou o meio ambiente (ABNT, 2009).

Mal acomodado, este resíduo pode contaminar solos, rios, lagos podendo chegar indiretamente ao próprio homem por meio da cadeia alimentar. A provável melhor opção é a reciclagem em diversas frentes e métodos. Todavia, esta ação depara-se com um problema crucial que é a captação deste resíduo, que hoje ainda não faz parte da cultura das empresas de coleta de resíduo domiciliar, esbarrando num impedimento legal do transporte de resíduo tóxico.

Tem-se que considerar ainda a necessidade de extrema capilaridade das redes de captação do resíduo eletroeletrônico, aspecto este encontrado nas empresas de coleta doméstica e que num futuro próximo, a partir de um incentivo da legislação poderá representar até uma fonte de recursos, sendo estas, meios de encaminhamento para empresas de reprocessamento e reciclagem.

Analogamente ao que já é feito com pilhas e baterias, os computadores e componentes, ao final de seu ciclo de vida útil deveriam ser captados e enviados aos centros de tratamento para recuperação de matérias-primas, e possíveis reciclagens ou reuso.

A Constituição Federal Brasileira, promulgada em 1988, trata de uma forma bem abrangente os assuntos relacionados à preservação do meio-ambiente e ao desenvolvimento sustentável reservando à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, a tarefa de proteger o meio ambiente e de controlar a poluição. No artigo 225, por exemplo, parágrafo 3 do capítulo VI, menciona que condutas lesivas ao meio ambiente estarão sujeitas às sanções penais e administrativas.

São os princípios gerais do Direito Administrativo e Público<sup>13</sup> que devem ser observados e seguidos pelo direito ambiental, cuja elaboração das normas e políticas da proteção ao meio ambiente são especificamente orientadas por três princípios: o da *prevenção*: estabelecido no artigo 2º da lei 6.931 de 1981, conhecida como a Política Nacional Brasileira de Meio Ambiente, a qual especifica que as medidas que visem à prevenção de danos ao meio ambiente devem ter prioridade sobre aquelas que visem sua reparação; *poluidor pagador* estabelecido pela lei mencionada

---

<sup>13</sup> Moralidade, publicidade e legalidade.

anteriormente em seu artigo 4º, que obriga o poluidor, independente de existência de culpa, indenizar ou reparar, danos causados ao meio ambiente; *cooperação*, estabelecida pelo artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988, rezando que o Estado e a sociedade devem agir em gestão compartilhada de modo a evitar prejuízos ambientais. (MEIRELLES, 1995).

Mesmo a legislação ambiental<sup>14</sup> brasileira sendo uma das mais vigorosas e atualizadas do mundo, não contempla um dispositivo para o controle apropriado dos descartes de resíduos eletroeletrônicos. Por esse motivo, uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, vem sendo há vários anos formulada para tornar possível um programa responsável de reaproveitamento, reciclagem e descarte de produtos ao final de seu ciclo de vida. (MACHADO, 1995).

O Brasil ainda não possui uma política nacional de resíduos sólidos. Uma das primeiras tentativas para uma regulamentação nacional, se deu por meio do Projeto de Lei 203/91.

Vários projetos de lei tramitam pelo Congresso Nacional, sempre cumprindo a missão de atualizar a legislação brasileira segundo os moldes de uma indústria ecologicamente sustentável. Segundo o Deputado Emerson Kapaz, em 2003, enquanto relator da Política Nacional de Resíduos Sólidos<sup>15</sup>, um dos pontos de difícil consenso nessa política era o da responsabilidade pós-consumo; com a aprovação de uma política bem elaborada, seria possível estabelecer os direitos e deveres dos fabricantes. Com a definição de maior responsabilidade aos produtores e distribuidores sobre os produtos, um gerenciamento mais efetivo e eficiente do tratamento de resíduos sólidos, o que também inclui o resíduo eletroeletrônico ao final de seu ciclo de vida.

No dia 10 de março de 2010 foi aprovado no plenário da Câmara dos Deputados um substitutivo ao projeto de lei. Especificamente para o caso dos resíduos eletroeletrônicos, prevê-se que fabricantes; importadores; distribuidores e comerciantes deverão investir no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos que possam ser reciclados e que suas fabricações e uso gerem a menor quantidade possível de resíduos.

---

<sup>14</sup> Lei Federal nº 9.605, que dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e da outras providências – Lei de Crimes Ambientais. E Lei 6938/81 – Política Nacional do Meio Ambiente.

<sup>15</sup> A seção IX do capítulo III fala sobre os resíduos de produtos tecnológicos. Mas não dá aos computadores o tratamento especial que merecem.

Os estados do Brasil têm a total liberdade para deliberar por outras leis, talvez mais restritivas, e que preencham suas demandas regionais. Assim sendo, alguns estados já votaram leis mais rigorosas voltadas ao gerenciamento de resíduos sólidos. No estado de São Paulo, um Plano Diretor de Resíduos Sólidos foi estabelecido pela lei nº. 11.387<sup>16</sup> de 2003, para propor novas resoluções a respeito do gerenciamento de resíduos. (D'ALMEIDA, 2000). Em 2009 o Estado de São Paulo publicou a Lei de nº 13.576 de 6 de julho de 2009, onde “institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de resíduo tecnológico”.

No estado do Paraná também foi previamente adotada uma legislação mais rigorosa. A lei nº. 12.493 de 1999, define princípios e regras rígidas aplicadas à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos. Foi determinado como prioridade, reduzir a geração de resíduos sólidos através da adoção de processos mais atualizados tecnologicamente e economicamente viáveis, dando-se prioridade à reutilização ou reciclagem a despeito de outras formas de tratamento e disposição final. E ainda no ano de 2008 o governador Roberto Requião aprovou a Lei nº15. 851 de 10 de junho de 2008 que determina que as empresas produtoras, distribuidoras e que comercializam equipamentos de informática, instaladas no Estado do Paraná, ficam obrigadas a criar e manter o Programa de recolhimento, reciclagem ou distribuição de equipamentos de informática, sem causar poluição ambiental, conforme especifica.

Mais algumas iniciativas tem sido tomadas. Um exemplo é a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) que tem grande interesse em habilitar seus membros não apenas para se ajustar a uma legislação mais rigorosa, mas também confrontar legislações estrangeiras dentro de um programa orientado à exportação. As empresas brasileiras que desejam destinar produtos ao mercado Europeu encontrarão pela frente um considerável esforço, além dos custos, para coletar e processar os produtos descartados, ou mesmo, contratar terceiros para isso. (ABINEE, 2009).

---

<sup>16</sup> Lei Estadual N. 11.387, de 27 de maio de 2003 - Dispõe sobre a apresentação, pelo Poder Executivo, de um Plano Diretor de Resíduos Sólidos para o Estado de São Paulo e dá providencias correlatas.

Um fator fundamental para o tratamento eficiente e eficaz de equipamentos em fim de ciclo de vida<sup>17</sup> é a formação e expansão de redes locais e nacionais de reciclagem e remanufatura. Logística reversa, como uma área de pesquisa relativamente nova, pode ter um impacto significativo sobre a viabilidade de operação destas redes, de acordo com um modelo econômico e ecológico benigno. Devido à situação do Brasil, de grande heterogeneidade demográfica e estrutura econômica desigual, diferentes formas de organização e de tecnologias deverão ser consideradas, valendo-se de experiências de outros países.

A administração pública e o Brasil como um todo, tem enfrentado o problema dos REEs. Segundo um estudo conduzido pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) divulgado pela ONU na Indonésia em 23 de fevereiro de 2010, declarou que ao examinar 11 países em desenvolvimento, considerou o Brasil como um dos maiores produtores de sucata eletrônica. (Folha de São Paulo, 2010).

Deste modo, a legislação brasileira deverá ser aprimorada de modo a incentivar e proporcionar a implementação de redes para a coleta do resíduo eletroeletrônico acarretando assim o estímulo ao surgimento de indústrias de reprocessamento e reciclagem.

### 3.8 MODELOS DE GESTÃO

#### 3.8.1 O modelo Japonês

Com o reconhecimento pelo governo japonês de que uma maior produtividade dos recursos é vital para uma sociedade que está prestes a exaurir os recursos naturais, a reciclagem permite transformar os resíduos em recursos novamente.

Na década de 1970, no Japão, novos tipos de poluição e destruição do meio ambiente surgiram nos processos de massa de produção, distribuição, consumo e

---

<sup>17</sup> Avaliação do ciclo de vida – a avaliação do ciclo de vida completa do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o emprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final. Ferramenta indispensável para o melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas de interação entre os processos. Disponível em: < [www.hottopos.com](http://www.hottopos.com) > – Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial. Acessado em out. 2007.

eliminação de resíduos, juntamente com a rápida urbanização. Os resíduos se tornaram um problema particular na rápida urbanização de Tóquio, que não dispunha de um sistema adequado de gestão de resíduos. (HOSODA, 2006).

Foi com essas duras lições que os japoneses despertaram para a importância da preservação das cidades.

Impulsionados pelo desafio da falta de capacidade de aterro combinada com uma das maiores densidades populacionais do mundo, o Japão enfrenta várias dificuldades para administrar os resíduos sólidos urbanos, assim, a implementação de alternativas de gestão de resíduos foi considerada oportuna e necessária.

O Ministério do Ambiente e o Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI), adotaram soluções para lidar com esse grande desafio, criaram uma legislação para a promoção da reciclagem e da conservação dos recursos.

Em abril de 2001, o governo japonês aprovou a Lei de Reciclagem (*Japan's home Appliance Recycling Law*), de determinados tipos de aparelhos domésticos, aplicável às quatro categorias de produtos (ar condicionado, televisores, geladeiras e máquinas de lavar). (BALLAM, 2009).

Em outubro de 2003, a revisão da Lei de Promoção da utilização eficaz dos recursos, passou a abranger os computadores e todos os seus componentes numa forma de incentivar ainda mais a reciclagem adequada de mais produtos e a incorporação dos 3R (reduzir, reutilizar e reciclar). A Lei estabelece que os fabricantes de computadores também participem desse sistema de reciclagem de computadores e a esta lei acrescentou uma taxa retorno na compra de novos equipamentos (vendido a partir de 2003), que são recolhidos na compra e pagos aos fabricantes. (WEN, 2004).

O Japão iniciou uma campanha rigorosa para minimizar o desperdício e maximizar a reciclagem no país. Praticamente todos os cidadãos e as empresas são educados sobre os benefícios e os processos de reciclagem, e faz tentativas conscientes de participar plenamente neste esforço. (WEN, 2006).

Uma série de regras e procedimentos envolve o simples jogar o lixo fora. As prefeituras das cidades distribuem aos moradores um manual (vide figuras 3.3 e 3.4) com as normas, onde os rejeitos devem ser separados meticulosamente de acordo com o tipo e o destino, existe horário específico para cada tipo de resíduos. Esse tipo de separação na origem diminui enormemente os custos e auxilia no aumento da taxa de reciclagem. (BALLAM, 2009).

# Atenção ao jogar

### Materiais combustíveis

#### Lixos queimáveis

- Coloque dentro dos sacos de coleta de lixos queimáveis indicados pela cidade.
- Retire bem a água dos lixos molhados.
- Retire as fezes das fraldas de papel antes de jogar como lixo.
- Os galhos das árvores do quintal podem ser jogados, se cortados em pedaços pequenos com comprimento inferior a 70 cm e os de diâmetro inferior a 3cm. (Se não for possível cortar em pedaços pequenos, jogar como lixo de grande porte)
- O futon, tapetes, cobertores, carpetes, etc, podem ser jogados, se cortados em pequenos pedaços quadrados, de mais ou menos 30 cm cada lado. (Se não for possível cortar em pedaços pequenos, jogar como lixo de grande porte)

**Por favor**

- Nunca queime os produtos plásticos e vinílicos em casa. Jogue-os como lixos queimáveis.
- Procure tratar os lixos naturais transformando-os em adubos, por biodegradação pelo "Bokashi" ou com o "Compost" (vasilhame apropriado).

Sacos para lixos queimáveis  
(G) com 10 sacos - ¥300  
(P) com 15 sacos - ¥300

### Cuidados a serem tomados para jogar os lixos separados

- O horário para jogar o lixo é das 6:00h às 8:00h da manhã, do dia da coleta. Respeite sem falta este horário. (As garrafas PET, bandejas de isopor, outros isopores, devem ser jogados das 8:00h às 10:00h da manhã do dia da coleta)
- O local de coleta não é o local para se jogar o lixo simplesmente. Respeite as regras e coloque o lixo corretamente.
- Amarre firmemente, em cruz, a boca dos sacos de lixo indicados (de lixos queimáveis, de materiais recicláveis e de lixos não queimáveis). (Não colar fitas adesivas na boca do saco de lixo)
- Escreva sem falta nos sacos de lixo específicos, nos adesivos de lixos de grande porte e nas etiquetas (etu), o seu nome e o nome da associação dos moradores. (Se não estiver filiado a nenhuma associação dos moradores, escreva o nome do apartamento ou prédio onde reside)
- Os sacos de lixo sem nomes não serão coletados.
- Respeite sempre as classificações de separação dos lixos, nunca jogue misturados lixos de classificações diferentes.
- Os sacos de lixo indicados e os adesivos de lixos de grande porte podem ser adquiridos na prefeitura e nos escritórios regionais da prefeitura. "lojas onde vendem sacos de lixos e adesivos".

### Materiais recicláveis

#### Latas de bebidas e de alimentos

- Coloque um círculo no local indicado "latas de bebidas e de alimentos" do saco de lixo.
- Não amasse as latas, jogue fora o conteúdo e enxague antes de colocar no saco de lixo.
- As latas de alumínio devem ser colocadas em locais de coleta feita pelos grupos cooperativas da região.
- Retire as tampas das latas de doces, nori, etc, antes de jogar.
- As latas de alimentos para animais de estimação também podem ser jogadas.
- As latas de óleo de cozinha, por não poderem ser lavadas completamente, devem ser jogadas como "lixos não queimáveis e metálicos".

Sacos para lixos recicláveis  
(G) com 10 sacos - ¥100  
(P) com 15 sacos - ¥150

### Garrafas PET, Bandejas de isopor e outros isopores

#### Garrafas PET

- Coloque dentro dos sacos de rede, do local de coleta indicado, sem amassar.
- Retire sem falta as tampas, jogue todo o conteúdo de dentro e enxague com água.
- Não é necessário retirar os rótulos.
- Se não for possível limpar por dentro ou estiver riscado por fora com canetas de feltro, as garrafas devem ser jogadas como lixos queimáveis.
- As tampas devem ser separadas de acordo com o material de que são feitas.

Nos sacos de rede para coleta.

#### Garrafas de bebidas e alimentos

- Coloque um círculo no local indicado "Garrafas de bebidas e de alimentos" do saco de lixo.
- Retire sem falta as tampas e rolhas, esvazie o conteúdo e enxague com água.
- Tente retirar os plásticos da boca da garrafa de shoyu, vinagres, etc. (esquentando-se um pouco, torna-se fácil de tirar.)
- As garrafas de óleo devem ser jogadas como "lixo não queimável e vidros" por não ser possível limpar completamente por dentro.
- As tampas e rolhas devem ser jogadas, separadas de acordo com o material de que é constituído.

Sacos para lixos recicláveis  
(G) com 10 sacos - ¥100  
(P) com 15 sacos - ¥150

#### Bandejas de isopor e outros isopores

- Coloque nos sacos de rede para coleta, do mesmo modo que as garrafas PET.
- Coloque depois de lavar e secar.
- Retire sem falta os rótulos e os adesivos.
- Se não for possível retirar toda a sujeira, jogue como lixo queimável.
- Isopores de cores fortes (preto, vermelho e etc) e isopores com algum tipo de revestimento (recipientes de lâmen e etc) devem ser jogados como **LIXOS QUEIMÁVEIS**.

Nos sacos de rede para coleta

### Materiais incombustíveis

#### Metálicos

- Coloque um círculo no local indicado "Metálicos", do saco de lixo.
- As latas de spray e bombas de gás tipo cartucho, devem ser furadas em locais sem perigo de fogo, retirando-se todo o gás.
- As latas de óleo de cozinha, óleos pesados e tintas, devem ser jogados depois de serem esvaziadas.
- Produtos de plástico de grande espessura como : tanques, baldes e outros...

Sacos para lixos não queimáveis  
(G) com 10 sacos - ¥300  
(P) com 15 sacos - ¥300

#### Vidros

- Coloque um círculo no local indicado "Vidros", do saco de lixo.
- As lâmpadas fluorescentes e os termômetros devem ser jogados como lixos especiais.
- Quando os vidros forem pontudos podendo rasgar os sacos de lixo, embrulhe esta parte com papéis.
- Tampas como as de vidros de perfume devem ser separadas de acordo com o material de que é constituído.

### Lixos de grande porte

Lixos que não entram no saco de lixo queimável e saco de lixo não queimável (Local de coleta dos lixos não queimáveis)

- Coloque no local de coleta após colar o adesivo pago.
- Coloque um adesivo do lixo de grande porte para cada item que for jogar.
- Os materiais amarrados em mapas tais como o "totem"(placas onduladas com cobertura de zinco) e tubos, devem ter menos de 30 kg e serem amarradas juntas, somente com materiais de uma mesma espécie, colando-se um adesivo para cada mapa.
- Quando não for possível colar o adesivo de lixo de grande porte, passe um fio através do buraco do adesivo e amarre no lixo.
- Retire o querosene e as pilhas do "stove"(aquecedor a óleo), antes de colocar como lixo.

Adesivo: ¥500 cada

Materiais cuja coleta deve ser requerido às empresas licenciadas pela cidade (coletas por unidade)

- Como regra geral, o pedido para a retirada de materiais combustíveis e incombustíveis com dimensões acima de 150cm x 80cm x 60cm, devem ser feitos diretamente nas empresas licenciadas pela cidade. (A coleta é feita por unidade pelas empresas licenciadas, sendo que a taxa é determinada por estas empresas)

Empresas licenciadas

- ◆ Komori Sangyo S/A TEL. 54-1283
- ◆ Hashimoto S/A TEL. 62-3310

### Reciclagem de eletrodomésticos

#### 4 itens de eletrodomésticos

(Televisão, geladeira, congelador, máquina de lavar, ar condicionado)

- Pergunte nas lojas de produtos eletrônicos mais próxima, se a coleta pode ser feita.
- Se a loja não coletar o produto, peça para as empresas licenciadas pela prefeitura.
- São cobradas as taxas de reciclagem e de transporte para a coleta.

**Taxas de reciclagem** (Imposto à parte e há casos excepcionais)

Televisão	¥2700
Geladeira, congelador	¥4500
Máquina de lavar roupa	¥2400
Ar condicionado	¥3500

※ Sobre as taxas de transporte para a coleta devem ser consultadas nas lojas de venda ou nas empresas licenciadas.

### Entulhos

- Podem ser colocados em sacos ou caixas.
- Escreva o seu nome e o nome da associação dos moradores na etiqueta, indicada pela cidade e distribuídos gratuitamente.
- As etiquetas (etu) são distribuídos gratuitamente pelas associações dos moradores para serem colocadas nos entulhos. (As pessoas que não estão filiadas nas associações dos moradores, podem retirar na prefeitura e nos escritórios regionais da prefeitura.)

**Leve diretamente** (Kanaya, Yamanoue-cho)

- No caso de lixos de grande quantidade tais como telhados, etc, devido à demolição ou reforma da casa, levar diretamente ao Local de Tratamento de Entulhos Yamanoue pessoalmente. (Neste caso, é necessário fazer o pedido para o carregamento, antecipadamente, nas prefeituras ou nos escritórios regionais de prefeitura)
- O Local de Tratamento de Entulhos Yamanoue é fechado todas as sexta-feiras e sábados.
- Quando for levar diretamente, até 300 kg é gratuito. O ultrapasassar 300 kg, deve se pagar a taxa de ¥300 para cada 100 kg excedentes.

### Lixos especiais

#### Pilhas

- Coloque nas caixas especiais de coleta dos estabelecimentos públicos tais como: a prefeitura, escritórios regionais da prefeitura, "Sogotokushi Kaikan" (Salão da assistência geral), cooperativa agrícola, escolas de 1º e 2º graus.
- As pilhas recarregáveis com a marca de reciclagem deverão ser colocadas nas caixas de coleta dos supermercados e lojas de aparelhos eletrônicos

#### Lâmpadas fluorescentes e termômetros

- Coloque nas caixas especiais de coleta da prefeitura e dos escritórios regionais da prefeitura.
- Mesmo se estiverem quebradas, podem ser colocadas nas caixas de coleta.
- As lâmpadas comuns devem ser jogadas como "materiais incombustíveis-vidros".

Perguntas sobre outros tipos de lixo ..... Seção do Meio Ambiente, Departamento da Economia e Meio Ambiente do Município de Minokamo (TEL. 25-2111)

Ilustração 3.3 – Folder de recolha do lixo no Japão. Fonte: METARECICLAGEM, 2010.

# Cidade de Minokamo Como separar e jogar os lixos domésticos

## Confirme os dias da coleta no calendário da sanidade.

(Os dias da coleta nos feriados do final e início de ano são publicados no Informativo Municipal)

**Consultas**  
Seção do Meio Ambiente, Departamento da Economia e Meio Ambiente do Município de Minokamo  
**Tel. 25-2111**

### Materiais combustíveis

**Lixos queimáveis**

- 2 vezes por semana (abril, maio, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março)
- 3 vezes por semana (junho, julho, agosto, setembro)
- A coleta é feita também nos feriados (exceto no final e início de ano)

Nos locais de coleta de lixos queimáveis

Coisas pequenas queimáveis, tais como: lixos de cozinha, restos de comida, papéis, produtos vinílicos, plásticos, galhos de árvore, sapatos, aquecedores descartáveis, fraldas descartáveis, etc.



- O horário para jogar o lixo é das **6:00h às 8:00h** da manhã, do dia da coleta.
- Não jogue o lixo no dia anterior e nem nos horários além dos determinados.
- As garrafas PET, bandejas de isopor de alimentos e outros isopores, devem ser jogados entre **8:00h e 10:00h** da manhã.

### Reciclagem

**Coopere com as atividades de coleta de materiais para reciclagem**

Pedimos a sua cooperação para as atividades de coleta de materiais, tais como: latas de alumínio, jornais, revistas, caixas de papelão, pacotes de leite, roupas usadas, etc, para reciclagem, que são realizadas nas escolas de 1ª e 2ª graus, creches, associações de crianças e associações de idosos da região.

**Estação de reciclagem**

Todo o 1º domingo do mês Das 9:00h às 11:00h  
Antigo Nihon Prime Shurus (onde se embarca para descer o rio de barco)

Jornais, revistas (folhetos de propaganda), caixas de papelão, pacotes de leite, roupas usadas, caixas de papel, óleo de cozinha usado, latas de alumínio, garrafas PET, bandejas de isopor de alimentos e outros isopores.

### Materiais recicláveis

**Latas de alimentos e bebidas 1 vez por mês**

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Latas vazias de alimentos e bebidas (sucos, cerveja, enlatados, chá, doces, nori, etc, latas no tamanho de até 1/4 das latas de 18 litros (1-to))

**Garrafas de alimentos e bebidas 1 vez por mês**

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Garrafas vazias de alimentos e bebidas (garrafas de bebida tais como: suco, cerveja, "ishoubin"(de saké), uísque, bebidas vitaminadas, café, etc.)



### Garrafas PET, Bandejas de isopor de alimentos e outros isopores

**Garrafas PET 1 vez por mês**

Local determinado de coleta

Garrafas PET de bebidas como: sucos, chá, saké; garrafas PET de shoyu, mirin (adoçante feito do saké)  
(Aqueles que têm a marca PET 1)

**Bandejas de isopor de alimentos e outros isopores 1 vez por mês**

Local determinado de coleta

Bandejas de isopor utilizados para colocar alimentos tais como: carne, peixes; isopores utilizados para embalagens (as coloridas também podem ser jogadas juntas)



### Materiais incombustíveis

**Metálicos Mês ímpar (1 vez a cada 2 meses)**

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Produtos metálicos tais como: painéis, frigideiras, chaleiras, etc; latas recicláveis, além das latas de alimentos e bebidas, tais como: latas de spray, latas de óleo, etc; Eletrodomésticos que caibam no saco indicado como : rádios, computadores, etc...

**Vidros Mês ímpar (1 vez a cada 2 meses)**

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Produtos recicláveis de vidro, além dos vidros de alimentos e bebidas, tais como: copos, vidros de maquiagens, placas de vidro, vidros de resistência térmica, lâmpadas, vidros de óleo, etc.



### Lixos de grande porte

**Lixos que podem ser colocados nos locais de coleta 1 vez por mês**

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Lixos que não entram nos sacos de lixos queimáveis ou não queimáveis (como regra, lixos de até 150cm x 80cm x 60cm)

- Lixos com mais de 150cm e que podem ser colocados nos locais de coleta:

Tabuas de esqui, bicicletas, placas de zinco, base do varal (sem a parte do concreto), varal, tubos (até 230cm)

**Lixos coletados por unidade Sempre**

Nas empresas licenciadas

Lixos acima de 150cm x 80cm x 60cm  
(Pedir para as empresas licenciadas pela prefeitura)

**Empresas licenciadas**

- Komori Sangyo S/A TEL. 54-1283
- Hashimoto S/A TEL. 62-3310



### Lixos que não podem ser jogados nos locais de coleta (a prefeitura não faz a coleta)

**1 Lixos que não podem ser tratados no Sasayuri Clean Park**  
Motores, máquinas, extintores, bicicletas elétricas, motocicletas, fios de piano, agrotóxicos, recipientes com remédio, redes de arame, tampas de ferro dos buracos das estradas, cofres a prova de fogo, cabos de arame, módulo de banheiros, banheiras de porcelana e de FRP, pneus, rodas, baterias, bomba de gás propano, bolas de boliche, produtos com perigo de explosão, maquinários agrícolas, peças de bicicletas, etc. (Pedir a coleta desses materiais para as lojas e empresas especializadas)

**2 Lixos em grandes quantidades devido a mudanças**  
Consulte as empresas licenciadas pela cidade, para a coleta destes lixos.

**3 Lixos devido às atividades de empresa**  
Os lixos devido às atividades de empresa tais como: casas comerciais, restaurantes, firmas, etc, não podem ser jogados como lixos domésticos. Peça para empresas licenciadas pela cidade para coletar estes lixos.  
Preencher sem falta o nome da empresa no saco de lixo para empresas (saco de lixo específico : ¥150/pacote)

**Reciclagem de eletrodomésticos**

As televisões, geladeiras, congeladores, máquinas de lavar, ar condicionado não podem ser colocados nos locais de coleta.

**Empresas licenciadas**

- Komori Sangyo S/A Tel. 54-1283
- Hashimoto S/A Tel. 62-3310



### Entulhos

4 vezes por ano (junho, outubro, dezembro, março)

Nos locais de coleta de lixos não queimáveis

Telhados, pedaços de concretos, tigelas, pratos, etc. Produtos cerâmicos em pequena quantidade possíveis de serem carregados nas mãos.

**Lixos especiais**

Pilhas (pilhas alcalinas, pilhas de manganeso)

Lâmpadas fluorescentes, termômetros



Os cuidados a serem tomados para jogar o lixo estão escritos no verso.

Ilustração 3.4 – Folder de recolha do lixo no Japão.  
Fonte: METARECICLAGEM, 2010.

No caso dos equipamentos eletroeletrônicos, além de seguirem estas regras e procedimentos dos manuais, existem outras regras, as quais serão descritas.

### **3.8.1.1 A sequência da coleta e reciclagem de computadores no japão.**

Iniciaram-se a coleta e a reciclagem de computadores (Reciclagem de PC) pelos seus fabricantes, baseados na Lei de Incentivo à Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

#### **a) Computadores abrangidos**

Computadores de mesa (parte principal), notebook e telas de computadores (tipo CRT e LCD) comprados para uso pessoal ou de empresas e que se tornaram desnecessários ou obsoletos. Os acessórios originais do computador (mouse, teclado, alto falante, cabearmentos) podem ser descartados junto com o computador. Os equipamentos periféricos como a impressora, o scanner não são abrangidos na coleta.

#### **b) Procedimentos da coleta e reciclagem**

##### **b.1) Requerimento para a coleta**

O usuário do computador faz o pedido de reciclagem ao fabricante, quando o computador tornar-se desnecessário ou obsoleto. O consumidor deverá efetuar o requerimento para a coleta ao fabricante ou ao revendedor autorizado.

##### **b.2) Pagamento da taxa de coleta e reciclagem**

Para os produtos sem a marca de reciclagem PC (computadores domésticos vendidos antes de outubro de 2003), é necessário entrar em contato com o fabricante via e-mail ou telefone para pagar uma taxa de coleta e reciclagem conforme determinado por cada fabricante, e receber uma etiqueta (Yu Pack) do envio para a coleta e reciclagem. (BALLAM, 2009)

Para os produtos com a marca de reciclagem PC, não é necessário pagar a taxa de coleta e reciclagem, pois esta taxa já foi cobrada na hora da aquisição do equipamento.

### **b.3) Japan Post Service é o responsável pela coleta**

As Agências do Correio são responsáveis pela coleta dos computadores. As agências são indicadas pelos fabricantes. Por isso, depois de efetuar o requerimento para a coleta, é expedido um protocolo Yu Pack.

O serviço postal ainda é responsável pela triagem dos computadores por marca e por garantir que estes sejam transportados para a planta<sup>18</sup> em que terá a reciclagem apropriada. Muitas dessas instalações (plantas) são exploradas pelos fabricantes de computadores. Atualmente o Japão conta com cerca de 400 plantas espalhadas pelo país. E ainda, para uma fábrica de computador ser instalada no país é exigido uma planta de reciclagem. O governo é responsável e faz a divisão entre os fabricantes para a reciclagem dos aparelhos sem marca conhecida, ou seja, equipamentos chamados “órfãos”. (BALLAM, 2009).

### **b.4) Deslocamento do computador**

O usuário deverá embrulhar o computador que será descartado e colar o protocolo/etiqueta Yu Pack” em local de fácil visibilidade.

Caso leve pessoalmente à agência do correio, deverá entregar no guichê de encomendas postais. b) Caso opte pela coleta porta-a-porta, deverá telefonar para a agência do correio que consta no “protocolo Yu Pack” e depois de marcar o dia e hora da coleta, a coleta será feita na sua casa no dia e hora combinado. \* Não é necessário pagar a taxa do correio. \* Excedendo o peso e tamanho padrão estipulado, não poderá usar o serviço Yu Pack.

### **b.5) Entrega para o fabricante**

Os computadores descartados serão enviados aos fabricantes, via agências dos correios.

### **c) Reciclagem**

Nos centros de reciclagem dos fabricantes, o ferro, o cobre, o alumínio, os plásticos, o ouro, a prata, o cobalto e outros recursos recicláveis serão reutilizados. Uma outra iniciativa adotada pelo Japão, é o princípio, do take-back<sup>19</sup>, que ao invés de vender, as empresas japonesas estão alugando equipamentos eletroeletrônicos,

---

<sup>18</sup> Centros de reciclagem dos fabricantes.

<sup>19</sup> Tradução: Pegar de volta

trocando o conceito de posse pelo uso. Por enquanto, isso está funcionando para clientes empresariais. Já existem 27 milhões de computadores e 38 milhões de impressoras alugados no país. (WEN, 2006).

O sucesso no Japão pode ser largamente atribuído a grande campanha de educação ao público, pois tiveram que mudar radicalmente os hábitos de eliminação de resíduos de seus moradores com a excelente separação dos mesmos e dos procedimentos de cobrança. Além de uma razão fundamental atribuída às estratégias de inovação do governo por meio de suas leis e da cooperação de associações de bairros com a cooperação consciente do seu povo para esta causa.

### **3.8.2 A Iniciativa no Estado Brasileiro de Minas Gerais**

O Brasil é formado por 26 estados e um Distrito Federal, e até o mês de junho de 2008, apenas dez estados (RS, MG, PR, SP, RJ, SC, GO, PE, CE e MS) possuíam política estadual de resíduos sólidos; e em nenhuma das Políticas de resíduos sólidos havia referência direta aos REEs.

A partir do ano de 2008/09, começam as iniciativas estaduais para a criação de uma infra-estrutura na coleta dos REEs, uma vez que não há e não havia legislação nacional que considerasse suas peculiaridades tóxicas ou que obrigasse ao estabelecimento de sistemas de coletas específicos.

Considerando essa situação, o estado de Minas Gerais começou com algumas iniciativas em relação a algumas práticas e a gestão desses resíduos, na tentativa de minimizar o desperdício e o descarte inadequado.

O desenvolvimento do modelo de gestão para os REEs em Minas Gerais, teve como base a legislação europeia que regula o descarte de eletrônicos usados. São elas as recomendações da Diretiva 2002/96/CE e 2002/95/CE do Parlamento e do Conselho Europeu.

No município de Belo Horizonte a limpeza urbana já é realizada de forma eficiente pela SLU-BH, a qual possui uma estrutura administrativa e recursos humanos necessários para a realização dessa proposta. E para a inserção do recolhimento dos REEs no município, torna-se apenas necessário a capacitação dos trabalhadores envolvidos no processo de gestão específico desse novo resíduo. (FEAM, 2010).

Com o objetivo de apoiar e orientar na gestão adequada dos resíduos eletroeletrônicos, o Governo de Minas Gerais, por meio do programa Minas Sem Lixões (MSL), lançou um manual no qual apresenta metodologias para elaboração de planos de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos – Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos eletroeletrônicos – PGIREE. (PGIREE, 2010).

A importância da inserção desse novo instrumento técnico é de apoio à política pública de Resíduo Sólido Urbano de Minas Gerais, que iniciou efetivamente em 2001, e o PGIREE foi lançado em novembro de 2008.

O programa Minas Sem Lixões é um sistema de gestão que tem como premissa fundamental características inovadoras, utilizadas para induzir e promover ações de sensibilização e mobilização da comunidade e ainda, buscar critérios de planejamento e avaliação dos resultados para criar estratégias a induzir a implantação de metodologias de segregação, coleta diferenciada, reuso, reaproveitamento e reciclagem de resíduos que tenham potencial para retorno à cadeia produtiva. (RIBEIRO, 2009).

O MSL visando auxiliar o gestor municipal na construção de uma gestão adequada, de maneira alinhada às diretrizes da política pública de resíduos em desenvolvimento no Estado, criou o Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva - PGICS.

O PGICS é um documento que consolida e sintetiza um conjunto de articulações de ações normativas, operacionais, financeira e de planejamento. É baseado em critérios sanitários ambientais e econômicos, para a coleta, transporte, segregação, tratamento e da disposição do lixo da cidade. E ainda, tem como um dos seus principais objetivos apresentar diretrizes básicas para elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento Integrado do Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico-PGIREE.

### **3.8.2.1 Plano de Gerenciamento Integrado do Resíduo Eletroeletrônico –PGIREE**

Como observado o PGIREE é um documento inserido no Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva, contido no programa Minas Sem Lixões.

O PGRIEE descreve especificamente as ações referentes à conscientização, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte e destinação final (comercialização, reaproveitamento, reciclagem) dos resíduos provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos.

Para a elaboração do PGRIEE em Minas Gerais foi necessário, basicamente: o desenvolvimento de um diagnóstico da situação atual, do levantamento de proposições para operação e gerenciamento do sistema integrado do REE, e da criação de um sistema de monitoramento.

O diagnóstico da geração de REEs no estado de Minas Gerais foi realizado com sua divulgação em 2009. Ele teve a finalidade de caracterizar o município quanto a diversos aspectos: geração do resíduo de equipamento eletroeletrônico qualitativamente e quantitativamente; aspectos legais e sociais; estrutura administrativa, operacional e financeira; estudo de viabilidade econômica sustentável, alternativas e soluções para operacionalização e sustentabilidade do sistema de gerenciamento integrado do resíduo, destino final e as possíveis alternativas para reciclagem do material, pois somente a partir destes dados é que o estado poderia fazer um plano de gestão dos REEs. (FEAM, 2009).

O PGRIEE é uma fonte básica e norteadora para os municípios na forma de execução dos serviços; estrutura operacional; aspectos organizacionais, legais; remuneração e custeio; plano de reciclagem do resíduo; programa de educação ambiental formal e informal; proposta de desenvolvimento de programas de implantação de segregação e de coleta seletiva; no setor público e sociedade civil; disseminação da cultura da reciclagem e sensibilização dos funcionários; planejar e propor ações para implementação do programa de acordo com o levantamento feito no diagnóstico; consolidação das informações levantadas e propostas: consolidação das informações do diagnóstico da situação atual; do estudo de viabilidade econômica e das proposições para operação e gerenciamento do sistema integrado do resíduo de equipamento eletroeletrônico com as discussões nos Fóruns do município.

Depois de cumprida algumas fases para a elaboração do PGRIEE são feitas as seguintes orientações aos municípios, as quais fazem parte do plano:

**1ª etapa:**

A primeira etapa do plano consiste na elaboração e na realização de um Fórum Municipal para possibilitar um amplo e diversificado debate com vários atores envolvidos com o tema e conseqüentemente adequar o plano a realidade do município

**2ª etapa:**

Identificação da existência de possíveis compradores desses materiais (plásticos, vidro, materiais ferrosos e não-ferrosos.) além de identificar o destino a ser dado aos materiais que não possuem valor de mercado. O município também terá que verificar as questões de viabilidade econômica que sempre devem ser consideradas.

Ainda nesta segunda etapa é necessária:

A definição da estrutura de coleta armazenamento; a criação dos “ecopontos”, ou seja, dos locais de recebimento de REE que será o principal elo para o sucesso do PGIREE. Como também deverá ser feita uma adaptação na estrutura na coleta seletiva do município para o recebimento do REE, devendo ser colocado recipientes exclusivos com esta finalidade, nos locais onde a população encaminha o material da coleta seletiva (URPVs – unidades de recepção de pequenos volumes ou nas LEVs – locais de entregas voluntárias).

Nas cooperativas de catadores e/ou nas Usinas de Triagem e Compostagem de Lixo do município deve haver uma adaptação para o recebimento e triagem do material coletado, o que possibilitará, assim, a inclusão de pessoas com vulnerabilidade social no processo.

Os Programas de Educação Ambiental (PEA) devem ser implementados em parceria com escolas, associações de bairros, igrejas, comerciantes empresas, entre vários outros, promovendo a conscientização das pessoas por meio da informação de como lidar com este novo tipo de resíduos.

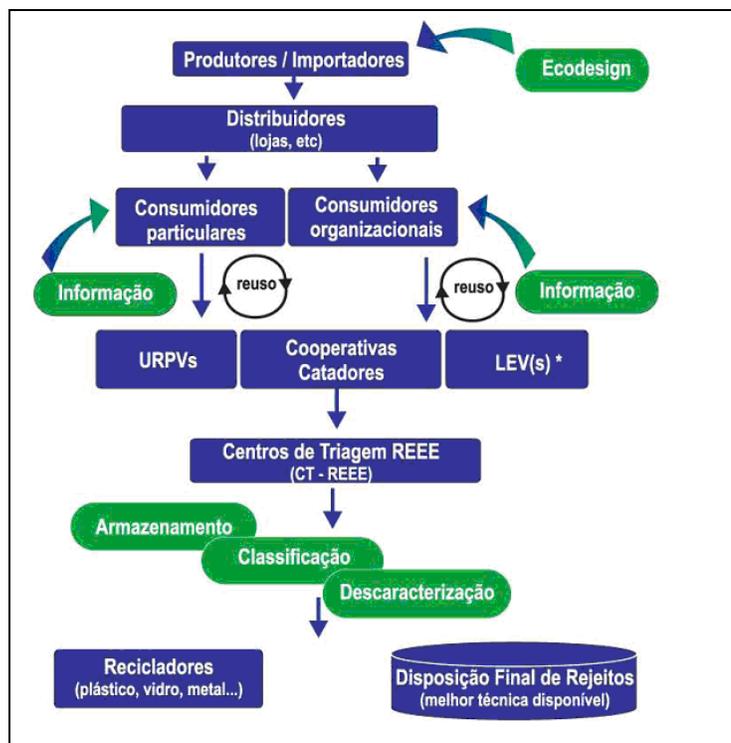
Disseminação efetiva do conhecimento por meio de palestras, panfletos, teatros, cursos de capacitação, instruindo sobre os impactos causados pela disposição final inadequada de resíduos, com foco nos RE. Essas iniciativas vêm a contribuir para uma nova prática na cultura da Coleta Seletiva, levando a população a separar o seu “lixo” de forma correta.

### 3ª etapa:

A terceira etapa é realizada mediante os dados analisados do diagnóstico, e após um efeito programa de educação ambiental, da etapa 2. Nesta fase se inicia o processo de triagem dos REE após o recolhimento com a ajuda da população. Os equipamentos coletados devem ser testados, pois caso estejam em condições de uso ou de conserto desde que seja viável economicamente, esse podem ser encaminhados para o uso de instituições filantrópicas.

Se no caso dos REE não tiver mais serventia deve-se promover a separação por tipos de aparelhos eletrônicos, possibilitando, assim, uma maior eficiência e redução de tempo no processo de separação dos materiais e encaminhado a recicladores ou encaminhado para a disposição final de rejeitos, que irá depender da melhor técnica disponível no momento do encaminhamento.

A Ilustração 3.5 apresenta o fluxograma para o PGIREE no município.



**Ilustração 3.5 - Fluxograma para o PGIREE no município**  
Fonte: PGIREE, 2010.

Após a implantação do plano, o município deverá desenvolver um programa de monitoramento e manutenção voltada para a busca da melhoria contínua do processo com avaliação desses resultados. Tal avaliação é de grande importância, pois, por meio dela, torna-se possível relatar se o PGIREE está funcionando adequadamente e identificar as etapas que necessitam de correções em busca da melhoria contínua do processo de disposição adequada dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

O monitoramento será realizado com uma avaliação de todas as etapas, desde a educação ambiental até a destinação final, sempre em busca do aumento do número de colaboradores no PGIREE, pois quanto maior a adesão de geradores maior será o reflexo da melhoria da condição ambiental.

Com o resultado encontrado a partir do monitoramento, o qual deverá ser disponibilizado para todos os envolvidos e também para a população do município, o trabalho desenvolvido pela prefeitura estará concretizado e poderá incentivar novas práticas e iniciativas.

Além dessas iniciativas do estado de Minas Gerais, também existem algumas outras como a parceria entre algumas instituições e setores que resultam em projetos pilotos de gestão de REEE, que atuam em Belo Horizonte e na região metropolitana.

É firmado um convênio com no mínimo, 25 empresas usuárias de equipamentos de informática. Estas empresas repassarão os equipamentos em desuso para que dentro do projeto eles tenham um destino ambientalmente responsável.

As formas de utilização do REEE serão em cursos de recondicionamento de computadores que são oferecidos a jovens. Os equipamentos reconicionados serão doados ou vendidos (venda social) com o objetivo de ampliar a inclusão digital de baixa renda.

O material não reconicionado irá para o curso prático de processamento de REEE, que será oferecido aos catadores de materiais recicláveis. Os materiais serão destinados de maneira adequada para indústrias recicladoras específicas;

E ainda, tudo será quantificado e acompanhado para que se conheçam as melhores possibilidades de destinação desses resíduos e para que se tenha controle de todo o processo.

### 3.8.3 Tribunal Superior Eleitoral – TSE

Uma iniciativa pioneira no serviço público foi a do Tribunal Superior Eleitoral (TSE), que no dia 14 de maio de 2009 realizou um processo licitatório para o descarte ecologicamente correto de mais de 60 mil urnas eletrônicas modelo 1996 e outros materiais utilizados em eleições anteriores considerados inservíveis para a Justiça Eleitoral. (TSE, 2009)

Em respeito à preservação do meio ambiente, o edital do leilão para o desfazimento do chamado lixo tecnológico contemplou as atividades de recolhimento; pesagem; transporte; recepção; desembalagem; descaracterização; trituração; destinação; certificação e relatório final, sucessivamente.

A empresa Deuzirene Souza Matista ME, vencedora do certame, após o processo licitatório foi a responsável pelo descarte de cerca de 800 toneladas de material, o qual deverá ter sido concluído em 90 dias após a assinatura do contrato, conforme o edital n 31/2009. (TSE, 2009).

O que hoje parece um processo simples demandou trabalho exaustivo dos servidores do TSE, que iniciaram estudos e pesquisas em 2006. O primeiro relatório desenvolvido propôs diferentes formas de descarte desse material. Após a frustrada tentativa de doação como parte do pagamento na aquisição das UEs 2006, o trabalho foi retomado em 2007 por meio da parceria realizada entre a Comissão da Agencia ambiental do TSE e a Coordenadoria de Logística, dessa vez com um propósito ambiental. O processo de desfazimento ecologicamente correto das urnas eletrônicas foi aprovado pela Corte do Tribunal e determinado pela Resolução n 22.709, de 21 de fevereiro de 2008.

Segundo Flavio Ribeiro Santana, da Seção de Serviços, Provisão e Equipamentos, que dedicou seis meses de trabalho ao projeto básico do leilão, todas as informações constantes no projeto foram retiradas dos documentos gerados nesses anos de estudo. Para ele, o grande desafio foi juntar essas informações e, principalmente, achar um modelo de documento para organizá-las. “Após contatar alguns órgãos públicos, verifiquei que não existia um modelo de licitação para descarte ecologicamente correta de itens relacionados à informática no âmbito da administração publica Federal. Todas as informações coletadas apontavam para a destinação por meio de doação ou leilão aberto.” O modelo desenvolvido pelo TSE, inédito no serviço público, já esta sendo usado pela câmara dos deputados para

procedimento semelhante. Flavio ainda comenta: “a legislação referente à destinação de materiais de forma ambientalmente responsável é fundamental e inexistente”.

### 3.9 ALTERNATIVAS DE DIMINUIÇÃO E TRATAMENTO DE REES

#### **3.9.1 O desenvolvimento “limpo” (DL) e a tecnologia da informação (TI).**

O desenvolvimento limpo (DL) ou a produção limpa é considerado como a aplicação permanente de estratégias econômicas, ambientais e tecnológicas sempre integradas aos processos e produtos. Tem como finalidade aumentar a eficiência no uso de matérias-primas (água e energia), com a não-geração, a minimização ou a reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Neste contexto as empresas são induzidas a inovação, dando um grande passo em direção a um desenvolvimento econômico e sustentável, não deixando de ser competitivo e em benefício de todos os envolvidos.

A Produção mais Limpa ao atender tais finalidades tende a integrar os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade.

As prioridades da Produção Limpa entre outras são: evitar a geração de resíduos perigosos e emissões. Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa. Na sua impossibilidade, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser utilizadas; e minimização de impactos ambientais. (SENAI, 2010)

Dentro desses conceitos de DL é que estão focadas as alternativas apresentadas a seguir, a Tecnologia de Informação “Verde” (TI-verde) e a reciclagem dos REEE via conversor de plasma, estas duas tecnologias são desenvolvidas dentro do conceito “Limpo”.

##### **3.9.1.1 A Tecnologia da Informação - verde**

A tecnologia da informação se desenvolve com uma alternativa ecologicamente correta, o que vem a ser conhecida como TI “verde”. Ela alia a evolução da tecnologia com a preservação do meio ambiente.

As práticas de TI verde podem amenizar os impactos do resíduo eletroeletrônico, pois tornam o uso da computação mais sustentável e menos prejudicial ao meio ambiente; tendem a reduzir o desperdício e a aumentar a eficiência dos processos relacionados à operação das tecnologias de informação.

No desenvolvimento da TI verde uma nova geração de computadores tem sido desenvolvida com o meio ambiente em foco.

Os chamados computadores “verdes” seguem padrões com baixo consumo de energia, além da matéria prima sem alguns componentes nocivos à saúde e que podem ser facilmente reciclados. (O COMPUTADOR, 2009).

Desta maneira surge no mercado empresas que atendem a vários requisitos ambientalmente corretos e são consideradas “verdes”, ou seja, estas empresas estão adotando medidas e alternativas para a preservação do meio ambiente em sua linha de produção, venda e reciclagem. (FERREIRA, 2007).

É com base neste novo conceito de “verde” que o governo federal brasileiro toma consciência de que as compras são meios eficazes para a promoção do desenvolvimento sustentável .

O Ministério do Planejamento (MPOG) está orientando aos órgãos públicos do Governo Federal, por meio de uma instrução normativa (IN) a aquisição de bens e serviços com regras de sustentabilidade. Baseadas na IN nas novas aquisições de equipamentos de informática como os computadores e componentes deveram gastar menos energia elétrica<sup>20</sup> e a utilização de produtos de baixa toxicidade, entre várias outras especificações que deverão constar dos editais<sup>21</sup>. (GOVERNO FEDERAL, 2009).

A medida integra o Programa de Contratações Sustentáveis do MPOG, que tem a idéia de que os novos computadores comprados para o serviço público privilegiem equipamentos que não contenham substâncias perigosas como mercúrio, chumbo, cromo hexavalente, cádmio, bifenil polibromados, éteres difenil-polibromados em concentração acima da recomendada pela diretiva da Comunidade Econômica

---

<sup>20</sup> a eficiência desses equipamentos deve ser superior a 80% no fator de potência do seu desempenho (*Power Factor Correction*).

<sup>21</sup> Minimização na geração de resíduos; Racionalização do uso de matérias-primas; Redução da emissão de poluentes; Adoção de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente;

Européia Restriction of Certain Hazardous Substances - ROHS<sup>22</sup>. (SANTIAGO, 2009).

### 3.9.1.2 Contratações públicas sustentáveis

Trata-se da criação de uma política de contratações públicas que leva em consideração critérios fundamentados no desenvolvimento sócio-ambiental, na conservação do meio ambiente; e que tem por finalidade implantar, promover e articular ações que passam a ser um requisito fundamental nas decisões de contratações a serem efetivadas com o governo. (MORI, 2009).

As vantagens dessas contratações são: não dependem do poder legislativo, o qual pode demorar em aprovar leis; sinalizam aos diversos ramos do setor produtivo para as intenções do governo em adquirir bens e serviços sustentáveis, sem frustrar os princípios da isonomia e da competitividade (Lei 8.666/93); podem contemplar a reutilização dos produtos para a inclusão digital (Projeto CI); e podem padronizar a aquisição de bens e serviços para que utilize critérios de fabricação ambientalmente incentivadoras do “eco-design”. (MORI, 2009).

Para a gerente de projetos da SLTI, Ana Maria dos Santos Neto, o governo deve ser o indutor de inovações no mercado que priorizem os conceitos de sustentabilidade. "A administração pública deve usar o seu poder de compra para ajudar a construir um novo mercado, que gere mais emprego, renda e cause menos prejuízos ao meio ambiente", (TI INSIDE, 2009)

Com o uso deste instrumento de contratações o Estado pode implementar suas políticas públicas visando:

- Dar exemplo como consumidor;
- Induzir o comportamento de outros consumidores;
- Fortalecer o mercado de bens e serviços ambientais;
- Induzir à economia de recursos públicos;
- Maior eco-eficiência no processo produtivo;
- Reduzir a geração de resíduos; e

---

<sup>22</sup> - **ROHS** (*restriction of certain Hazardous substances*, restrição de certas substâncias perigosas) é uma diretiva européia que esta em vigor desde 1 de julho de 2006 e que proíbe que certas substâncias perigosas sejam usadas em processos de fabricação de produtos: cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados (PBBs), éteres defeníl-polibromados (PBDEs) e chumbo.

- Apoiar a inovação tecnológica.

Os desafios para implementação das contratações por meio das licitações sustentáveis no Brasil ainda são muitos, um deles é convencer aos tomadores de decisão a importância e os impactos positivos que essas práticas podem trazer. Outro desafio é a adoção de normas que também se coloquem como questão fundamental para a criação de um ambiente propício para tais ações.

### **3.9.2 ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DOS REJEITOS**

#### **3.9.2.1 A Reciclagem**

O aproveitamento de resíduos não é novidade. Esta idéia tem se estabelecido de forma expressiva, tanto por razões econômicas mas também e principalmente por razões na forma de minimizar os impactos no meio ambiente (WIEBECK e PIVA, 1999).

Segundo as definições, a reciclagem consiste num processo de reutilização de materiais, que são separados de forma a possibilitar a sua recuperação. Dos materiais presentes na composição dos computadores, 94% são recicláveis. Com esta grande porcentagem de reciclagem dos computadores é reforçada o raciocínio de que reciclar significa fazer retornar ao ciclo de produção de materiais que foram usados e descartados.

O grande incentivo de usar o fator reciclagem decorre da necessidade de poupar e principalmente preservar os recursos naturais e de minimizar os resíduos, reduzindo os problemas de saúde pública e ambientais, e também dos econômico-sociais ocorridos pela disposição inadequada dos resíduos.

Em vários países tais como a Bélgica e a Suíça, as políticas governamentais têm direcionado de forma crescente e objetiva para a reciclagem com os tratamentos térmicos, devido à segurança quanto aos riscos ambientais e principalmente quanto à redução de volume e peso de lixo gerado (DIAS, 2005).

Em vista do acelerado ritmo de produção e descarte de equipamentos eletroeletrônicos, a reciclagem se mostra, como uma solução, pois atua no tratamento do produto e na sua reinserção no meio industrial, conciliando assim o desenvolvimento tecnológico e sustentável.

Dentro deste contexto a reciclagem se tornou uma solução viável e eficaz para impedir o crescimento desordenado dos REEE. A partir do tratamento via plasma, o objetivo da reciclagem é tratar materiais para reaproveitá-los e inseri-los novamente como matéria-prima na fabricação de diversos novos equipamentos e poupar a extração de recursos naturais, garantido benefícios ao planeta.

A tecnologia do conversor de plasma como alternativa limpa no tratamento de lixo é a mais avançada no processamento/reciclagem de resíduos perigosos, a única que oferece garantia integral de não agressão ao meio ambiente. Produz uma drástica redução de volume dos resíduos enquanto recupera valiosos subprodutos.

Esta tecnologia vem sendo desenvolvida no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) com o objetivo de produzir um ambiente mais limpo e seguro, e a manutenção do desenvolvimento sustentável.

Totalmente limpo o sistema consiste na queima, em uma alta temperatura, de todos os resíduos: municipal, industrial, comercial, agrotóxicos, PCB's, os mais perigosos materiais biológicos infectados e uma infinidade de outros materiais, incluindo resíduos nucleares de baixa radiação. (MENEZES,1999).

### **3.9.2.2 Tecnologia de Plasma:**

#### **3.9.2.1.1 O Plasma**

O plasma é um gás ionizado, ou seja, uma forma especial de material gasoso que conduz eletricidade.

No estado de plasma, que é conhecido como o quarto estado da matéria (sólida, líquida, gasosa e plasma) o gás atinge temperaturas extremamente altas que varia entre 5.000°C e 50.000°C.

O conversor de resíduos a plasma utiliza o plasma, que é gerado e controlado por meio de tochas de plasma. Produz eletricamente um campo de energia radiante de altíssima intensidade que aplicado sobre os resíduos produz a dissociação das ligações moleculares existentes nos resíduos (KOMPAC, 2010),

A reciclagem por meio do processo de conversão de resíduos via plasma acontece sem produzir impactos ao meio ambiente ou aos seres vivos. Essa

conversão ainda permite por meio do refino da fase metálica produzida, o aproveitamento (reciclagem dos metais) de todos os metais de alto valor agregado.

#### **3.9.2.1.2 O processo**

Na refinaria / usina /planta de reciclagem via plasma, os computadores passam por um processo de trituração e homogeneização. Do material resultante, são retiradas amostras para a determinação de sua composição química.

Posteriormente, os materiais que irão ser reciclados são enviados para um forno de alta temperatura e passam por um processo de fundição, onde a pasta orgânica é queimada e os metais são concentrados em uma fase líquida.

A parte plástica é reaproveitada como fonte de energia. A parte metálica após ser retirada do forno, em forma lingote com os vários metais, segue para a fase de separação e refino. No caso de conversão aplicada a catalisadores pode-se recuperar metais nobres.

Os metais recuperados retornam ao ciclo como matéria-prima para produção de novos equipamentos.

Após a solidificação, as escórias inertes, já sem os metais, apresentam-se sob uma forma vítrea de cor negra e de altíssima dureza, similar a um mineral de origem vulcânica, onde podem ser utilizadas como agregado para concreto, completando um ciclo totalmente fechado e ecologicamente correto.

O produto vitrificado pode ser reciclado, utilizando-o como, por exemplo, enchimento de pavimentação de estradas. Em forma de pó poderá ser empregado na formação de camadas endurecidas de cerâmicas ou em materiais isolantes térmicos e elétricos.

Os gases<sup>23</sup> gerados resultantes do processo de decomposição (considerados limpos) são enviados para uma estação de tratamento (fornos de pós-combustão) onde serão reduzidos a gases inertes, que ainda passam por um lavador para a retirada de eventuais impurezas.

---

<sup>23</sup> Composição típica das emissões gasosas do processo: metano, monóxido e dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio e água.

### **3.9.2.1.3 Os Custos**

Os custos da conversão a plasma dependem fortemente da capacidade de recuperação energética do material ou reciclagem de metais nobres. Mas o custo será sempre inferior aos processos concorrentes que sejam capazes de realmente eliminar integralmente os componentes perigosos e não deixar nada para as futuras gerações terem que remediar/ reprocessar ou recuperar depósitos.

### **3.9.2.1.4 Vantagens**

- a) Processo ambientalmente correto, com emissão zero, ou ordem de magnitude inferior as exigências das leis ambientais;
- b) O resíduo é convertido/reciclado em um produto vitrificado, similar a um mineral de altíssima dureza, de aparência vítrea e negra, denominado obsidiana ;
- c) Os equipamentos que servem de matéria prima para a produção de novos equipamentos, podem ser reenviados para a reciclagem no final de sua vida útil. Um estudo mostra que 40% dos materiais reciclados são provenientes de componentes já tratados (DIAS, 2005).
- d) Elimina qualquer outra necessidade de tratamento subsequente, estocagem ou disposição em aterros especiais;
- e) Redução de volume extremamente elevada, a frações podendo ser inferiores a 1%;
- f) É o sistema mais adequado para se tratar lixo em uma sociedade que visa o desenvolvimento sustentável.
- g) Este método de redução de resíduos é o único método disponível para reduzir lixo eletrônico, que não sofre degeneração.

Com a reciclagem da sucata eletrônica de forma tradicional sobram escórias que não podem ser reaproveitadas na produção de novas matérias-primas. Neste processo do plasma todos os componentes são reaproveitáveis

Desta maneira pode-se imaginar que o plasma seja uma solução definitiva para o REEE, diferente de outras formas ou tecnologias empregadas atualmente, que não evitam a poluição do ar, dos lençóis freáticos, do solo, da saúde dos seres vivos e que não resolvem o problema completamente. Assim o consumidor deve ficar atento e dar uma destinação correta para seus produtos.

**3.9.2.1.5 Desvantagens**

- a) Alto investimento de implantação, operação e manutenção.
- b) Consumo elevado de energia.
- c) Necessidade de estrutura de controle de poluição atmosférica.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação foi desenvolvida como um “Estudo de Caso”, tendo como objeto de estudo os Ministérios do Governo Brasileiro, e como objetivo a geração e gestão pós-consumo dos equipamentos eletroeletrônicos oriundos desses Ministérios.

Nesses moldes a dissertação foi elaborada e baseada no estágio atual do conhecimento sobre resíduos eletroeletrônicos, com enfoque no diagnóstico levantado por meio de pesquisas junto aos Ministérios e nos processos de gestão atualmente praticados.

Do ponto de vista da abordagem do referencial teórico levantado é uma pesquisa conceitual, exploratória, bibliográfica e documental na medida em que visa verificar algumas teorias e dar maior familiaridade com o tema, objetivando obter entendimentos para se iniciar a proposta e alternativas de gestão.

A metodologia da pesquisa visa realizar o diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos Ministérios e apresentar modelo de gestão. Com esse intuito, o universo foi definido com base nos Ministérios atualmente existentes na estrutura do Governo Federal.

Dessa forma, o universo foi constituído pelos 24 Ministérios, que são eles:

- 01 - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
- 02 - Ministério das Cidades
- 03 - Ministério da Ciência e Tecnologia
- 04 - Ministério das Comunicações
- 05 - Ministério da Cultura
- 06 - Ministério da Defesa
- 07 - Ministério do Desenvolvimento Agrário
- 08 - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
- 09 - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
- 10 - Ministério da Educação
- 11 - Ministério do Esporte
- 12 - Ministério da Fazenda
- 13 - Ministério da Integração Nacional
- 14 - Ministério da Justiça
- 15 - Ministérios do Meio Ambiente
- 16 - Ministério de Minas e Energia
- 17 - Ministério da Pesca e Aquicultura
- 18 - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
- 19 - Ministério da Previdência Social
- 20 - Ministério das Relações Exteriores
- 21 - Ministério da Saúde
- 22 - Ministério do Trabalho e Emprego

23 - Ministério dos Transportes

24 - Ministério do Turismo

Por meio da pesquisa de campo realizada no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010 e após a avaliação dos dados, foi feita a estimativa da quantidade de metais tóxicos existentes nos equipamento eletroeletrônicos descartados anualmente pelos Ministérios. Os resultados desta estimativa serão comparados a pesquisas já realizadas, no que se refere à quantidade de materiais tóxicos presentes em um computador.

O quantitativo de cada fração de material reciclável, bem como dos compostos químicos foram obtidos por meio das equações (EQ) 4.1 e 4.2.

$$EQ = (N \times P^1) \times \% M = PTm \quad (EQ 4.1)$$

$$EQ = (N \times P^1) \times \% R = PTR \quad (EQ 4.2)$$

**Na equação (EQ 4.1) e EQ (4.2), N** é o número de computadores; **P** é o peso<sup>24</sup> de um computador padrão; **%M** é a porcentagem material existente no equipamento; e **%R** é a porcentagem do material que pode ser reciclado. E **PTm** é quantidade de total de material e **PTR** é a quantidade total que pode ser reciclada.

A pesquisa de campo para levantamento dos dados foi realizada no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

Para o levantamento do diagnóstico situacional dos equipamentos eletroeletrônicos nos Ministérios do Governo Brasileiro foi elaborada uma planilha de campo para coleta de dados conforme tabela 4.1. A coleta de informações junto aos coordenadores de área de cada Ministério foi direcionada para o preenchimento do formulário.

**Tabela 4-1.** Estrutura do banco de dados.

Fonte geradora de REE	Numero de maquinas em uso	Tempo de uso previsto	Data de aquisição das maquinas	Data prevista para substituição	Porcentagem de trocas anuais	Destino adotado	Orçamento anual
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

<sup>24</sup> O peso médio de um computador foi definido por meio de especificações dos modelos mais presentes e usado nos Ministérios.

- Computadores de mesa (CPU e tela de tubo catódico): **29,26** kg, indicado pelo fabricante, com uma maior ocorrência nos ministérios; e com um monitor de LCD de 15" aproximadamente 18,5 kg, com uma pequena ocorrência.

XX							
----	----	----	----	----	----	----	----

Fonte: Elaborado por FREITAS, 2009.

Após o levantamento dos dados, os mesmos foram analisados com o objetivo de fazer o diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos gerados nos Ministérios, quantificando e identificando a vida útil destes equipamentos e a destinação dada após serem considerados descartáveis.

A análise e interpretação dos dados e informações foram feitos de forma interativa com a obtenção dos mesmos, durante todo o processo de pesquisa.

A pesquisa foi desenvolvida como uma abordagem qualitativa a qual é recomendada quando se trata de um fenômeno ainda pouco conhecido, conferindo característica exploratória, (GODOY, 1995). Para Flick (2004) esse tipo de abordagem permite: “planejar métodos tão abertos que façam justiça à complexidade dos objetos de estudo” e quanto sua meta, se concentra menos em testar o que já é conhecido, mas em “descobrir o novo”.

Considerando que as alternativas de gestão do resíduo eletroeletrônico se encontram em uma fase ainda muito inicial no Brasil e são raras as informações disponíveis, podemos reforçar o caráter exploratório do estudo. Este tipo de estratégia adotada para o desenvolvimento da dissertação foi de fundamental importância para a condução da pesquisa.

O foco principal para o desenvolvimento da proposta de modelo de gestão foram os estudos de casos de modelos já implantados. Foram levantadas alternativas para permitir o desenho do fluxo dos produtos pós-consumo pelos Ministérios. A investigação de modelos já existentes abordou as práticas relativas ao reparo, a reciclagem, ao tratamento e disposição final dos resíduos eletroeletrônicos.

O presente estudo não teve como objetivo fazer generalizações ou esgotar as pesquisas e informações acerca da estrutura de alternativas de gestão para o destino final dos resíduos sólidos resultantes de equipamentos de informática e seus componentes.

A investigação foi executada em algumas fases, para as quais foram utilizados métodos distintos apropriados aos objetivos de cada uma delas.

A Tabela 4.2 ilustra as etapas de desenvolvidas no trabalho com seus respectivos métodos e instrumentos de coleta de dados.

**Tabela 4.2** – Etapas de desenvolvimento da realização da dissertação.

<b>ETAPA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS</b>
<b>1- Revisão da literatura</b>	Contextualizar o tema	Pesquisa documental e bibliográfica	Bibliotecas e Internet
<b>Situação no Brasil</b>	Contextualizar a situação no Brasil a respeito do resíduo eletroeletrônico	Pesquisa documental e bibliográfica	Internet
<b>2 - Diagnóstico</b>	Identificar o conjunto dos dados para avaliar a extensão da geração dos resíduos eletroeletrônicos nos Ministérios.	Pesquisa de campo	Visitas pessoais e contatos Telefônicos
<b>3 - Propostas de modelos de gestão</b>	Apresentar alternativas de gestão para os resíduos eletroeletrônico.	Pesquisa documental e bibliográfica	Bibliotecas e Internet

Fonte: Elaborado por FREITAS, 2009.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Diagnóstico

O diagnóstico é de suma importância como fase inicial para o levantamento e avaliação dos dados, para a identificação do seu conjunto de informações e assim verificar a extensão da geração dos resíduos eletroeletrônicos. Tem por finalidade subsidiar a apresentação da proposta de modelo de gestão, buscando contribuir para o aprimoramento das competências voltadas para o gerenciamento dos equipamentos eletroeletrônicos - EEEs no serviço público.

Os números disponíveis neste diagnóstico deverão ser suficientes para revelar a dimensão dos possíveis problemas que os EEEs poderão vir a ser enquanto gerenciados pelo serviço público e o que representam para a sociedade, como material de descarte ao final da vida útil para o meio ambiente.

#### 5.1.1 Os eletroeletrônicos nos Ministérios

Ao considerar que todos os dados utilizados para elaboração desse diagnóstico foram fornecidos pelos responsáveis nas áreas de informática de cada Ministério, não foram fornecidos documentos para comprovação dos mesmos, portanto, os dados aqui apresentados, devem ser utilizados como parâmetros, mas não como dados definitivos.

O número de Ministérios existentes são 24<sup>25</sup>, conforme já relacionados anteriormente, sendo sua natureza jurídica de administração pública, o que significa que a administração/gestão deve seguir leis, normas, procedimento, tanto para compras como para a destinação final dos EEEs.

Por meio da pesquisa realizada constatou-se que, em 2009, o percentual de utilização de computadores por funcionários é de 98%, sendo um computador por funcionário. Assim em comparação ao tabela 5.1 que apresenta a quantidade de servidores públicos na administração federal, pode-se chegar a um número de

---

<sup>25</sup> O levantamento de dados foi apenas realizado em 22, pois nem todos dispuseram as informações por julgarem serem informações sigilosas.

computadores existentes nos órgãos públicos, embora nessa dissertação, foram contabilizados somente os equipamentos gerados nos Ministérios.

**Tabela – 5.1- Quantidade de servidor público**

<b>Regime de contratação</b>	<b>Numero de servidores</b>
<b>Ativo</b>	504.607
<b>Celetista</b>	43.236
<b>Temporário</b>	25.866
<b>Militar</b>	32.132

**Fonte: portal siapnet, janeiro 2010.**

Para se obter os dados sobre o uso de EEEs e a geração desses resíduos nos ministérios, foram realizados levantamentos e questionamentos, que resultaram no que se pode observar na tabela 5.2.

<b>Ministério</b>	<b>Sigla</b>	<b>Número de Máquinas em uso (unitários)</b>	<b>Tempo de uso previsto</b>	<b>Porcentagem de trocas anuais</b>	<b>Destino final adotado.</b>
1- <a href="#">Agricultura, Pecuária e Abastecimento</a>	MAPA	852	2-4 anos	-	Doação
2- <a href="#">Cidades</a>	Min. Cidades	Informação não disponibilizada			Doação
3- <a href="#">Ciência e Tecnologia</a>	MCT	1.030	3 anos	30% ano	Doação
4- <a href="#">Comunicações</a>	MC	1.090	3 anos	30% ano	Doação
5- <a href="#">Cultura</a>	MinC	1.600	3 anos	30% ano	Doação
6- <a href="#">Defesa</a>	MD	1.300	2 anos	30% ano	Doação
7- <a href="#">Desenvolvimento Agrário</a>	MDA	750	3 anos	30% ano	Doação
8- <a href="#">Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior</a>	MDIC	1.450	3 anos	30% ano	Doação
9- <a href="#">Desenvolvimento Social e Combate à Fome</a>	MDS	2.000	3 anos	30% ano	Doação
10- <a href="#">Educação</a>	MEC	2.200	3 anos	33% ano	Doação
11- <a href="#">Esporte</a>	ME	800	3 anos	30% ano	Doação

12- <a href="#">Fazenda</a>	MF	1.100	3 anos	30% ano	Doação
13- <a href="#">Integração Nacional</a>	MI	1.300	3 anos	30% ano	Doação
14- <a href="#">Justiça</a>	MJ	3.467	3 anos	30% ano	Doação
15- <a href="#">Meio Ambiente</a>	MMA	1.600	3 anos	40% ano	Doação
16- <a href="#">Minas e Energia</a>	MME	800	3 anos	30% ano	Doação
17- <a href="#">Pesca e Aquicultura</a>	MPA	687	-	-	Doação
18- <a href="#">Planejamento, Orçamento e Gestão</a>	MPOG	3.500	3 anos	30% ano	Doação
19- <a href="#">Previdência Social</a>	MPS	1.100	3 anos	100% ano	Doação
20- <a href="#">Relações Exteriores</a>	MRE	Informação não disponibilizada			Doação
21- <a href="#">Saúde</a>	MS	6.000	3 anos	100% ano	Doação
22- <a href="#">Trabalho e Emprego</a>	MTE	1.350	3 anos	30% ano	Doação
23- <a href="#">Transportes</a>	MT	1.500	3 anos	30% ano	Doação
24- <a href="#">Turismo</a>	MTur	700	3 anos	30% ano	Doação
<b>TOTAL</b>		<b>36.176</b>	<b>Média 3 anos</b>	<b>Media 30%</b>	<b>Doação</b>

Fonte: Elaborado por FREITAS

Com relação aos dados levantados foram obtidas algumas informações a respeito da atual gestão dos equipamentos de informática praticada nos Ministérios, nos quais se observou o seguinte:

Quanto à questão da gestão: **a)** Os ministérios por se tratarem de órgão de administração direta do governo federal, devem seguir leis, normas, procedimentos entre outros processos legais, tanto na hora da aquisição, quanto da doação desses equipamentos; **b)** Os ministérios são considerados como um dos maiores consumidores de equipamentos de informática do serviço público, iniciando o ciclo do resíduo eletroeletrônico; No ano de 2009 constatou-se que o percentual de utilização de computadores por servidores foi de 98%, sendo que desses, 100% das máquinas são conectadas a internet; **c)** No final de 2009, grande parte do parque de computadores em todos os ministérios foi renovada, pois em função de 2010 ser ano eleitoral, as doações e compras ficam mais restritas; **d)** Todas as aquisições de equipamentos de informática são realizadas por meio de Licitações públicas que são regulamentadas pela lei 8.666; **e)** O governo não exige comprovante de legalidade e de pagamento de tributos que incidem sobre o produto, quando compra através do pregões eletrônicos, ou seja, não exige das empresas participantes que comprovem a origem do produto e o pagamento dos respectivos impostos; **f)** O Ministério da Defesa tem o seu tempo de troca reduzido, pois os seus computadores após este tempo de uso são trocados por equipamentos mais novos, sendo estes mais antigos enviados para os Comandos da Aeronáutica, Exército e Marinha; **g)** Em dois Ministérios, da Previdência Social e Saúde, a troca do parque de computadores foi de 100%, no segundo semestre de 2009; **h)** As principais motivações para troca: obsolescência<sup>26</sup>, defeitos e tempo de garantia vencido; **i)** O quantitativo de trocas anuais é em média de 30 % do parque computacional; **j)** A forma de coleta dos EEEs doados fica a cargo da instituição beneficiada, pois após esta etapa não se sabe informar para onde o resíduo é enviado, depois do seu descarte pelas instituições beneficiadas pela doação; **k)** O conserto dos mesmos também é dificultado, pois não há disponibilização pela indústria, de peças de reposição ou então quando é disponibilizado, seu custo é incompatível com a viabilidade econômica do reparo; **l)** Em caso de defeitos, o equipamento é enviado para Assistências Técnicas, que retiram a peça defeituosa, substituindo-a por uma nova; **m)** No caso de remanufatura

---

<sup>26</sup> Que deixa de ser usado, por antiquado. Ultrapassado, superado

dos computadores, os reparos só são efetuados caso o valor do reparo não seja superior a 50% do valor de aquisição de um novo equipamento, se isso ocorrer o equipamento será encaminhado para o armazenamento e futura doação; **n)** O tempo de armazenamento dos EEEs após o uso é, em geral muito grande, variando de 1 a 10 anos de permanência. Devido à burocracia do serviço público para a doação, que deve seguir vários procedimentos legais; **o)** O procedimento mais adotado pelos ministérios são as doações para instituições de ensino, bibliotecas públicas, Centro RC, sempre monitorados pelo Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão – MPOG; **p)** A doação deve ser informada pelo MPOG e passar por parecer da área jurídica do ministério para ser atestado como equipamento inservível;

### **5.1.2 Análise do Fluxo**

Ao se considerar o presente estudo de caso, foram obtidos dados de caráter geral sobre a quantidade de equipamentos eletroeletrônicos atualmente em uso nos Ministérios, delineando todo o seu processo dentro da administração pública, desde a sua aquisição, tempo de sua vida útil, descarte pelo usuário, seu armazenamento, Assim, foi possível identificar as etapas do processo, e registrar os rejeitos esperados.

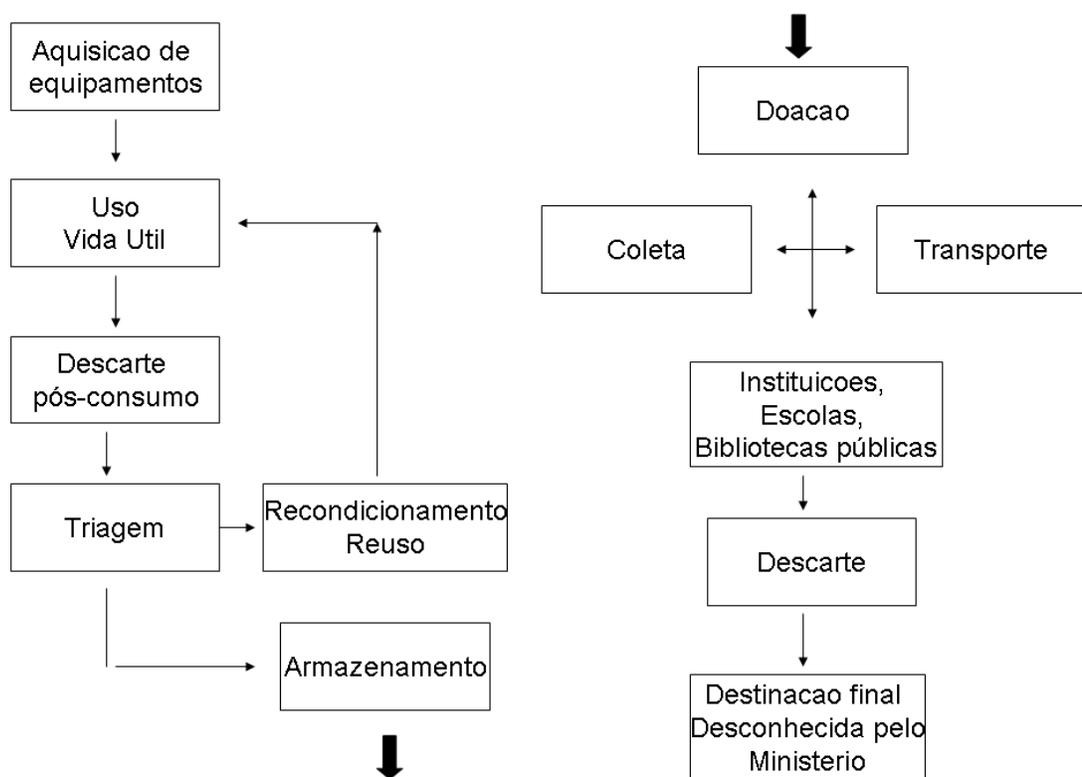
Para o melhor entendimento do processo e o acompanhamento das etapas do fluxo dos equipamentos de informática, na administração pública, considera-se necessário a descrição das diversas etapas, para que dessa forma os caminhos percorridos por estes equipamentos fiquem mais claros, a fim de facilitar, posteriormente, o entendimento quanto à apresentação das propostas de modelos de gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

O processo descrito obedece à subdivisão em 6 áreas, as quais foram identificadas e consideradas mais importantes no levantamento dos dados

- I) Aquisição dos equipamentos
- II) Utilização dos equipamentos pelos usuários – uso
- III) Descarte – triagem – reuso ou doação;
- IV) Armazenamento /depósito
- V) Doações
- VI) Coleta e transporte

Na ilustração 5.1 é apresentado o fluxograma com o caminho percorrido pelos equipamentos eletroeletrônicos dentro dos ministérios, o que foi considerado de forma geral, pois existem algumas pequenas variações (como tamanho do ministério, número de funcionários em exercício e orçamento disponibilizado) de um ministério para o outro.

**Ilustração 5.1 – Fluxo do Ciclo de Equipamento Eletroeletrônico.**



Fonte: Elaborado por FREITAS, 2010

### I) Aquisição de Equipamentos

Produtores, importadores e distribuidores são os atores ou agente que formam a grande parte do mercado de venda de equipamentos de informática, neste estudo é considerado como o início do fluxo do ciclo dos equipamentos eletroeletrônicos nos ministérios.

O ciclo inicia-se com a aquisição dos equipamentos eletroeletrônicos, a partir da compra e distribuição dos produtos. Desta forma, os atores possibilitam o consumo destes equipamentos pelos agentes consumidores (Ministérios).

São os produtores, os importadores e os distribuidores que participam dos processos de compras pelos órgãos públicos, por meio das licitações públicas, onde apresentam suas propostas de preços e técnica que atendam as exigências do edital, com suas especificações técnicas, ou seja, no termo de referência com as características técnicas dos produtos a serem adquiridos. Este processo sempre é norteado pela Lei 8.666<sup>27</sup>.

Atualmente, os órgãos públicos têm adquirido um número crescente de bens de informática entre outros, que uma vez expirado seu tempo de vida, validade ou garantia precisam ser substituídos. Esta substituição acontece por obsolescência, por mau funcionamento ou mesmo pelo impulso do consumidor de possuir algo mais moderno e mais atual, sem que haja necessidade efetiva de sua substituição.

A administração pública é responsável por 25% das compras de computadores do mercado corporativo, no entanto na aquisição por meio de leilão eletrônico não é exigido das empresas participantes ou vencedora os padrões legais de pagamento de impostos e comprovantes de legalidade. (ITdata, 2009.)

## **II) Uso - Vida Útil de Equipamentos Eletroeletrônicos**

Com a ausência de dados nacionais a respeito do tempo da vida útil média dos equipamentos eletroeletrônicos, é considerada a projeção da ABINEE (2009), de que o Brasil acompanhe a tendência mundial: 3 a 5 anos para o uso comercial de computadores. A tendência é que este tempo diminua cada vez mais.

Foi evidenciado e confirmado como na projeção da ABINEE (2009), o mesmo período de vida útil no caso dos ministérios, que efetuam suas trocas a cada três anos, devido a vida útil de seus equipamentos ser em média de 3 anos.

---

<sup>27</sup> **Lei 8.666** de 21 de junho de 1993.- Art. 1º Esta Lei estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. **Parágrafo único.** Subordinam-se ao regime desta Lei, além dos órgãos da administração direta, os fundos especiais, as autarquias, as fundações públicas, as empresas públicas, as sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

A vida útil de um computador não deve ultrapassar os 3 anos, pois os custos de manutenção de um PC supera o preço de compra de um novo. Entre 3 e 4 anos, o custo de manutenção aumenta 59%.

### **III ) Descarte pós-consumo**

Os equipamentos, ao final de sua primeira vida útil, são recolhidos pela unidade responsável. O equipamento chega ao setor responsável passa por uma avaliação, que é realizada por uma equipe técnica, do próprio ministério, recebe um diagnóstico que identifica qual é exatamente o problema e o custo do conserto. As máquinas mais antigas são encaminhadas para doação e as mais novas para a manutenção. Após promover o correto funcionamento, as máquinas são novamente colocadas em uso no próprio setor ou algum outro, do próprio ministério.

No caso de manutenção realizada em empresas técnicas especializadas, o reparo só será autorizado caso não excedam o valor de 50 % do equipamento, que causa a inviabilidade econômica de conserto em comparação com aparelhos novos. Neste caso os equipamentos automaticamente são considerados inservíveis para a instituição sendo então retiradas todas as peças úteis na manutenção e conserto de outros equipamentos.

Se os equipamentos forem considerados ociosos, recuperáveis, antieconômicos ou irrecuperáveis, recebem a denominação de “Bem antieconômico”<sup>28</sup>, estes serão encaminhados para doação, mas antes a relação com estes bens é enviada ao MPOG. Caso este ministério dentro de 30 dias não manifeste interesse pelos equipamentos, estes ficam automaticamente disponíveis para doação ou descarte.

### **IV) Armazenamento/Depósito**

Esta etapa consiste no armazenamento dos equipamentos pós-uso por parte da coordenação destinada ao gerenciamento destes recursos. Esta prática tem sido muito usual, uma vez que os usuários esperam que seus equipamentos antigos sejam trocados pelos mais novos, sem a consciência do impacto que esse consumo desenfreado possa causar ao meio ambiente e na saúde pública.

---

<sup>28</sup> Bem antieconômico- o bem é antieconômico quando sua manutenção for onerosa ou seu rendimento precário, em virtude de uso prolongado, desgastes prematuros ou obsolescência.

O armazenamento é de responsabilidade do gerador, o que compreende o confinamento dos equipamentos em local adequado evitando: riscos; proliferação de vetores (ratos e baratas) e impacto ambiental.

O período de armazenamento dos EEEs, antes de serem doados, pode chegar até de 10 anos, devido ao processo de doação que é geralmente muito longo.

Os equipamentos classificados como resíduos e inservíveis ficam acondicionados em ambiente impróprio devido à falta de espaço nos prédios, aguardando o andamento dos processos de doações.

As ilustrações<sup>29</sup> 5.2.a a 5.2.j apresentam as condições em que ficam armazenados os equipamentos de informática.



a



b



c



d

---

<sup>29</sup> Por motivo de sigilo e acordo as fotos não foram identificadas por Ministérios.



e



f



g



h



i



j

**Figura 5.2 – Armazenamento dos REEs**

**Fonte: Elaborado por FREITAS, 2010.**

Estas condições de armazenamento acarretam prejuízos aos equipamentos a serem doados, o que por várias vezes impossibilita o reuso, devido ao seu estado de conservação. Estas condições apresentam riscos aos profissionais que manipulam os equipamentos.

## V) Doações

No caso de doações, serão beneficiadas: instituições filantrópicas, entidades da sociedade civil sem fins lucrativos, organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIPS), estados e municípios.

O fato da reutilização por outras instituições se mostra em consonância com os princípios que devem nortear a administração pública, e com o objetivo de possibilitar a utilização desses equipamentos para fins de interesse social, entre eles a inclusão digital das populações com dificuldade de acesso aos recursos de tecnologia de informação e de comunicação.

As exigências para a doação são: **a)** o bem ser considerado antieconômico, **b)** permitida exclusivamente para fins e uso de interesse social, **c)** avaliar sua oportunidade e conveniência socioeconômica, **d)** gerar processo de baixa patrimonial do bem, cumulado com a Doação, **e)** submeter à assessoria jurídica para parecer, **f)** submeter o processo a instância maior da administração, para que se obtenha a autorização para doar, **g)** o processo de doação é amplamente divulgado, **h)** a cessão é efetivada mediante Termo de Cessão, do qual consta a indicação de transferência de carga patrimonial, da unidade cedente para a cessionária.

Todas estas exigências administrativas tornam o processo de doação muito lento, conseqüentemente quando finalizado, praticamente quase mais nada pode ser aproveitado, pois as condições de armazenagem dos equipamentos são muito precárias, além das máquinas estarem muito velhas.

Uma vez doados estes computadores e seus componentes, não se tem mais controle e gerencia sobre o seu destino quando estes não forem mais úteis ou deixarem de funcionar.

Uma forma que o governo encontrou para mitigar o impacto ambiental causado pelos resíduos eletroeletrônicos provenientes dos ministérios foi a criação de alguns projetos. Como exemplo dessa iniciativa governamental, podemos citar o Projeto Computadores para Inclusão, que cria estruturas denominadas Centros de Recondicionamento de Computadores (CRC's) - oficinas que gerenciam as atividades de recepção, triagem, recondicionamento, empacotamento e entrega de equipamentos de informática doados por empresas públicas ou privadas. Esse recondicionamento é feito por jovens em formação técnica profissionalizante, assessorados por técnicos capacitados, os quais monitoram os trabalhos executados pelos jovens. (Anuário, 2009)

O CRC recebe as peças de computadores, recondiciona e doam novamente para as entidades e escolas públicas de comunidades carentes.

O projeto efetivamente começou no ano de 2006, como uma iniciativa do Ministério do Planejamento. Atualmente, estão funcionando quatro centros: Brasília (DF), Porto Alegre (RS), Guarulhos (SP), e Belo Horizonte (MG). Outros três estão em implantação – Belém (PA), Lauro de Freitas (BA) e Recife (PE). Cerca de oito mil máquinas já foram recondicionadas pelos jovens integrantes do projeto, beneficiando 726 instituições em todo o país. (ANUÁRIO, 2009).

Nos Centros, quase nada se perde, pois as peças consideradas irrecuperáveis são utilizadas em projetos de robótica, artes, produção de bijuterias e em oficinas de metarreciclagem realizadas em unidades de outros programas de inclusão do governo federal, como os Pontos de Cultura (Programa Mais Cultura, do Ministério da Cultura) e o Projeto Casa Brasil (tele centros do Ministério da Ciência e Tecnologia).

Os rejeitos não aproveitáveis em nenhum processo são enviados para empresas certificadas em descarte de componentes eletroeletrônicos. Os plásticos e vidros são doados para a associação dos catadores e os metais pesados e outros componentes tóxicos estão sendo doados para empresas recicladoras para o reaproveitamento de materiais (Santos 2010). A recepção de equipamentos varia, incluindo lotes inaproveitáveis, o que explica a baixa relação de quatro para um, em média, entre recebidos e remontados (BARBOSA, 2010).

Segundo a coordenadora do CRC Gama, o centro consegue recuperar 60% do que recebe (SANTOS, 2010). Em 2008, no CRC - Minas Gerais foi montado cerca de 1,4 mil kits (CPU, monitor e teclado), resultado de recondicionamento de 5 mil máquinas<sup>30</sup>, destinadas a 130 entidades. (BARBOSA, 2010).

## **VI) Coleta e transporte**

A coleta é feita por transportadoras. O transporte não necessariamente especializado, mas neste caso privado, é responsável apenas pela coleta dos equipamentos e pelo encaminhamento destes às instituições contempladas na doação.

---

<sup>30</sup> Doadas pelo serviço público.

### 5.1.3 Análise dos Dados

Segundo os dados levantados na realização do diagnóstico, constatou-se que os 22<sup>31</sup> ministérios possuem cerca de 36.176 mil computadores, (36.176 mil telas, 36.176 mil gabinetes, 36.176 mil teclados, 36.176 mil mouses, 72.352 mil caixas de som, e uma grande quantidade de cabeamentos)

Considera-se, na prática, que 30% do parque computacional a cada ano se torna obsoleto, sem serventia para serviço público.

Os Pcs são compostos de diversos materiais como metais, plásticos e vidro. Vários destes materiais podem ser reaproveitados ou reciclados, alguns deles, de elevado valor comercial. Outros apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente, caso não sejam descartados corretamente.

A composição física (qualitativa) dos resíduos eletroeletrônicos apresenta as porcentagens (geralmente em peso) das várias frações dos materiais constituintes do lixo (BIDONE & POVINELLI, 1999). O conhecimento dessa composição é essencial para a definição das providências a serem tomadas com os resíduos eletroeletrônicos que serão gerados, desde sua aquisição até seu destino final, de uma forma economicamente viável.

### 5.1.4 Estimativa da Geração de Materiais de REEs

O diagnóstico aponta que ao final de 3 anos os ministérios terão acumulando aproximadamente 36.176 mil computadores para doação e disposição final desconhecida.

Considerando que a geração de equipamentos, danificados ou sem serventia, anualmente, nos ministérios é de 1/3 de trocas, estimou-se a quantidade dos resíduos gerados a cada três anos quando todos os equipamentos atualmente existentes serão na sua totalidade descartados, pois são considerados bens antieconômicos.

A construção da tabela 5.3 composto de acordo com o especificado no material e métodos, onde se observa os materiais (preciosos e tóxicos) que serão gerados a partir do número de EEEs existentes e descartados a cada três anos nos ministérios

---

<sup>31</sup> Foram considerados 22 ministérios, de um total de 24, pois 2 deles não forneceram informações.

e qual a porcentagem que poderá ser reciclada, evitando o desperdício de recursos naturais não renováveis.

Tabela 5.3 – Composição dos resíduos- tabela comparativa

<b>Número de Computadores (un) encontrados nos ministérios</b>	<b>36.176</b>	<b>Peso estimado de um computador (kg)</b>	<b>29,26</b>
--	---------------	--	--------------

**Quantidade de resíduo de equipamentos de informática gerados**

	<i>% Rel peso (%M)</i>		<i>TOTAL (PTm)kg</i>	<i>%Rel Recicl. (PTr)</i>	<i>Reciclável</i>
<b>Chumbo</b>	0,0629		<b>66.580,26</b>	0,05	<b>3.329,01</b>
<b>Alumínio</b>	0,1417		<b>149.990,83</b>	0,8	<b>119.992,67</b>
<b>Gerânio</b>	0,00001		<b>10,59</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Gálio</b>	0,00001		<b>10,59</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Ferro</b>	0,20471		<b>216.687,53</b>	0,8	<b>173.350,03</b>
<b>Estanho</b>	0,01007		<b>10.659,19</b>	0,7	<b>7.461,44</b>
<b>Cobre</b>	0,06928		<b>73.333,56</b>	0,9	<b>66.000,20</b>
<b>Bário</b>	0,00031		<b>328,14</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Níquel</b>	0,00850		<b>8.997,33</b>	0,8	<b>7.197,87</b>
<b>Zinco</b>	0,02204		<b>23.329,56</b>	0,6	<b>13.997,73</b>
<b>Tântalo</b>	0,00015		<b>158,78</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Índio</b>	0,00001		<b>10,59</b>	0,6	<b>6,35</b>
<b>Vanádio</b>	0,000002		<b>2,12</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Berílio</b>	0,000150		<b>158,78</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Ouro</b>	0,00002		<b>16,94</b>	0,98	<b>16,60</b>
<b>Titânio</b>	0,00015		<b>158,78</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Cobalto</b>	0,00015		<b>158,78</b>	0,85	<b>134,96</b>
<b>Manganês</b>	0,00031		<b>328,14</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Prata</b>	0,00018		<b>190,53</b>	0,98	<b>186,72</b>
<b>Crômio</b>	0,00006		<b>63,51</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Cadmio</b>	0,00009		<b>95,27</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Mércurio</b>	0,00002		<b>21,17</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Sílica</b>	0,24880		<b>263.357,23</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Plásticos</b>	0,22997		<b>243.351,39</b>	0,95	<b>231.183,45</b>

Os resultados da pesagem dos REEs são importantes para que se determine a quantidade relativa dos resíduos gerados e descartados, e os procedimentos de coleta para o processo de reciclagem e de reaproveitamento.

O modelo de aquisição; a curta vida útil; o sucateamento; a obsolescência prematura; o armazenamento incorreto, longo e ineficaz; as doações; a falta de comprometimento com atitudes ecologicamente corretas ante o descarte dos resíduos; enfim todos estes fatores entre outros, contribuem para um descarte inadequado apresenta risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Com base no que foi apresentado, pode-se constatar que os problemas relacionados ao sistema de gestão dos EEEs, são recorrentes em todos os ministérios, variando apenas a intensidade.

Infere-se que é imprescindível o estímulo a gestões mais eficientes, evidenciando o reuso e a reciclagem dos componentes vindos dos EEEs dos ministérios, com a finalidade de contribuir para a redução da quantidade de resíduos a serem dispostos incorretamente, com consequente diminuição da exploração dos recursos naturais.

O uso deverá ser mais racional e oferecer uma solução ecologicamente sustentável para o problema da reposição e disposição final de equipamentos eletroeletrônicos pela administração pública.

## **5.2 Proposta de gestão para os REEs.**

A proposta formulada não traz o detalhamento operacional, mas sim diretrizes gerais para equacionar os problemas ocasionados pelos REEs gerados pelos Ministérios.

Vários são os fatores que interferem na gestão dos REEs, desde a etapa de sua geração até sua destinação final. Alguns destes são comuns a vários ministérios, como já apresentado no levantamento de dados do diagnóstico realizado.

Deste modo, procurou-se identificar fatores que influenciam a gestão dos REEs relacionados com a realidade dos ministérios ou do serviço público em geral.

De posse do diagnóstico surgiram questionamentos:

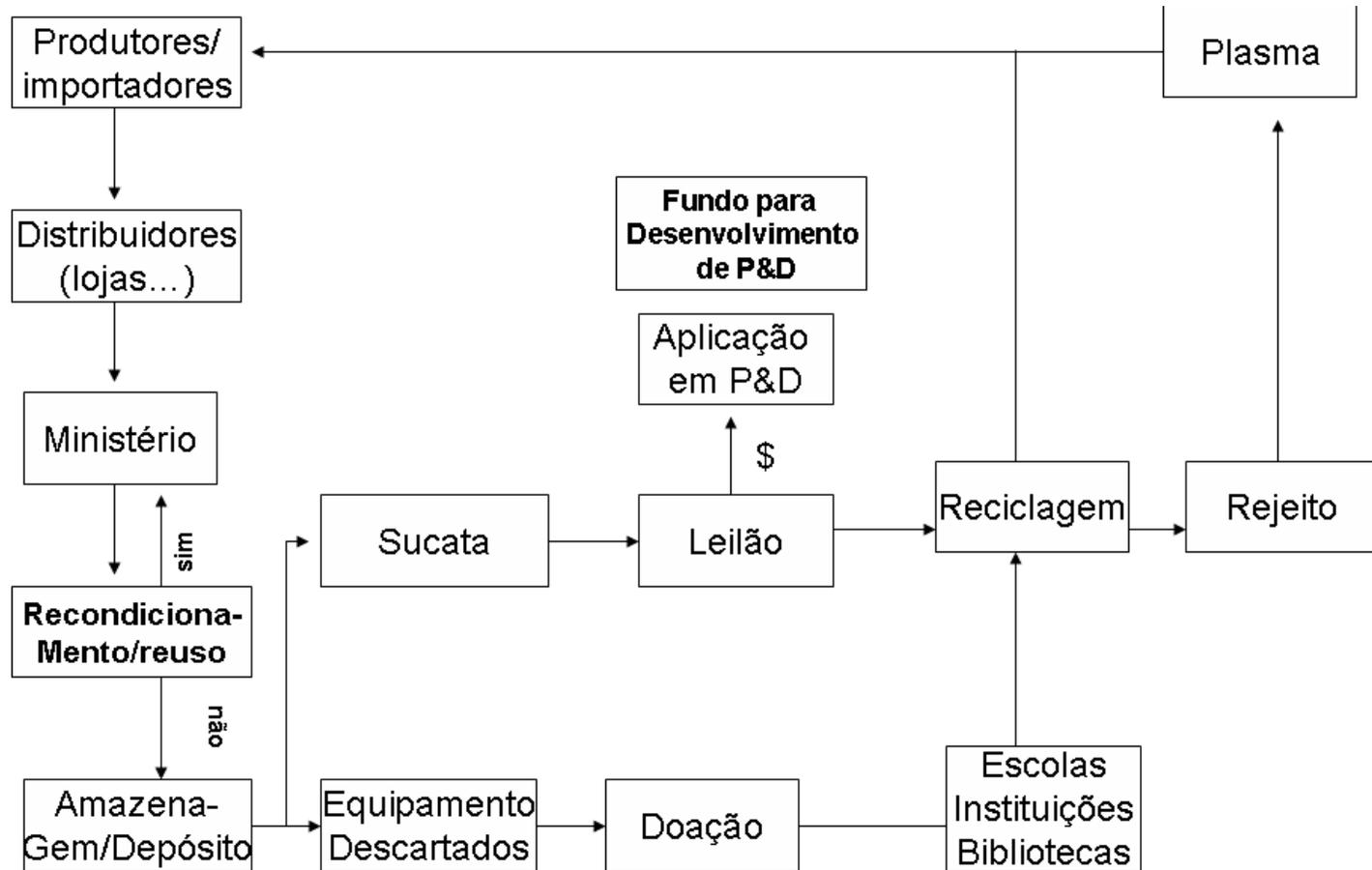
- O que fazer com os equipamentos obsoletos ou as sucatas descartadas pelos ministérios?
- Como diminuir ou eliminar os danos criados pelo REEs?
- Como garantir o seu fim sustentável, pelo reuso, descarte ou reciclagem?

- No caso de doações, como garantir um fim sustentável de equipamentos doados ao final do seu ciclo de vida?
- Quais tipos de parcerias devem ser estabelecidos com empresas de informática para resolver a problemática do lixo eletrônico?

Em resposta a estes questionamentos, elaborou-se a proposta do modelo de gestão contemplando etapas interligadas como fluxo produtivo. As quantidades e as características dos resíduos gerados, na etapa anterior, definirão a forma de coleta da etapa seguinte e nas etapas posteriores deverão ser demonstradas algumas alternativas para disposição final pelo serviço público e de tratamento ambientalmente corretos.

A ilustração 5.3 apresenta o fluxograma detalhado do processo proposto de gestão dos EEEs e por sua vez dos REEEs.

Ilustração 5.3 - apresentação do fluxo com modelo de gestão



Fonte: Elaborado por FREITAS, 2010

Fluxo do modelo proposto tem seu início no momento da aquisição dos equipamentos pelo serviço público e seu fim pela obtenção de insumos por meio de processos de reciclagem e eliminação total dos seus rejeitos.

### **5.2.1 Fases de implantação do modelo**

A aplicação do modelo deve necessariamente passar por fases distintas, que compõem todo o planejamento para implantação de um ciclo fechado dos resíduos eletroeletrônicos. Quatro fases distintas e dependentes devem ser seguidas para que o modelo seja praticável, são elas:

- Fase 1: Formação da equipe de trabalho;
- Fase 2: Análise da situação dos EEEs gerados pelos Ministerios;
- Fase 3: Criação e implantação de um sistema de gestão;
- Fase 4: Sistema de monitoramento e manutenção do sistema proposto.

#### **1ª Fase** – Formação da equipe de trabalho:

Para a realização dos trabalhos, que viabilizarão a aplicação do modelo, uma equipe multidisciplinar deve ser formada. Esta equipe deve pertencer a diversos setores do ministério (compras, logística, manutenção, recursos humanos, jurídico entre outros).

A equipe formada deve estabelecer um planejamento com ações sustentáveis referentes aos REEs. Os funcionários que participarem deste processo devem estar focados nas suas áreas de atuação e responsabilidades. Em complemento deverá ser trabalhada a conscientização dos funcionários, a qual deverá ser feita por um programa de educação ambiental, fundamental neste processo administrativo do ministério.

Esta ação deve ser de caráter contínuo, pois a mudança de hábito deve ser trabalhada, com vistas a alcançar o objetivo pretendido: formas adequadas para o destino final dos REEs.

#### **2ª Fase** – análise da situação dos EEEs gerados pelos ministérios:

Após a conclusão da primeira fase a equipe deve formular uma análise detalhada da situação atual existente no ministério. Após esta abordagem deve ser desenvolvido um plano de ações para o gerenciamento deste resíduo.

Dentro dos moldes da iniciativa mineira de gerenciamento dos REEs este gerenciamento deve seguir as seguintes etapas:

**1ª Etapa:** desenvolvimento de um diagnóstico: com a finalidade de caracterizar o ministério quanto a: geração de resíduos (quantitativamente e qualitativamente); aspectos legais vigentes; estrutura administrativa, operacional e financeira; destinação final dos REEs e vários outros fatores que se julgar necessário.

**2ª Etapa:** levantamento de proposições para operação e gerenciamento dos EEEs que futuramente se tornarão resíduo: nesta etapa será exigido um amplo debate dos atores envolvidos com o processo para adequar o plano a realidade de cada ministério.

Por meio desta proposta de gestão e com o diagnóstico já realizado surgirão as seguintes proposições de operação e gerenciamento:

**2. a) quanto à aquisição de equipamentos:** nesta fase a equipe das licitações será capacitada com o enfoque na Produção Limpa, relacionado à fabricação de equipamentos sem componentes tóxicos, com geração de economia de energia.

Estes funcionários ainda serão treinados para formulação de editais prevendo a compra de equipamentos sustentáveis com incentivo à realização de pregões para aquisições de bens de informática, caracterizados como verdes.

**2.b) quanto ao acondicionamento:** os profissionais, já imbuídos dos seus conhecimentos profissionais, e capacitados na área ambiental deverão agir visando acondicionar o maior número de equipamentos para que o reuso destas máquinas se torne mais eficiente. Caso não seja possível, realizar uma triagem e fazer a separação do equipamento que está obsoleto, mas que ainda pode ser usado, do que se tornou apenas uma sucata.

**2.c) quanto ao armazenamento:** deve-se definir uma logística, onde a estrutura e local sejam mais apropriados e menos danosos para os equipamentos.

**2.d) quanto à destinação final:** nesta proposição foram adotadas duas alternativas:

**2.d.1) Leilão dos REEs:** os resíduos (sucata) restantes do acondicionamento dos computadores montados para reuso, devem ser

colocados a disposição para serem leiloadas a exemplo das urnas eletrônicas do TSE. Esta prática deverá ser conduzida de forma a garantir que as empresas vencedoras darão um destino final sustentável aos REEs.

Os recursos oriundos desta ação deverão ser aplicados em pesquisa e desenvolvimento de programas e tecnologias para tratamento que possam ser adotadas pelo mercado. Para que estes recursos não percam o seu propósito ou sejam desviados, deve ser criado um Fundo para sua administração.

Os recursos do fundo poderão ser aplicados de duas formas com o propósito de fechar o ciclo:

**2.d.1.1) Reciclagem:** A reciclagem poderá beneficiar a diminuição da exploração de recursos naturais e de consumo de energia, contribuindo para a redução da poluição do solo, água e ar, pois estes materiais reciclados podem voltar ao ciclo do fluxo proposto no modelo de gestão.

**2.d.1.2) Tecnologia de Plasma:** a implantação das ações propostas não garante a destinação final completa dos rejeitos. O quantitativo dos rejeitos só será obtido após as ações implantadas e em andamento. A proposta de tratamento dos rejeitos em um conversor de plasma garante solução definitiva aos rejeitos, podendo contribuir com a diminuição da exploração dos recursos naturais, com o retorno dos insumos para o processo produtivo. Como já mencionada no referencial bibliográfico esta tecnologia se torna uma solução definitiva e ambientalmente correta para os REEs.

**2.d.2) Doação:** atualmente na doação de bens de informática obsoletos ou sem uso pelas instituições, não se pode garantir um destino final correto e sustentável.

A doação destes equipamentos torna-se a porta de entrada para a inclusão digital de pessoas que não têm recursos para a aquisição ou mesmo uso de um computador.

Considerando que as instituições beneficiadas com a doação têm caráter de inclusão social e digital, pode-se propor que estas também tenham uma responsabilidade ambiental sobre o destino final dos EEEs. No momento da assinatura do contrato de doação com a instituição doadora e recebedora pode existir uma cláusula em que a instituição beneficiada se torne responsável pela destinação correta de forma sustentável dos equipamentos ao final da vida útil. O contrato de doação deverá conter cláusula específica responsabilizando o

beneficiado com a obrigatoriedade de destinação final adequada dos REEs. Uma nova doação para o beneficiado só ocorrerá mediante a apresentação de documentação comprobatória de encaminhamento dos REEs para locais adequados.

**3ª Fase:** Criação e implantação de um sistema de gestão: cada ministério deverá criar um departamento, que planeje, organize, coordene e monitore todas estas ações, além de incentivar e propor novas alternativas e divulga-las por meio de campanhas publicitárias, folder e informações a respeito do problema que o descaso com os equipamentos descartados incorretamente podem causar à saúde pública e ao meio ambiente. Com estas iniciativas, seguindo o modelo japonês, poderão ser formuladas políticas públicas correlatas ao tema.

**4ª Fase:** Sistema de monitoramento e manutenção do fluxo proposto: Este sistema deverá ser voltado para a busca de uma melhora contínua do processo. Será uma avaliação de todas as fases, desde a educação ambiental até a destinação final e aplicação dos recursos. Este sistema servirá como base de apoio com informações (feed-back<sup>32</sup>) ao sistema de gestão para possíveis verificações do perfeito funcionamento das etapas ou identificar aquelas que necessitam de correções na busca de uma melhora contínua do processo.

**Abordagem sobre os custos:** observa-se que em todo o fluxo aplicado aos resíduos eletroeletrônicos, existem custos a serem considerados. A análise destes se faz necessária para um gerenciamento efetivo do processo. Foi o foco dessa dissertação fazer este levantamento e análise, mas sim trabalhar em função da diminuição dos resíduos gerados, por meio da implantação de ações diretas no processo e adoção de modelo de sistema de gestão ambiental.

Nenhuma das soluções apresentadas poderia funcionar de forma isolada.

Colocadas em prática as ações de pelo menos três modelos já existentes, aumenta a probabilidade de resultados positivos. A aprovação urgente do PNRS também deverá contribuir nos novos modelos de gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos que ainda deverão surgir. O que se contempla atualmente são alternativas de minimização dos efeitos provocados pela incorreta destinação dos REEs.

---

<sup>32</sup> Feed- back – retorno da informação

### **5.2.2 Recomendações**

Na pesquisa realizada (dados levantados no diagnóstico) pode-se verificar a necessidade de um programa de gestão de REEE no serviço público (ministérios) com um amplo programa de educação ambiental, junto aos servidores, responsáveis pela gestão e também para as autoridades que possam intervir diretamente no processo.

Este programa será de sensibilização dos riscos ambientais provocados pelo descarte inadequado dos REEs e riscos à saúde. Para incentivar a utilização dos 3 R's (reutilizar, reciclar e reduzir), bem como, a criação de um setor de gestão, no qual poderão proporcionar a sociedade, políticas de gerenciamento de REE (como visto no caso de MG e Japão) e a rápida aprovação do PNRS, onde contempla a gestão e destinação final dos REEs.

A criação do Fundo será válida desde que algum ministério se interesse em levar o projeto ao Congresso Nacional para sua aprovação como um Fundo setorial. Desta forma, a sociedade poderá acompanhar e verificar a transparência da aplicação dos recursos obtidos e os resultados alcançados.

## 6. CONCLUSÃO

A geração dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos está em expansão, principalmente nos países em desenvolvimento. O aumento do consumo pela redução dos preços de venda, a crescente inovação tecnológica e a diminuição do tempo de vida útil são alguns dos fatores que contribuem para o seu descarte.

Nos países em desenvolvimento, como no caso do Brasil, as pesquisas sobre a questão dos REEs são ainda muito raras, principalmente a respeito da gestão adequada desses resíduos. Nos países desenvolvidos, este tema tem sido bastante discutido e estudado, existindo em algum deles, leis e regulamentações que estendem a responsabilidade do gerenciamento dos produtos pós-consumo ao produtor, e na fabricação dos produtos exigências à restrição no uso de substâncias tóxicas presentes nos equipamentos.

O sucesso das políticas de gerenciamento desses resíduos nos países desenvolvidos se dá ao fato deles adotarem o princípio de responsabilidade de gerenciamento ao produtor. Este fato faz com que o fabricante venha a desenvolver e produzir equipamentos com tecnologias verdes, e a investir cada vez mais em logística reversa e em pesquisas de reciclagem dos materiais.

No Brasil, apenas informações muito pontuais foram identificados quanto uma gestão formal para computadores ou para outros tipos de equipamentos eletroeletrônicos. A maior parte dos equipamentos, atualmente, é descartada junto ao lixo domiciliar, ou seja, sem qualquer preocupação com o meio ambiente ou a saúde pública.

As iniciativas de gestão para EEEs partem de governos estaduais isoladamente, ONG's e governo federal. Todas tentam mitigar o descarte incorreto proporcionando a capacitação de jovens em projetos de condicionamento de computadores para fomento da inclusão digital (CRC). Mesmo com essas medidas os resíduos gerados nestes programas, não têm a previsão para um descarte final sustentável.

A estimativa de geração identificada no diagnóstico mostra a necessidade de se propor um sistema de gerenciamento de REEs nos Ministérios, pois há um alto nível de produção de REEs e sua destinação final

é considerada inadequada e inconseqüente, além da baixa consciência ambiental dos envolvidos no processo. Pode-se afirmar também, que pela falta de planejamento e busca por novas atitudes, acabam dificultando a destinação final correta desses resíduos.

O governo e instituições beneficiadas com as doações devem incentivar investir e participar, respectivamente em medidas de gerenciamento que minimizem os impactos sócio-ambientais, como os exemplos citados por esta dissertação: Japão, Minas Gerais, compras sustentáveis, e reciclagem via plasma.

Há exemplo das iniciativas dos modelos já implantados, as ações de sucesso devem ser colocadas em prática, pois são imprescindíveis para a conscientização da importância da existência de legislações específicas que trate dos resíduos sólidos, em especial, do resíduo eletroeletrônico considerado altamente tóxico.

Pode-se perceber que no governo federal e alguns estaduais já se iniciou ações concretas no que tange a implementação de políticas e normativas ambientalmente corretas como o conceito de TI verde.

Alguns ministérios são procurados por instituições solicitando. No entanto, poucas conseguem cumprir os procedimentos burocráticos exigidas pelas leis, além de receberem apenas resíduos e não equipamentos em condições de uso.

Para que os governos federais, por meio dos ministérios ou de suas instituições mudem sua posição em relação aos problemas ambientais atualmente enfrentados o primeiro passo é rever as leis pertinentes aos seus processos e procedimentos como é o caso do PNRS onde aponta que instituições no âmbito federal deveram adquirir equipamentos reciclados ou recicláveis.

A proposta do modelo de gestão sugerida é a etapa inicial para a implantação de um sistema de gestão ambiental. Neste processo seriam levantados todos os problemas e vantagens da instituição norteando uma sistematização eficiente para tornar a utilização desses recursos tecnológicos “verdes”. Além de fazer uma opção por um modelo de gestão eficaz para o serviço público e conseqüentemente para todos que podem vir a ser prejudicados com as praticas atuais.

## 7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: abril de 2010.

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em <http://www.Abinee.org.br/>. Acesso em 12 de março de 2009.

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Panorama Econômico e Desempenho Setorial**. 2008

ANUÁRIO - A rede de inclusão digital 2009/2010 – **Projetos do Setor Público** – momento editorial, 2009, Brasília- DF.

AZAMBUJA, E. A. K., **Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos: Desafios e Perspectives para os gestores públicos**, Faculdade Capivari – FUCAP, 2005.

BALLAM, M., **Políticas de resíduos sólidos no Brasil – cenários para tratamento da REEE**, apresentação CONAMA, novembro 2009.

BARBOSA, F.D. **A rede de inclusão digital 2009/2010** – Projeto do Setor Público – momento editorial, 2010.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei nº 9605/98. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Paulo: EESC/USP, 1999.

BRAGA, B.et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BEIRIZ, F. A. **Gestão Ecológica de resíduos eletroeletrônicos** – Proposta de modelo conceitual de gestão – Niterói, 2005

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Resíduo**. 2. ed. São Paulo:Humanitas, 1998.

CALDERONI, S.. A viabilidade econômica da reciclagem do resíduo. Ciência e Ambiente. Vol 18. Santa Maria: UFSM, 1999 disponível do sitio [www.reciclaveis.com.br](http://www.reciclaveis.com.br).

CONVENÇÃO DA BASILÉIA DE 1989. Disponível em <[www.basel.int](http://www.basel.int)>. Acessado em maio de 2009. CONVENÇÃO SOBRE O CONTROLO DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO:

D'ALMEIDA, M. L.O. (coord.). **Resíduo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DIAS, N., **Manual de Reciclagem do Lixo Eletrônico**. São Paulo: Empresa Umicore Brasil Ltda, 2005.

DREER, E. F. S. G., **Lixo Eletrônico**, Grupo de pesquisa em Informática. Faculdade SPEI, 2007 disponível em <[www.assespropr.org.br](http://www.assespropr.org.br)> .Acessado em julho de 2007.

FEAM, Fundação estadual do meio ambiente, **diagnóstico da geração de resíduos eletroeletrônicos no estado de minas gerais**, belo horizonte, junho de 2009.

FERREIRA, J. A. Resíduos Sólidos: Perspectivas Atuais. In: SISINNO, Cristina L. S. (Org.). **Resíduos sólidos, ambientes e saúde**: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.

FERREIRA, L.. **O que as empresas de TI andam fazendo para preservar o meio ambiente**. **Info Exame**, São Paulo, mai. 2007.

FGV - Fundação Getúlio Vargas. **Tecnologia de Informação**. 19ª Pesquisa Anual. 2008. Disponível em <http://www.fgvsp.br/cia/pesquisa> Acessado em março de 2009

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GODOY, A.S., **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, 1995.

GONCALVES, A. T., **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente**, 2005.

GOVERNO FEDERAL. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/pais/>. Acessado em março de 2009.

GUIMARÃES, G.A. Vieira, J.L.F. **Impactos ambientais e na saúde humana causados pelo lixo eletrônico**. Semana Paraense de Tecnologia – CREA-PA, Dezembro, 2001.

GUIMARAES, R. P. **A ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2001.

HOSODA, E., **Japan's Home Appliance Recycling Law**, Keio University, outubro de 2006.

KOMPAC, Grupo - Brasil -"Usando o poder do plasma para eliminar/reciclar resíduos", Techplasma - Tecnologia e Serviços Ltda, , [www.kompac.com.br](http://www.kompac.com.br);2010.

LEI ESTADUAL N. 11.387, de 27 de maio de 2003- Dispõe sobre a apresentação, pelo Poder Executivo de um Plano Diretor de Resíduos Sólidos para o Estado de São Paulo e dá providências correlatas.

LOPES, A. D., O destino do lixo digital. Disponível em <<http://galileu.globo.com>>. Acessado em out. de 2009.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1995.

MATTAR, R., I. Bessa, M Menezes – **O plasma térmico – solução final para os resíduos perigosos**, Seminário de Meio Ambiente, ABM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Outubro de 1999, São Paulo;

MENEZES, R., I. B., M. Menezes -**O plasma térmico - solução final para os resíduos perigosos**, Seminário de Meio Ambiente, ABM - Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Outubro de 1999, São Paulo;

MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro**. 20. ed. São Paulo: Malheiros Editores. 1995.

MORI, C. K, **Resíduos eletrônicos, inclusão digital e compras governamentais no Brasil**, 8 oficina para inclusão digital, novembro , 2009

OLIVEIRA, W.E. **Saneamento do resíduo**. In: Universidade de São Paulo. Faculdade de higiene e saúde pública. Resíduo e limpeza pública. São Paulo, USP/OMS/OPS, 1969.

PAULA, W. N.. **Legislação e gestão ambiental** - classificação e produção limpa - Curso Engenharia, mar, 2007. Disponível em <[www.ebal.com.br/pastas/ver.arquivo?id=1626](http://www.ebal.com.br/pastas/ver.arquivo?id=1626) >. Acessado em out.2007.

PARANÁ. Casa Civil do Governo do Estado. **Lei n. 12.493** de 05 de fevereiro de 1999. Diário Oficial, n. 5430 de 05/02/1999. Disponível em: <<http://celepar7cta.pr.gov.br>>. Acessado em marco de 2007.

POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Relatório Preliminar, versão II**. Disponível em: <[www.kapaz.com.br](http://www.kapaz.com.br)> . Acessado em: 17 de mar. 2002.

RIBEIRO, J. C. J, **Resíduos Elétricos Eletrônicos, o que fazer?** – 1 reunião do grupo de trabalho sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, novembro, 2009.

ROCHA, A. A história do lixo. In: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental. **Resíduos Sólidos e Meio Ambiente no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1993.

RODRIGUES, A.C.. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no**

**Brasil.** Dissertação – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Paulo. 2007. Apud FRANCO,

SANTOS, A.L Goncalves J.A.J. Ferrari,W.S, Souza, Z.P.O – **Resíduos no hospital** E.Chagas. Monografia apresentada no curso de especialização em saúde e ecologia humana – CESTE/ENSP/FIOCRUZ, 1995.

SANTOS, Z. V. **A rede de inclusão digital** 2009/2010 – Projeto do Setor Público – momento editorial, 2010.

SEBILIA, A. S. C.. Monografia- **Resíduo - Uma Radiografia da Nossa Sociedade**, pag. 147. 1999.

STAUB, E. **Desafios estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação.** Conferencia Nacional de C, T & I, MCT e Academia Brasileira de Ciências, Brasília. Setembro de 2001.

TSE, ACONTECE, Agenda Ambiental, **Descarte ecologicamente corre de UE96, maio 2009.**

ZANETI, I. C. Dissertação de Mestrado. **Reciclar: um processo de transformação.** Além do resíduo. FE. UnB Brasília. 1996.

ZIGLIO, L.. **Segurança Ambiental no Brasil e a Convenção da Basiléia** – Departamento de geografia. Universidade de São Paulo. USP (artigo), 2006.

WEN, L.-C.. "Explorando fatores determinantes para uma **Responsabilidade Alargada do Produtor Programa em Taiwan: Um estudo de caso de produtos de TI.**" Unpublished LUMS Dissertação de Mestrado, 2004.

WEN, L.-C.i. **Um estudo da eficácia da gestão do Fundo de Reciclagem do Sistema de Taiwan.** *Third World Congress of Environmental and Resource Economists*, Kyoto, julho. 2006.

WIEBECK, H., PIVA, Ana Magda. **Reciclagem Mecânica do PVC.** Uma Oportunidade de Negócio., São Paulo, ago, 1999.

WILLIAMS, E. D., Robert U. Ayres, end Miriam Heller Environ. **The 1.7 Kilogram Microchip: Energy and Material Use in the Production of semiconductor Deveses.** SCI. Technol.; 2002.

#### **SITES consultados.**

ABINEE, Associação Brasileira das Indústrias elétricas e Eletrônicas, disponível em: <http://abinee.org.br> Acessado em : outubro de 2005.

AMBIENTE BRASIL, disponível em < [www.ambientebrasil.com.br/](http://www.ambientebrasil.com.br/) > Acessado em 2007.

CONAMA, Resoluções Nº 257 e 263 de 1999. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res](http://www.mma.gov.br/port/conama/res), acessado em mai 2008.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988.

DECRETO Nº 875, de 19 de julho de 1993, disponível em : <http://www.lei.adv.br/875-93.htm> Acessado em maio de 2009.

FOLHA DE SÃO PAULO, Geração de lixo eletrônico cresce a 40 mi de toneladas por ano, diz ONU, disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente>. Acessado em fevereiro de 2010.

GALILEU.com.br **O lado B da tecnologia**, disponível em: <[www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/artigos](http://www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/artigos)> Acessado em ago 2007.

IDGNOW - Disponível em: <[www.idgnow.uol.com.br/computacao](http://www.idgnow.uol.com.br/computacao) > acessado em março, maio, agosto de 2007.

IEAV - Disponível em: <[www.ieav.cta.br](http://www.ieav.cta.br)>. **Efeitos à saúde humana e ao meio ambiente**. Instituto de Estudos Avançados. Acessado em julho de 2007.

IT DATA, disponível em <http://www.itdata.com.br>, acessado em outubro de 2009.

LEI No **9.605**, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998 – Disponível em : < [http://www.bioatlantica.org.br/Lei%209605\\_98%20Lei%20de%20Crimes%20Ambientais.pdf](http://www.bioatlantica.org.br/Lei%209605_98%20Lei%20de%20Crimes%20Ambientais.pdf)> Acessado em jan 2009.

LEI Nº **13.576**, DE 6 DE JULHO DE 2009 – Disponível em : < [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/leis/2009\\_Lei\\_Est\\_13576.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/estadual/leis/2009_Lei_Est_13576.pdf)> Acessado em ago 2009.

Lei nº **15.851**, de 10 de junho de 2008 – Disponível em: < <http://www.contadez.com.br/content/noticias.asp?id=65363>> Acessado em maio 2009.

SANTIAGO, L., Licitações Sustentáveis, Disponível em: <http://www.licitacoessustentaveis.com/2010> . Acessado em dezembro de 2010.

METARECICLAGEM – Disponível em <http://rede.metareciclagem.org>, acessado em maio de 2010.

MUNDO QUIMICO - Disponível em: <[www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br](http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br)>. **Metais tóxicos e seus efeitos**. Acessado em julho de 2007.

**O COMPUTADOR verde**. Submundos, 2009. Disponível em: <http://submundos.com>

Acessado em: 26 out. 2009.

PGIREE, Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduo de Equipamentos Eletroeletrônicos, Governo de Minas. Disponível em: <[http://www.projeto reciclar.ufv.br/docs/cartilha/pgi\\_equipamentos\\_eletroeletronico\\_s.pdf](http://www.projeto reciclar.ufv.br/docs/cartilha/pgi_equipamentos_eletroeletronico_s.pdf)>. Acessado em abril de 2010.

SBRT, Serviço Brasileiro de Resposta Técnicas, disponível em: <<http://sbrt.ibict.br>> – resposta técnica – **Descarte de pelas obsoletas de computadores**. Acessado em maio de 2007

SERPRO, disponível em <http://www.serpro.gov.br/publicacoes>, acessado em janeiro, 2010.

SENAI, Movimento de desenvolvimento limpo, disponível em: <http://www.pr.senai.br>  
Acessado em meio de 2010.

SIAPENET, disponível em: < <http://www.siapenet.gov.br>> acessado em janeiro de 2010.

TI INSIDE, disponível em: <http://www.gpti.com.br/imprensa>. Acessado em novembro de 2009.