

FERNANDO ANTONIO SANTOS BEIRIZ

**GESTÃO ECOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS - PROPOSTA DE  
MODELO CONCEITUAL DE GESTÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial do Grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de Concentração: **Organização e Estratégia**. Linha de Pesquisa: **Sistema de Gestão do Meio Ambiente**.

Orientador:  
Prof. Gilson Brito Alves Lima, DSc.

Niterói  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FERNANDO ANTONIO SANTOS BEIRIZ

**GESTÃO ECOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS - PROPOSTA DE  
MODELO CONCEITUAL DE GESTÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial do Grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de Concentração: **Organização e Estratégia**. Linha de Pesquisa: **Sistema de Gestão do Meio Ambiente**.

Aprovado em 17/10/2005.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Gilson Brito Alves Lima, DSc – Orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Wainer da Silveira e Silva, PhD  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Carlos Alberto Pereira Soares, DSc  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Júlio Carlos Afonso, DSc  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Niterói

2005

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Constituição da República Federativa do Brasil – 1988 –  
Art. 225

Dedico este trabalho

Às pessoas que acreditam que o desenvolvimento tecnológico pode ser acompanhado de respeito e de um comércio mais harmonioso e integrado com o planeta que vivemos.

## **AGRADECIMENTOS**

O autor agradece em primeiro lugar a Deus, protetor de nossas vidas, fonte soberana do conhecimento e de força nos momentos difíceis.

Agradecimento especial ao Professor Doutor Gilson Brito Alves Lima orientador do nosso projeto e um professor acima de tudo educador, com valores e sensibilidade que deveriam ser virtudes de todos os seres humanos.

Agradecemos ainda ao Professor PhD. Wainer da Silveira e Silva, Diretor do Centro Tecnológico que, como amigo fraterno, muito nos ajudou nas horas de incertezas para a conclusão deste trabalho.

Agradecemos também ao Professor Doutor Carlos Alberto Pereira Soares que com sua competência e amizade, colaborou para vencermos etapas neste processo de elaboração desta dissertação.

Nossa gratidão ao Professor Doutor Júlio Carlos Afonso, do Instituto de Química da UFRJ, por ter compartilhado conosco toda a sua vivência no tema.

Nossa gratidão à amiga Professora PhD Regina Coeli da Silveira e Silva por todo o auxílio que nos deu para a concretização deste projeto.

Nosso agradecimento ao amigo engenheiro consultor Victor José de Mendonça Pestre, ex-diretor da EMBRATEL, que nos ajudou com o seu parecer sobre nossa dissertação.

Nossa gratidão especial aos professores Osvaldo Quelhas e José Rodrigues e a toda a equipe do LATEC, destacando os funcionários: Cristian, Antonio, Marcos, Joana, Emilia e Joyce

Agradecemos ainda a valiosa colaboração do nosso aluno de graduação Adriano Alves Borges da Silveira, que em muito ajudou na compilação de fontes bibliográficas, e à funcionária Glaucia Vercina Bazílio de Azevedo pelo apoio operacional.

A brilhante turma B agradeço toda a amizade sem a qual esse Mestrado não seria o mesmo.

Finalizando gostaríamos de agradecer a Maria Elizabeth de Souza Beiriz, esposa e fonte inspiradora, a Maria Claudia de Souza Beiriz, filha, por sua doçura, Sarah Esther Santos Beiriz, nossa saudosa mãe no céu, Waldyr de Souza Beiriz, pai, de quem herdei toda a determinação e coragem e Maria da Glória Santos Beiriz, irmã pelo incentivo e companheirismo.

## **RESUMO**

Muito tempo se passou até que o homem começasse a perceber que o desenvolvimento trazia, além de conforto, praticidade e comodidade, impactos depredatórios à natureza. Nesse cenário, o desenvolvimento da eletrônica, mesmo sendo considerado um mecanismo de desenvolvimento “limpo”, também contribui com elementos nocivos ao meio ambiente. O trabalho busca discutir questões relativas aos impactos no meio ambiente e no ser humano bem como propor um modelo de destinação final a este lixo. Nesse sentido buscou-se um levantamento bibliográfico nas principais fontes de consulta, visando discutir a questão e, paralelamente, identificar a legislação atual pertinente ao tema. Em função da contemporaneidade e importância do assunto, vários projetos estão sendo elaborados com o propósito inclusive de melhorar o desempenho financeiro das empresas e minimizar impactos sobre o meio ambiente. O modelo de gestão proposto é conceitual baseado em logística reversa que pretende equacionar de forma adequada o problema de destinação de resíduos eletrônicos, após o término do ciclo de vida útil dos respectivos dispositivos.

Palavras –chaves: Reciclagem, Lixo eletrônico, Sustentabilidade



## **ABSTRACT**

It can be easily seen that the developments in electronics have provided comfort and enhanced our quality of life. Less evident, perhaps, is the environmental impact of such developments, for example the generation of electronic waste. Whilst these developments are still perceived as “clean”, they can adversely impact the environment by generating harmful waste products. Much of this impact has been identified and dealt with by international laws and standards; nevertheless more information on such impacts is still needed and undergoing investigation. As a result, this business sector is now more conscious of such impacts and is attempting to minimize their effects by following current environmental policies. The importance of electronic systems is extraordinary, and many projects to address environmental issues are being implemented. Therefore, the aim of this paper is to identify and analyze the main impacts of electronic generated waste for human beings and the environment, including studies for the appropriate disposal of electronic residues after electronic devices are no longer used.

Keywords: Recycling , E- waste, Sustainibility.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Computadores obsoletos (1980-2005).	26
Figura 2 –	Computadores vendidos (1980-2005).	27
Figura 3 -	Processo de tratamento do lixo eletrônico.	43
Figura 4 -	Número de baterias de íons de lítio disponíveis para reciclagem	71
Figura 5 –	Fluxograma do Modelo de Gestão.	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição de um microcomputador	24
Tabela 2 -	Processos de reciclagem de baterias	44
Tabela 3 –	Empresas de reciclagem de baterias	46
Tabela 4 –	Efeito das substâncias tóxicas nos seres humanos.	51
Tabela 5 –	Limites da EAP de contaminantes para bioensaio de percolação	53
Tabela 6 –	Componentes de uma bateria típica de íons Lítio (40g) e seus valores aproximados de mercado em 2001	70

## LISTA DE ABREVIATURAS

EEE –	Equipamentos Eletro Eletrônicos
E-Lixo –	Lixo Eletrônico
IPT –	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
CONAMA –	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FEEMA –	Fundação Estadual do Meio Ambiente
ABINEE-	Associação Brasileira da Indústria Eletro Eletrônica
EOL –	End of Life (fim da vida)
PL –	Projeto de Lei
CCDM –	Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais
IBAMA –	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
LO –	Licença de Operação
LF –	Licença de Funcionamento
CFR –	Code of Federal Regulations (EUA)
INMETRO –	Instituto Nacional de Metrologia
ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NR –	Norma Reguladora
WEEE –	Waste of Electrical and Electronic Equipment
OEM –	Original Equipment Manufacturers
3R –	Reduzir na fonte / Reutilizar / Reciclar

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA	16
1.2	OBJETIVO	20
1.3	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	20
1.4	IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	21
1.5	QUESTÕES DE PESQUISA	28
1.6	METODOLOGIA	28
1.7	ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	30
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>31</b>
2.1	INICIATIVAS E TENDÊNCIAS	31
2.2	LEGISLAÇÃO	35
2.3	PROCESSOS DE TRATAMENTO	41
<b>2.3.1</b>	<b>Métodos de reciclagem de pilhas e baterias</b>	<b>43</b>
2.4	IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE E NO SER HUMANO	47
<b>2.4.1</b>	<b>Periculosidade e toxicologia de componentes de pilhas e baterias</b>	<b>51</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Efeito do cádmio</b>	<b>57</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Efeitos do mercúrio</b>	<b>58</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Efeitos de bateria chumbo-ácida</b>	<b>63</b>
2.5.	GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DO E-LIXO	65
3.1	PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO	73
3.2	INDICADORES DE DESEMPENHO	79
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>83</b>
4.1	ASPECTOS CONCLUSIVOS	83
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS QUESTÕES DA PESQUISA	84
4.3	SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	85
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A definição e a percepção do que é Engenharia, conhecida como a aplicação de conhecimentos científicos e empíricos à criação de dispositivos e processos para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas traz-nos logo à mente a idéia de desenvolvimento. Até pouco tempo atrás, os benefícios que esse desenvolvimento proporcionava, como conforto, praticidade, comodidade, redução de horas de trabalho, diminuição de despesas, eram a justificativa para a realização de qualquer obra ou empreendimento de engenharia. 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.

Atualmente o cenário é outro. Mais do que um simples modismo, governos, empresas e sociedade civil discutem amplamente os temas ligados ao meio ambiente, chegando a ponto de acordos internacionais serem firmados e a ocorrência de fiscalização e denúncias através de organizações não governamentais internacionais.

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

Em plena era da informação, as rotinas da humanidade estão, cada vez mais, baseadas em aparatos eletro-eletrônicos, que facilitam a vida e integram pessoas em redes de comunicação.

Com a popularização desses tipos de produtos e a introdução cada vez mais acelerada de modernas gerações de “desktops”, “notebooks”, “hand helds”, os equipamentos da geração anterior acabam sendo considerados obsoletos e ganham o destino do lixo. Esta, porém, não é a melhor opção para descarte desses tipos de equipamentos, além de demandar diversas precauções e cuidados nas casas,

escritórios e serviços públicos, que, por enquanto, ainda não são tomadas pela grande maioria da população.

O motivo mais provável é o fato das pessoas ainda não terem se conscientizado do perigo em potencial que representa o despejo despreocupado dos aparatos eletrônicos, tanto para a saúde humana quanto para a natureza, além de corresponderem a uma sucata nobre, com alta taxa de metais passíveis de reaproveitamento e que são finitos na natureza, demandando por conseqüência um destino racional e inteligente, segundo La Insígnia (2002).

Lixo é todo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza em aglomerações urbanas. Comumente, é definido como aquilo que ninguém quer. Porém precisamos reciclar este conceito, deixando de enxergá-lo como uma coisa suja e inútil em sua totalidade, segundo descrição do site Ambiente Brasil.

Grande parte dos materiais que vão para o lixo pode e deveria ser reciclado. A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta, a uma taxa de 4% ao ano e com uma produção média anual de cerca de 6Kg per capita. Visando uma melhoria da qualidade de vida atual e para que haja condições ambientais favoráveis à vida das futuras gerações, faz-se necessário o desenvolvimento de uma consciência ambientalista. Favorecer o desenvolvimento sustentável, atendendo às necessidades do cidadão quanto à destinação final adequada de seus produtos ou descartes, minimizando impactos ambientais com a finalização de seu ciclo de vida, se impõe.

A empresa brasileira A7<sup>1</sup> é a pioneira no mercado de gerenciamento de resíduos tecnológicos com o objetivo de suportar parceiros na prática do desenvolvimento sustentável, sendo seu “core business” a reciclagem de produtos eletrônicos, oferecendo Certificados de Descaracterização, Destruição e Reciclagem, ajudando a manter a propriedade intelectual fora da mão de concorrentes. Instalada em

---

<sup>1</sup> A7 – Empresa Brasileira localizada em Jaguariúna – São Paulo

Jaguariúna no pátio da indústria, compactadores, trituradores, moedores e granuladores são capazes de reciclar até 94% de um computador.

Um eletroeletrônico não é biodegradável e quando vai para um aterro sanitário pode se tornar tóxico, além de ocupar espaço. Monitores chegam a durar 300 anos na natureza; alerta André Feldman, diretor de relação de mercado da A7.

Considera-se lixo eletrônico (e-lixo) todo aquele gerado a partir de aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes incluindo acumuladores de energia (pilhas e baterias) e produtos magnetizados, de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, que estejam em desuso e sujeitos à disposição final.

Segundo Realff et al (2004):

O sucesso da indústria de eletrônica durante a última década em desenvolver um mercado consumidor maciço para computadores, telefones celulares e outros equipamentos eletrônicos pessoais foi fenomenal. A sociedade deve agora encontrar maneiras de, com segurança e economia, recuperar materiais que são embutidos nestes produtos. Isto requererá um investimento significativo por governos, indústria e indivíduos na tecnologia e na instrução para remodelar atitudes sociais à eliminação desses resíduos. Este problema multidimensional será o desafio pivô de como serão fechados os ciclos dos materiais abandonando-se o uso linear de material.

Na mídia brasileira este problema começa a aparecer tendo sido inclusive o objeto de matéria levada ao ar com o autor do presente trabalho, pelo Canal Futura (Rede GloboSat – Sistema Net), no dia 06/01/2005 no programa Jornal Futura, onde o assunto foi discutido, e foram mostrados projetos de reciclagem no Município de Santo André – SP, com coordenação da área de Economia Ambiental da USP.

Algumas medidas foram tomadas ao longo dos últimos anos, com a intenção de minimizar a geração de resíduos perigosos no mundo priorizando mudanças nos processos produtivos e a redução do movimento transfronteiriço de Equipamentos Eletro Eletrônicos usados.

Em um enfoque pró-ativo encontram-se os processos de redução de resíduos na fonte, com a produção de tecnologia mais limpa levando em consideração a possibilidade de reuso e/ou reciclagem futuros.

Um exemplo: a IBM possui um programa interno intitulado “Design for Environment”, que tem desenvolvido máquinas com componentes reciclados de máquinas



ultrapassadas e projeta peças que não agridem a natureza, como as que contém soldas sem chumbo.

Alguns projetos de reprocessamento de Equipamentos Eletro Eletrônicos (EEE) vêm sendo implementados no Brasil e no mundo e serão apresentados ao longo deste trabalho. Utilizando-se da “logística reversa”, que inclui em seus custos a captação, transporte, processamento (desmanche, ordenação e separação do material) e destinação final (reciclagem ou reaproveitamento).

Analogamente ao lixo hospitalar, que requer um tratamento específico, o lixo eletrônico, além de ser volumoso, possui metais pesados que possuem efeitos tóxicos para a saúde do ser humano em muitos de seus componentes. Mal acomodadas essas peças podem contaminar solos, rios e lagos, podendo chegar indiretamente ao próprio homem por meio da cadeia alimentar.

É preciso abandonar a idéia de algumas linhas de pensamento de que há um antagonismo entre a Natureza e o Homem. O Homem faz parte dela e a utilização indiscriminada de seus recursos extinguirá a própria espécie humana no futuro.

A grande questão não é impedir o desenvolvimento tecnológico, mas utilizá-lo adequadamente, conciliando a defesa da natureza com os recursos que ela oferece. Assim, além de reduzir os impactos, e até por que não, deixar de impactar, o avanço tecnológico pode contribuir na recuperação do que já foi destruído.

## 1.1 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

O lixo eletrônico é um problema de responsabilidade das empresas, dos consumidores e governos. Tanto as empresas quanto os governos não querem assumir a total responsabilidade quanto ao ciclo completo dos EEE (Equipamentos Elétricos Eletrônicos), por sua vez, os consumidores gozam da falta de informação quanto aos males do descarte indevido e também são desprovidos de alternativas para descartar equipamentos em desuso.

Esta tríplice conjuntura representa um volume de lixo eletrônico de 1% a 5% do lixo total e cresce rapidamente, sendo apenas 11% deste material reciclado (comparando com 28% do lixo comum) e o resto termina em aterros sanitários, segundo Ambiente... (2004).

Empresas de telefonia móvel como a LG e a TIM apresentam hoje programas e pesquisas realizadas com a finalidade de reduzir o impacto causado pelo crescimento desse mercado. Estima-se que de 10% a 20% dos quase 67 milhões de aparelhos celulares que circulam hoje no país sejam descartados todos os anos e, que apenas 30% do total de baterias sejam devolvidas e recicladas. O restante acaba parando em lixos comuns, podendo contaminar solos e lençóis freáticos.

Governantes do mundo inteiro devem adotar medidas para incentivar a reciclagem de computadores obsoletos e o prolongamento de sua vida útil, devido ao impacto destrutivo dos componentes dessas máquinas para o meio ambiente, como revelou estudos divulgados pelo *síte* das Nações Unidas.

Os autores da pesquisa, contratados pela ONU, destacaram que a fabricação de um computador de 24 Kg exige dez vezes mais o seu peso em combustível fóssil e mais produtos químicos, enquanto a fabricação de um carro ou de uma geladeira demanda apenas o dobro de seu peso em recursos naturais. Estes pesquisadores concluíram que a fabricação de um computador e seu monitor requer aproximadamente 240 Kg de combustível e 22 Kg de produtos químicos

Daqui a alguns anos pode ser que a tecnologia nos contemple com a possibilidade de chips, circuitos integrados e CPUs poderem ser simplesmente reprogramados. Se um componente, ao ser manipulado é danificado, perde seu valor econômico. Portanto, a reciclagem não é tarefa fácil, mesmo a simples reciclagem de plásticos, tendo em vista aspectos dos custos de recolhimento, transporte destes produtos até os locais de reprocessamento. A reciclagem transforma-se em um problema a ser equacionado.

Conforme publicado em *La Insígnia* (2002), uma experiência piloto realizada nos EUA em 1997 aferiu, na prática, quais as possibilidades, dificuldades e custos para se levar à frente projetos de reciclagem de computadores. Neste sentido, os

equipamentos recolhidos foram levados para reprocessamento, sendo ordenados para revenda ou manutenção. Os equipamentos não vendidos eram desmanchados, sendo os materiais ordenados em diferentes categorias. As sobras de materiais, foram então vendidas e/ou dadas para empresas de reciclagem para processamento posterior. Num período de um mês foi recolhido um total de 30,8 ton de e-lixo. O projeto chama atenção para a necessidade de locais e pessoas especializadas para reciclar estes materiais. Como na era da informação tudo é muito rápido, o crescimento no número de equipamentos que se tornam obsoletos e prontos para receberem tratamento ecologicamente correto segue na mesma velocidade. Em vista disso, estima-se que, em médio prazo, surja um novo mercado de indústrias especializadas em reciclagem de computadores e equipamentos eletro-eletrônicos. No entanto, hoje em dia, ainda existem poucos destes centros no mundo, reforçando a idéia de se devolver para as indústrias e deixar que elas manejem estes componentes, posto que já detem o *know-how*.

Algumas empresas já estão se antecipando e criando programas para recolher estes aparelhos visando a reciclagem.

É normal que o custo seja dividido entre o fabricante, o consumidor e também os governos. Contudo, a praxe tem sido o envio de sucata eletrônica dos países desenvolvidos para países em desenvolvimento sob a fachada de “doação de equipamento”. O destino mais comum para esses equipamentos são os países da Ásia, que têm interesse em receber a sucata, pois retiram os metais preciosos nela presente como a prata e o ouro. Porém a falta de cuidado com o processamento das partes, que muitas vezes é feito sem o devido preparo, tem sido o caminho mais rápido para a poluição do meio ambiente e geração de males.

O relatório *Exporting Harm – The High-Tech Transhing of Ásia*” elaborado pela Basel Action Network-BAN (BASEL..., 2002), rede global que luta pela justiça ambiental, e pela Comissão de Tóxicos do Vale do Silício, com apoio do Greenpeace China, Toxic Link Índia e Sociedade para Conservação e Proteção do Meio Ambiente do Paquistão vieram a público em fevereiro de 2004 e lançaram mais luz sobre o assunto. O documento denuncia em mais de 50 páginas o envio prejudicial do lixo para a China, Índia e Paquistão. Segundo o estudo, 50% a 80% do lixo eletrônico ou

e-lixo coletados nos EUA para reciclagem são exportados devido a mão de obra barata, falta de legislação e de padrões ambientais rígidos na Ásia, e também pelo fato dessa prática ser legal nos EUA.

Sendo os EUA o país mais industrializado do mundo e principal consumidor de artigos de informática, este ainda não assinou a Convenção da Basileia, conforme será visto no capítulo sobre Legislação, pois segundo a legislação americana, os componentes eletrônicos são materiais recicláveis e não resíduos.

Entre as práticas poluidoras de tratamento do lixo eletrônico nestes países, o relatório cita a queima ao ar livre do plástico das máquinas, exposição de soldas tóxicas, despejo de ácidos em rios, além do descarte generalizado do e-lixo. Há fatos ainda mais graves, como os encontrados em Guiyu, uma região dentro da província chinesa de Guangdong. Tradicionalmente, uma área de cultura e arroz, há cerca de seis anos a indústria de reciclagem do lixo eletrônico começou a se instalar na região, causando a contaminação da água potável do local, através da poluição do solo. Outra consequência foi o desaparecimento do rio Guiyu.

Estas são somente algumas faces do que acontece com o lixo eletrônico no mundo. Assim, faz-se necessário a discussão mais ampla e aprofundada sobre o assunto, tal como uma legislação específica e a observação cerrada por parte da sociedade organizada, para que a “Era da Informação” não seja também a “Era da E-Poluição”.

Deste modo os países signatários da Agenda 21 assumiram o desafio de incorporar, em suas políticas, metas que o coloquem a caminho do desenvolvimento sustentável. A Agenda 21 inicia seu preâmbulo constatando que:

Conforme disponibilizado no site do Ministério do Meio Ambiente, “A humanidade encontra-se em um momento de definição histórica. Defrontando-se com a perpetuação das disparidades existentes entre as nações e no interior delas, o agravamento da pobreza, da fome, das doenças e do analfabetismo, e com a deterioração contínua dos ecossistemas de que depende nosso bem-estar. Não obstante, caso se integrem as preocupações relativas ao meio ambiente e desenvolvimento e a elas se dedique mais atenção, será possível satisfazer as necessidades básicas, elevar o nível de vida de todos, obter ecossistemas melhor

protegidos e gerenciados e construir um futuro mais próspero e seguro, são metas que nação alguma pode atingir sozinha; juntos, porém, podemos, em uma associação mundial em prol do desenvolvimento sustentável”.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é levantar o problema do e-lixo, sua importância, impacto ambiental, magnitude, conseqüências, tendências, situação nacional e mundial, ações/projetos em andamento, vácuos legislativos, visando subsidiar uma tentativa de formular um modelo de gestão de tratamento e descarte do e-lixo. Este modelo deve procurar evitar a contaminação do meio ambiente e do ser humano, assim como concorrer para equacionar o esgotamento de insumos encontrados em recursos naturais, a partir da identificação de etapas constituintes de um modelo de gestão conceitual a ser proposto que estabelecerá um fluxo lógico e adequado de processos como também analisar linhas de ação na legislação de modo a permitir conceber indicadores de avaliação de desempenho do modelo de gestão proposto.

## 1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo se delimita na discussão dos elementos básicos inerentes ao tratamento de resíduos provenientes de equipamentos eletrônicos ao fim de sua vida útil, ou seja, refere-se unicamente ao *hardware* que compõe estes equipamentos, não se referenciando em momento algum ao chamado lixo digital (*spam*), qual sejam *softwares*, programas ou tráfego espúrio de redes de telecomunicações.

A proposta de modelo é geral e não objetiva casos específicos para ciclos de vida podendo o modelo ser adotado para um outro estudo de aprofundamento de ciclos

de vida, ou ainda para um ciclo do tipo 3R (Reduzir na fonte / Reutilizar / Reciclar) específico.

Considerando implicações toxicológicas dos resíduos eletrônicos, o presente estudo apresenta basicamente os efeitos do mercúrio, do cádmio e do chumbo por serem elementos de grande utilização pela indústria e por conseqüência de preocupante impacto no meio ambiente, não pretendendo, todavia, a abordagem de qualquer outro caso específico.

#### 1.4 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Conforme citado em La Insígnia (2002), considerando que a vida útil de um computador varia de 3 a 5 anos e que até 2004 foram descartados 315 milhões de PC's em todo o planeta, não se pode ignorar que em pouco tempo as pessoas estarão tropeçando, literalmente, no problema.

Os números disponíveis mais adiante neste trabalho são suficientes para revelar a dimensão do problema que as baterias representam para a sociedade, como material de descarte ao final da vida útil.

As ONG's ambientalistas também se mobilizam para campanhas de recolhimento deste lixo. Enquanto alguns querem saber o destino do e-lixo, outros já descobriram oportunidades de lucro, como por exemplo, o surgimento de uma estrutura de recolhimento, seleção e encaminhamento até um descarte ecologicamente correto ou para um processo de reuso ou reciclagem.

Entenda-se como reciclagem o processo de aproveitamento de produto em desuso como matéria prima para obtenção e produção de um novo produto, similar ou não, através da extração elaborada de materiais aproveitáveis constituintes do produto sucateado.

Entenda-se como reuso a reutilização de um produto a partir de processo de sua revitalização que passe pela manutenção ou destinação com objetivos limitados na sua capacitação.

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Esses resíduos são provenientes de lâmpadas fluorescentes, termômetros, pilhas, baterias, entre outros produtos que a população joga no lixo, pois não sabe que se trata de resíduos perigosos contendo metais pesados e elementos tóxicos, ou porque não tem outras alternativas para o descarte destes resíduos.

Como citado no site da Ambiente Brasil, a produção média de pilhas no Brasil é de aproximadamente 800 milhões de unidades ano, dentre as quais predominam as alcalinas, o que representa seis unidades por habitante, É importante também considerar a grande quantidade de pilhas que entram no país como produtos importados. Observa-se, ainda, uma acelerada expansão do consumo de baterias decorrentes do crescente uso de telefones celulares. De 1994 a 1999, o número de telefones celulares passou de 800 mil para 17 milhões de aparelhos, o que representa 22% de todas as linhas celulares da América Latina, sendo já em 2004 ultrapassada a quantidade de telefones fixos pela quantidade de telefones celulares.

Assim temos em 2004, pelo Site Ambiente Brasil:

- 800 milhões de pilhas comuns;
- 50 milhões de baterias celulares;
- 12 milhões de baterias automotivas;
- 200 mil baterias industriais.

Aproximadamente 11 mil toneladas de baterias usadas foram descartadas no período de 1995 a 1999, contaminando o solo dos aterros sem cuidados ecológicos (“lixões”) e colocando em risco também os recursos hídricos.

Na Europa constata-se a comercialização de 800.000 toneladas de baterias automotivas, 190.000 toneladas de baterias industriais. Dados de 2002 indicaram a venda de 158.270 toneladas de baterias portáteis, sendo 72% não recarregáveis.

Na Inglaterra em 1999 contabilizou-se 680 milhões de baterias sendo 89% de baterias de uso geral, das quais 65% alcalinas e 24% de zinco-carbono, estando a média anual em 21 baterias por unidade habitacional.

Na China tem-se a produção ano de 19 bilhões de unidades, em 2003, sendo exportados 13% deste total para a Europa, 12% para as Américas e 75% para outros países asiáticos. Taiwan consome 11.049 toneladas de baterias ao ano.

Nos EUA a venda anual é de 3 bilhões de unidades com média de 32 baterias por família ou 10 baterias por pessoa.

As pilhas e baterias apresentam em sua composição metais considerados perigosos à saúde humana e ao meio ambiente como mercúrio, chumbo, cobre, zinco, cádmio, manganês, níquel e lítio. Dentre esses metais os que apresentam maior risco à saúde humana são o chumbo, o mercúrio e o cádmio, aspectos estes que serão abordados em detalhes mais adiante neste trabalho.

Um modo de reduzir o impacto ambiental do uso de pilhas e baterias é a substituição de produtos antigos por novos que propiciem um maior tempo de uso, por exemplo, o uso de pilhas alcalinas ou de “baterias recarregáveis”.

Também é possível eliminar ou reduzir a quantidade de metais pesados na constituição das pilhas e baterias, o que vem sendo implementado pela indústria, por meio de substituição de tecnologia de fabricação e de geração de energia elétrica a partir de reações químicas.

Conforme citado no site dos telecentros do Governo do Estado de São Paulo, segue-se um exemplo de diversas iniciativas. Na cidade de Fortaleza hoje já é possível reaproveitar boa parte dos dejetos eletrônicos antes de jogá-los no lixo. Equipamentos ultrapassados para uns podem ser a porta de acesso de muitos no mundo da informática, além de fonte de lucro de sucateiros.



Para quem quiser se livrar do entulho e até ganhar dinheiro, existem em anúncios classificados compradores de peças velhas de micro. É o caso do técnico Daniel Menezes que através do jornal procura peças ainda em boas condições para usar na reposição, barateando o custo de manutenção de micros. Para quem quer se livrar do material há a chance de dar um destino correto, garantindo uma consciência limpa, e ecológica, mas é apenas parcial. E o que ele não aproveitar, sabe onde irá parar? No lixo!

A maioria dos consumidores nem sequer está consciente de que existe um problema, declara Nair Munay, diretor da Associação Califórnia contra o Esbanjamento, uma das mais ativas na luta pela reciclagem do lixo eletrônico.

No Vale do Silício na Califórnia, local onde estão sediadas muitas empresas de tecnologia de ponta, há muito que já soaram os alertas. Ted Smith, diretor do Silicon Valley Toxics Coalition está assustado perante a velocidade com que estes desperdícios crescem e os considera altamente tóxico. Mas diante do problema que segundo Smith poderá se transformar num grande desastre ecológico em pouco tempo, ninguém assume a responsabilidade.

Para governos, o preço que é necessário pagar para dinamizar programas efetivos de reciclagem é demasiado alto, enquanto a indústria considera que não pode assumir responsabilidades sozinhas e que tantas preocupações são exageradas.

A tabela 1, a seguir, da M.C.C. *Microelectronics and Computer Technology Corporation*, apresenta o que contém um microcomputador, em termos de materiais, sua participação percentual em peso, onde se localiza e o que pode ser reciclado.

**Tabela 1** – Composição de um microcomputador

MATERIAL		% EM RELAÇÃO AO PESO TOTAL	% RECICLÁVEL	LOCALIZAÇÃO
Al	Alumínio	14,172	80	Estrutura/conexões
Pb	Chumbo	6,298	05	Circuitos integrados, soldas, baterias
Ge	Germânio	0,001	00	Semicondutor
Ga	Gálio	0,001	00	Semicondutor

continuação

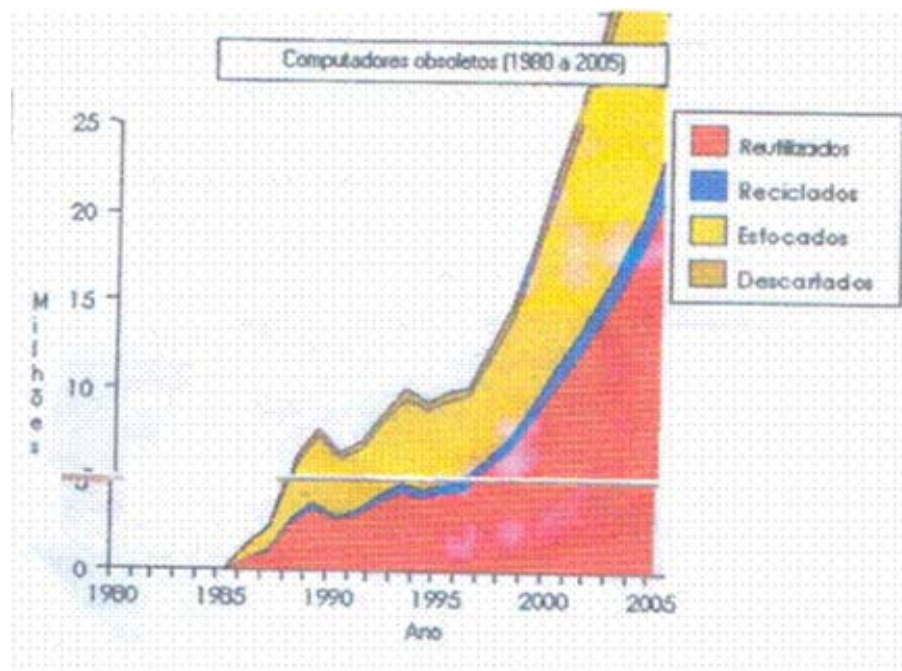
MATERIAL		% EM RELAÇÃO AO PESO TOTAL	% RECICLÁVEL	LOCALIZAÇÃO
Fe	Ferro	20,471	80	Estrutura, encaixes
Sn	Estanho	1,007	70	Circuito, integrados
Cu	Cobre	6,928	90	Condutores
Ba	Bário	0,031	00	Válvula eletrônica
Ni	Níquel	0,850	80	Estrutura, encaixe
Zn	Zinco	2,204	60	Baterias
Ta	Tântalo	0,015	00	Condensador
In	In	0,001	60	Transistor, retificador
V	Vanádio	0,0002	00	Emissor de fósforo vermelho
Be	Berílio	0,015	00	Condutivo térmico, conectores
Au	Ouro	0,0016	98	Conexões, condutivo
Ti	Titânio	0,015	00	Pigmentos
Co	Cobalto	0,015	85	Estrutura
Mn	Manganês	0,031	00	Estrutura, encaixes
Ag	Prata	0,018	98	Condutivo

Fonte: MCC Microelectronics and Computer Technology Corporations – 2004.

Muito dos componentes de um computador, podem ser reciclados ou reutilizados conforme Tabela 1, e quando simplesmente os jogamos fora, perdemos materiais que, para serem obtidos provocam uma certa agressão à natureza ou ainda que são raros na mesma. O Anexo A ilustra um panorama econômico dos principais elementos encontrados em um computador.

Segundo Instituto de Biologia da UNICAMP – 2005, um computador é constituído de 40% de plástico, 37% de metais, 5% de dispositivos eletrônicos, 1% de borracha e 17% de outros elementos, tendo sido descartados até 2004 no mundo 2 milhões de ton de plástico, 600 mil ton de chumbo, 1000 ton de cádmio, 600 ton de cromo e 200 ton de mercúrio.

Parte do interesse hoje, pelas empresas que reciclam computadores obsoletos se deve aos metais preciosos neles presentes. Hoje, contudo, os fabricantes têm procurado produzir equipamentos mais baratos utilizando menos materiais preciosos, logo vem se tornando desproporcional a relação custo de reciclagem e quantidade de materiais preciosos.



**Figura 1** – Computadores obsoletos (1980-2005).  
Fonte: Instituto de Biologia da UNICAMP – Ciências do Ambiente.

A Figura 1 apresenta, no período de 1980 a 2005, a quantidade de computadores descartados, estocados, reciclados e reutilizados.

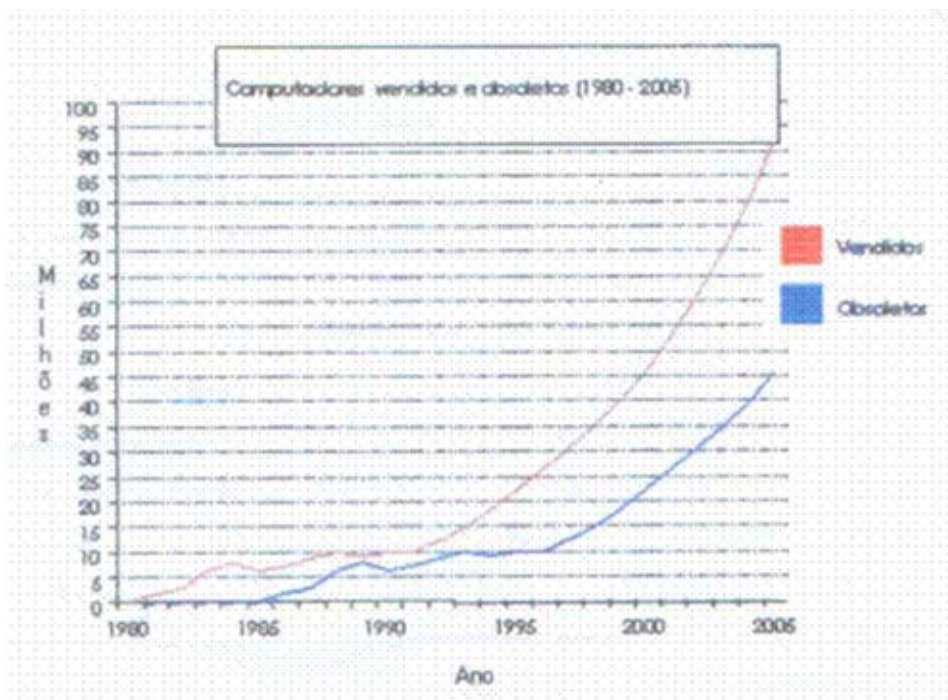
A reciclagem de computadores não é algo fácil. É uma tarefa que deve ser realizada de maneira apropriada. Se um componente, ao ser retirado é danificado ele perde seu valor econômico. Tem-se como agravante, também, que é difícil separar os materiais presentes no computador para reciclagem. Basta pensar no circuito impresso.

Não existe no mundo um número muito grande de empresas aptas a fazer a reciclagem dos materiais presentes no computador corretamente. Existem algumas

poucas empresas capazes de reciclar o plástico utilizado nos computadores para outros fins.

É difícil de se ter uma empresa que faça a reciclagem de forma eficiente, pois ela teria de processar toneladas de equipamentos diariamente. Agregue-se o agravante dos gastos com transporte para recolher os computadores obsoletos.

Estes pontos justificam, em parte, a disparidade entre o descarte e a reciclagem de computadores que são apresentados na figura 2.



**Figura 2** – Computadores vendidos (1980-2005).

Fonte: Instituto de Biologia da UNICAMP – Ciências do Ambiente - 2005

A Figura 2 mostra a evolução das vendas de computadores ao longo das duas últimas décadas e meia.

Pode-se constatar, através das curvas apresentadas, o distanciamento entre as vendas de computadores e os que caem em obsolescência, o que indica em um futuro próximo a grande quantidade, e conseqüentemente preocupação, de equipamentos potencialmente recicláveis. Esse ganho em escala representará uma oportunidade de mercado com o foco no reaproveitamento e reciclagem de computadores.

## 1.5 QUESTÕES DE PESQUISA

O trabalho fortalece conceitualmente questões relacionadas à gestão de resíduos, entrando no mérito de quanto é possível o resgate dos mesmos e suas dificuldades, bem como no mérito e vantagens da reciclagem numa relação custo X benefício, reaproveitamento de insumos e vácuos e aprimoramentos na legislação.

Deste modo espera-se que o modelo de gestão proporcione um cenário que permita a conceituação de indicadores que conduzam a avaliação da efetiva gestão do lixo eletrônico, mensurando índices de resgate de dispositivos em fim de vida útil, reaproveitamento de produtos, viabilidade de reciclagem, monitoração de esgotamento de reservas naturais e incentivo de resgate de resíduos.

## 1.6 METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido baseado no estágio atual do conhecimento sobre lixo eletrônico com enfoque em processos de reciclagem e esgotamento de insumos naturais notadamente aplicável à realidade brasileira.

Em virtude da natureza das questões formuladas e do objetivo desta pesquisa a mesma pode ser classificada como conceitual, qualitativa, exploratória e bibliográfica.

Do ponto de vista da abordagem da obtenção das respostas às questões formuladas, é uma pesquisa conceitual, pois consiste da análise, comparação e interpretação de sistemas de gestão da qualidade e ambiental, ações, iniciativas e programas desenvolvidos pelo governo e indústria, de dados e informações disponíveis, não requerendo para tanto o uso de métodos e técnicas estatísticas.

Quanto aos objetivos, é uma pesquisa exploratória na medida que não visa verificar teorias e sim maior familiaridade com as mesmas objetivando obter as respostas às questões formuladas com vistas a formá-las explícitas.

Como é elaborada praticamente a partir de material já publicado constituído principalmente por normas, guias, artigos e livros, trata-se basicamente de uma pesquisa bibliográfica.

O método dedutivo empregado nesta pesquisa objetiva obter as respostas às questões formuladas, a partir da interpretação de dados e informações nas normas, guias e na literatura, atribuindo-lhes significado e confrontando-os com a realidade das diretrizes e práticas de sistema de gestão.

Por se tratar de um estudo qualitativo típico, a identificação sistemática dos dados e informações foi precedida da imersão do autor no contexto a ser estudado. A literatura e a reflexão, prévias, permitiram focalizar com maior precisão as questões a serem investigadas e formular mais facilmente, a partir do mesmo, as suas respostas.

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

O acesso ao campo e a imersão no contexto do problema fazem parte da atividade profissional do autor que é engenheiro e possui a maior parte de suas experiências profissionais na atividade relacionada à pesquisa em questão.

As fontes principais de dados e informações foram as normas, guias, revistas especializadas e publicações referentes à sistemas de gestão integrada de instituições normativas e autores com notório saber em tais assuntos.

A análise dos dados e informações se fez através de um processo continuado, no qual se procurou desvendar-lhes o significado. A medida que as informações eram coletadas o autor procurou construir interpretações e gerou novas questões, o que por sua vez, o levou a buscar novos dados num processo que culminou com a análise final, bastante para formular um modelo conceitual e conclusões sobre as questões levantadas.

## 1.7 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

O trabalho desenvolve-se em quatro capítulos, onde este primeiro capítulo apresenta aspectos introdutórios gerais sobre o assunto abordado, citando pontos de relevância social e empresarial. Este capítulo cita ainda, como foi desenvolvido o trabalho que será detalhado nos capítulos subseqüentes.

No segundo capítulo buscou-se apresentar uma revisão bibliográfica que sustente um referencial teórico abordando aspectos da legislação, processos de tratamento e reciclagem e impactos no meio ambiente/ser humano, concernente a aspectos de periculosidade e toxologia.

No terceiro capítulo é apresentada a proposta de um modelo de gestão conceitual baseado em logística reversa e ciclo de vida útil o qual estabelece etapas a serem observadas pela indústria e toda a sociedade visando o equacionamento do problema.

No quarto e último capítulo apresentam-se as análises conclusivas sobre o modelo proposto e desdobramentos no caso de aprofundamento futuro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico baseia-se na legislação existente acerca do tema, nos processos de tratamento que inclui a reciclagem de pilhas, o impacto verificado no meio ambiente que considera a toxicologia dos diferentes metais pesados utilizados pela indústria particularizando os casos do mercúrio, cádmio e chumbo.

### 2.1 INICIATIVAS E TENDÊNCIAS

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos está iniciando um estudo detalhado sobre como conseguir um melhor proveito econômico da reciclagem do lixo eletrônico. Esse estudo está principalmente preocupado com lixo eletrônico militar, mas o mesmo, de qualquer forma, trará benefícios para a reciclagem comercial.

O Departamento de Energia do Estados Unidos está realizando um estudo similar com a Universidade de Virgínia, que tem como principal objetivo abordar aspectos técnicos para a reciclagem do lixo eletrônico, como por exemplo, a logística para realizar o processo.

O Conselho de Segurança Nacional dos EUA, em recentes estudos sobre reciclagem de computadores, concluiu que a crescente venda de computadores em médio prazo irá fornecer material suficiente para manter indústrias especializadas na reciclagem destes equipamentos. Contudo, será essencial parcerias entre fabricantes, transportadores e empresas de reciclagem.

Para lidar com o problema do e-lixo existem duas soluções: armazená-los corretamente ou reciclá-los.

Em países onde o movimento ambientalista é mais forte como Japão e Estados Unidos, a reciclagem é mais incentivada pois existe uma alta cobrança de impostos para disposição em aterros industriais.



A crescente produção de equipamentos eletrônicos é algo inevitável e é certo que em 4 ou 5 anos o que é produzido hoje estará obsoleto. A grande preocupação hoje é o que fazer com a sucata gerada dia a dia e como produzir equipamentos “limpos”, isto é, que tenham em seus componentes, substâncias não tóxicas (e recicláveis).

A tendência é surgirem leis que obrigam pessoas físicas e jurídicas a cuidarem do lixo eletrônico que produzem. Algumas empresas, contudo, tem se antecipado e estão criando programas intitulados “take back” (pegar de volta), para recolher os produtos que produzem e que posteriormente caem na inutilidade, reciclando-os ou dando uma disposição final correta.

Nesses programas uma taxa é paga pelo consumidor ou por meio de rateio entre consumidor, fabricante e governo, no ato da compra do computador para que no futuro ele seja recolhido e reciclado. Grandes fabricantes estão também financiando pesquisas que possibilitem maior reciclagem dos materiais presentes nos equipamentos eletrônicos e a substituição de metais pesados por outros menos tóxicos.

Segundo o Instituto de Biologia da UNICAMP (2004), merece certo destaque também empresas como a Back Thru The Future Micro Computers, que há dez anos possui um serviço onde recebem computadores não mais utilizados e retiram elementos que podem servir como peça de reposição, ou fazem “up-grades” (tornam a máquina mais potente através de substituição de algumas peças) para revender a preços acessíveis, prorrogando a vida útil do computador.

Parte da motivação dos fabricantes em serem “politicamente corretos” se deve às pesquisas que revelam que o consumidor na hora da compra possui uma certa simpatia com produtos que sejam menos nocivos ao meio ambiente.

Em relação a reciclagem de micros, segundo a empresa “Vista Environmental Inc.”, conforme a demanda para a reciclagem de micros aumenta e há um crescimento do mercado para micros usados, as oportunidades de reciclagem e aproveitamento dos micros devem aumentar também. Apesar disso, o custo da reciclagem de micros deve ainda permanecer relativamente alto durante algum tempo. Uma estratégia

melhor seria estender o tempo de vida dos equipamentos existentes e desenvolver um programa para administração efetiva dos micros considerados obsoletos.

Quanto a aparelhos celulares, a empresa coreana LG, uma das principais fabricantes do mundo, investiu visando desenvolver uma tecnologia para a reciclagem de baterias de íon-lithium, hoje, as mais empregadas nos celulares disponíveis no mercado brasileiro. Ainda não se sabe ao certo os efeitos nocivos desse produto no meio ambiente, mas a quantidade descartada todos os anos, somente no Brasil, tende a aumentar extraordinariamente nos próximos anos.

Um exemplo é a destinação final de pilhas e baterias que está sendo resolvida no município de Dois Irmãos (RS). A Justiça determinou que as indústrias Panasonic e Microlite recolham mais de 4800 kg de pilhas e baterias depositadas na Prefeitura. As empresas devem também implantar sistemas de coleta, transporte e destinação final desses materiais, sob pena de multa diária de R\$ 5 mil.

O precedente do município de Dois Irmãos deve ser exemplo para outros municípios ingressarem com a mesma ação. Assim, em breve, teremos em todas as cidades brasileiras, pontos de coletas de pilhas e baterias exauridas e os consumidores, conscientes da importância da preservação ambiental e de que não devem descartar esses materiais tóxicos no lixo doméstico, farão o descarte seletivo.

Pilhas e baterias devem ser guardadas provisoriamente em potes de vidro com tampa, longe de crianças, até que possam ser descartados em pontos de coleta indicados pelas próprias indústrias, ou por empresas com a capilaridade das públicas de coleta de lixo, evitando assim o risco à saúde e ao meio ambiente da atual e das futuras gerações.

Segundo divulgado no *site* da SPVS ([www.spvs.org.br](http://www.spvs.org.br) - 2004), também os Correios formalizaram uma parceria junto à TIM e a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) para o recolhimentos, nos pontos de venda da TIM, de baterias de celular já utilizadas. O programa foi adotado após um mês de projeto-piloto, que superou em 60% a média de recebimento de meses anteriores. As baterias são recebidas em envelopes resposta padronizados e depois enviadas aos seus fabricantes. Esses envelopes são concebidos especialmente para a

acomodação de baterias com campos no lado externo onde o lojista coloca o carimbo de sua loja e a marca da bateria, evitando o manuseio do material que é diretamente encaminhado para seu fabricante. Junto ao envelope os Correios lançam uma nova série de selos intitulada "Preservação dos Manguezais e Zonas de Maré" que mostram animais desse habitat.

A campanha que já foi lançada há quatro anos, já recolheu mais de 173 mil baterias usadas, com média de recolhimento passando de 2 mil baterias/mês para 7 mil baterias/mês em 2003. Estima-se que apenas 30% das baterias dos 48 milhões de celulares existentes no Brasil à época foram devolvidas e recicladas. O restante acaba parando em lixos comuns (lixões, aterros controlados e sanitários) acabam contaminando o solo e os lençóis freáticos. As campanhas visam modificar esse cenário e dar uma maior educação ambiental, fazendo com que o público-alvo sintasse estimulado e passe do conhecimento à ação, criando uma consciência de respeito e conservação do meio ambiente. Em nível mundial as experiências de gestão de pilhas e baterias usadas são numerosas e figuram no Anexo B desta dissertação.

Conforme divulgado pelo Instituto de Biologia da UNICAMP (2004), a Administração Americana atual não está aberta a considerar as novas regras. Atente-se para a explosão das vendas de máquinas para empresas que nos Estados Unidos continuam crescendo a 10% ao ano. No mínimo, 130 milhões de computadores são vendidos a cada ano no mundo, tendo este número chegado ao final de 2003, a um total de um bilhão de computadores particulares.

Também dedica-se atenção para a responsabilidade dos consumidores particulares que devem se perguntar, se realmente, precisam de um computador novo ou se compensa apenas atualizar ou complementar a máquina que já possuem em casa.

Em recente apresentação através da TV Cultura, técnicos do Instituto do Colorado apresentaram a tendência do planejamento ecológico como novo conceito para a sustentabilidade no qual os eletrodomésticos seriam alugados e não mais vendidos tendo, ao fim de sua vida útil, de retornar ao seu fabricante de origem, o qual a partir de um projeto específico teria facilidades de identificação e reaproveitamento de

componentes, abrindo oportunidade assim de uma reciclagem de matérias primas que logo estarão se tornando raras na natureza.

Por outro lado as vendas mundiais de telefones celulares aumentaram 30% em 2004 graças ao forte crescimento na América do Sul. No continente o crescimento chegou a quase 90%. O braço japonês da empresa Gatner ([www.gatner.com](http://www.gatner.com) - 2005) afirma que foram vendidos 674 milhões de unidades em todo o mundo em 2004. Na América do Sul as vendas registraram um crescimento espetacular de 89,4% chegando a 73 milhões de unidades, segundo a Gatner. De acordo com a previsão da Gatner o número de telefones celulares vendidos em todo o planeta em 2005 será de 730 milhões de unidades.

Os principais alvos dos fabricantes serão os países de economia emergentes, onde o preço dos aparelhos deve ficar em torno de US\$ 50,00. De acordo com o estudo da Gatner, a concorrência nestes locais será feroz.

## 2.2 LEGISLAÇÃO

Internacionalmente, a convenção da Basileia de 1989, é o documento que mais chega perto de regulamentar o lixo eletrônico, ao estabelecer 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.

No Brasil, a Resolução 257 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 1999 (complementada pela resolução 263 do mesmo ano), que versa sobre a destinação de pilhas e baterias usadas atribui aos fabricantes ou importadores a responsabilidade pelo gerenciamento desses produtos tecnológicos que necessitam de disposição final específica isso é função do perigo e níveis de metais tóxicos que apresentam sob pena de causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. A

resolução prevê que pilhas comuns (alcalinas, zinco-carvão) podem ser jogadas no lixo comum das casas, embora nem sempre os ambientalistas concordem com isso. O Anexo C apresenta as resoluções 257 e 263/99 na íntegra.

As mais tóxicas (Ni-Cd, Pb-ácido e à base de Hg) devem retornar aos fabricantes que por sua vez, são responsáveis por montar redes de postos de coletas, transportes para as fábricas e processamento dos produtos.

Mal acomodadas estas peças podem 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 via depara-se num problema crucial que é a captação deste lixo, que hoje ainda não faz parte da cultura das empresas de coleta de lixo domiciliar, pois esbarram num impedimento legal do transporte de lixo tóxico.

Tem-se que considerar ainda a necessidade de extrema capilaridade das redes de captação do lixo eletrônico, aspecto este encontrado nas empresas de coleta doméstico 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 baterias automotivas, todo equipamento eletrônico, ao final de sua vida útil deverá ser captado e enviado aos centros de tratamento para recuperação de matérias-primas.

Deste modo, a legislação deverá ser aprimorada de modo a incentivar a implementação de redes com penetração para a coleta do lixo eletrônico acarretando assim o estímulo ao surgimento de indústrias de reprocessamento e reciclagem.

Assim, faz-se necessária uma discussão mais ampla e comprometida da sociedade sobre o assunto, tal como a criação de uma legislação específica e a observação por parte da sociedade organizada para que a Era de Informação não seja também a era da poluição eletrônica.

A Constituição Federal Brasileira, promulgada em 1988, trata de forma abrangente e moderna 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 (artigo 23).

Mesmo a legislação ambiental brasileira sendo uma das mais vigorosas e atualizadas do mundo, não contempla um dispositivo para o controle apropriado dos descartes de resíduos sólidos. Por esse motivo, uma política nacional de resíduos sólidos vem sendo formulada para tornar possível um programa responsável de reaproveitamento, reciclagem e descarte de produtos ao final de seu ciclo de vida.

Os resíduos provenientes de produtos eletroeletrônicos fazem parte desta realidade e são mencionados detalhadamente na subseção IX (art. 23 – Constituição Federal/88) do projeto de política nacional.

Com a definição de maior responsabilidade aos produtores e distribuidores sobre os produtos, um gerenciamento mais efetivo e eficiente do tratamento de resíduos sólidos ao final de seu ciclo de vida é projetado para o futuro, conseguindo promover as ações que darão precedência às soluções de recuperação da energia ou do material sobre formas arbitrárias de disposição final. Nesse cenário, diversos projetos de lei tramitam pelo Congresso e Senado Federal cumprindo a missão de atualizar a legislação brasileira segundo os moldes de uma indústria ecologicamente sustentável. Segundo o relator da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Deputado Emerson Kapaz, as novas regras fazem parte de objeto na Comissão Especial da Câmara e a partir disso, em regime de urgência, no plenário da casa até o final do ano de 2005.

Os Estados da República Federativa do Brasil têm a total liberdade de deliberar por outras leis, mais restritivas, que preencham suas demandas regionais. Por esse motivo, 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 de 2003, para propor apropriadamente novas resoluções a respeito do gerenciamento de resíduos.

Uma legislação mais rigorosa foi previamente adotada pelo Estado do Paraná. A lei nº 12.493 de 1999 definiu 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. O Estado do Paraná tornou os produtores responsáveis pelo armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos produtos descartados. Na Europa, por volta de 8 milhões de ton de equipamentos eletroeletrônicos são descartados todo ano. Na Alemanha, estimativas apontam para de 1 a 2 milhões de ton por ano. Grandes empresas como REETHMANN Electrorecycling Gmbh ou Electrorecycling Goslar Gmbh, processam mais de 50.000 ton por ano. No total, existem perto de 300 companhias de reciclagem na Alemanha, que incluem as pequenas companhias e as instituições especiais para pessoas com alguma deficiência física ou mental.

Qualquer sistema de coleta apresenta diversos estágios, como retorno, separação dos componentes, reuso ou reciclagem e disposição final. A coleta (take-back) na Alemanha, a partir de residências é considerado um sistema de responsabilidade compartilhada. Um sistema que delega total responsabilidade aos produtores, assume que os custos de todas as atividades da rede de coleta devam ser pagos pelas respectivas indústrias. Já em um sistema de responsabilidade compartilhada, algumas atividades (exemplo, disposição final e coleta) são pagas pelo público e outras são pagas pela indústria. Na Alemanha perto de 5000 pontos de retorno são responsáveis pela coleta e classificação dos equipamentos de origem doméstica. Outros sistemas de coleta, incluindo alguns dos 30.000 varejistas ou 1000 centros de serviço estão para entrar em funcionamento.

Na Alemanha, o Electrical Appliance Register (EAR) foi criado em 2003. Caberá a EAR registrar as quantidades de produtos em final de uso que são descartados, coordenar o transporte dos produtos desde os locais de retorno até os recicladores, fornecer informações relacionadas aos preceitos da reciclagem, importadores e revendedores diretos, e por fim, monitorar os agentes que atuam neste mercado. A logística reversa dos produtos descartados na sua classificação e ordenação, assim

como reciclagem (potencial reuso ou remanufatura), não está circunscrita sob a responsabilidade da EAR, mas sim, nas mãos de importadores e revendedores diretos, suas associações, bem como prestadores de serviços em logística e recicladores.

Estudar e desenvolver um guia de como o Brasil deve se adaptar a necessidade de uma economia de ciclo para os equipamentos eletroeletrônicos é um desafio. Com a legislação e sistemas direcionados ao tratamento End-of-life (EOL) para equipamentos eletro-eletrônicos, os trabalhos devem proporcionar os pré-requisitos de um tratamento (EOL) adequado no Brasil, ajudar a conceber possíveis cenários para a indústria eletro-eletrônica antes de 2010, e analisar os potenciais de reciclagem, reuso e remanufatura de diferentes classes de produtos para o desenvolvimento econômico e social.

Os benefícios sociais da habilitação de novas fases de uso para os eletroeletrônicos podem ser considerados como um forte incentivo ao reuso e a remanufatura de produtos e componentes no Brasil. Devido a nossa distribuição de renda desigual, algumas regiões ou classes sociais já estão, ou estarão em breve, gerando eletroeletrônicos obsoletos que podem abastecer outras regiões menos favorecidas, e que têm demanda crescente de eletroeletrônicos de elevada qualidade.

No caso específico das telecomunicações o acesso a telefonia móvel por meio de aparelhos celulares usados e, portanto mais baratos, pode ter efeito positivo no desenvolvimento econômico e social das classes de menor renda. Com foco na sociedade brasileira é necessário identificar as áreas onde a reciclagem, reuso e remanufatura podem contribuir para a desmaterialização da indústria, enquanto oferece, ao mesmo tempo, mais benefícios à sociedade.

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) 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 companhias brasileiras que queiram destinar produtos ao mercado Europeu, defrontarão um considerável esforço, além dos custos, para coletar e processar os produtos descartados, ou mesmo, contratar terceiros para isso.



Um fator fundamental para o tratamento eficiente e eficaz de equipamentos em fim de ciclo de vida 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 na Ásia, Austrália, Europa e Estados Unidos.

Atualmente no Brasil os projetos de lei, entre outros em discussão é: PL 203-91 (Dispõe sobre o acondicionamento, a coleta, o tratamento, o transporte e a destinação final dos resíduos de serviços de saúde) e apensados a este: PL 4502-98, PL 4730-98; PLS 265-99, PL 3606-00; PL 4329-02; PL 121-03 e PL 1760-03. Para maiores detalhes acessar o site [www.camara.gov.br](http://www.camara.gov.br).

O pesquisador do Departamento de Tecnologia de Montagem e de Gerenciamento de Fábrica da Universidade Técnica de Berlim Prof. Güntter Seliger desde de 1995 está administrando o Collaborative Reasearch Center que trata de “Disassembly Factories for Recovery of Resources in Product and Material Cycles, sendo um centro de referência na área de life-cycle engineering ([www.sfb281.de](http://www.sfb281.de)), o qual está desenvolvendo um projeto temático junto com o Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) da USP em São Carlos, e também com o Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais (CCDM) na UFSCar e com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Para uma avaliação das experiências encontradas em outros países a respeito da reciclagem, as Tabelas no Anexo B trazem a atual situação da legislação em alguns países. O foco é a legislação no tratamento das diretrizes da reciclagem de baterias.

Este apanhado ilustra diversas formas de incentivos e atribuições de responsabilidades que podem ser expandidas e generalizadas, com suas devidas ponderações, ao aspecto mais geral do lixo eletrônico.

Vale ressaltar a intenção do presente trabalho de elucidar o assunto, cabendo as partes responsáveis do poder legislativo, ponderar os fatos e trazer para a realidade

brasileira normas que farão do tratamento eficiente e eficaz do e-lixo motivo de orgulho e uma fundamental colaboração para o desenvolvimento sustentável da nação.

### 2.3 PROCESSOS DE TRATAMENTO

Segundo Carsten Franke, engenheiro de pesquisa, a tradição de remanufatura, que era ajustada aos investimentos de longa duração como no caso de máquinas operatrizes, aviões, equipamentos militares e motores de automóveis, também foi estendido para um grande número de bens de consumo com tempo de vida útil inferior e valores relativamente baixos. Telefones sem fio, rádios FM e computadores pessoais seriam exemplos destes novos produtos que são reprocessados. A remanufatura constitui uma alternativa à reciclagem convencional na missão de atender as taxas de recuperação de produto e os tratamentos especiais, especificados na legislação europeia, pela diretiva Waste of Electrical and Electronic equipment (WEEE). Quando conduzida pelos produtores originais dos equipamentos (OEMs), a remanufatura é rotineira e altamente integrada ao desenvolvimento do produto, marketing, distribuição, processos de logística reversa e produção. Os casos de remanufatura usualmente citados na indústria de EEE têm como base os fabricantes de fotocopiadoras, cartuchos de toner e câmeras.

Outros produtos, telefones móveis ou baterias recarregáveis que são processados por terceiros, ainda demonstram uma falta de projetos favoráveis à remanufatura.

Empresas de remanufatura têm que lidar com uma grande variedade de produtos, que acabam por implicar em um número ainda maior de tratamentos opcionais.

Alguns casos de remanufatura são completamente conhecidos como remanufatura de câmeras descartáveis (Eastman Kodak e Fuji-Film) cartuchos de toner (xerox), fotocopiadoras (Fuji Xerox, Austrália, Holanda e Reino Unido), equipamentos de limpeza industrial (Electrolux). As empresas de remanufatura passaram a ser elas mesmas OEMs, que integraram novos modelos de distribuição, como o “leasing” ou

“pay-per-use”, as suas estratégias convencionais. Neste meio tempo, fizeram do design para remanufatura um importante elemento do processo de desenvolvimento de produto, envolvendo inclusive, seus fornecedores em parcerias especiais. Em certos casos, as instalações de remanufatura já foram integradas à manufatura, como acontece na Fuji Xerox.

No Brasil, a remanufatura de cartuchos de toner progrediu para um ramo de negócio produtivo, com grande número de companhias oferecendo serviços que incluem coleta, limpeza, recarga e leasing de unidades remanufaturadas.

Outras práticas de remanufatura, que abrangem computadores pessoais (Re Use Network, Alemanha), baterias recarregáveis (Teldeon, Alemanha), telefones moveis (ReMobile, Alemanha; ReCellular, EUA) são menos populares, devido ao fato de produtores originais dos equipamentos não estarem envolvidos. Estes produtos não são vendidos através de canais regulares de venda dos produtores originais. O design para remanufatura, desmontagem ou reciclagem não está atualizado e os fabricantes ainda não consideram este segmento de mercado como sendo lucrativo.

Com a legislação e sistemas direcionados ao tratamento End-of-life (EOL) para EEE sendo implementados nos estados membro da União Européia, por exemplo na Alemanha, nos próximos dois anos os trabalhos que devem proporcionar os pré-requisitos de um tratamento EOL adequado no Brasil ,ajudam a conceber possíveis cenários para a indústria de EEE antes de 2010, e analisar as potências de reciclagem, reuso e remanufatura de diferentes classes de produtos para o desenvolvimento econômico e social. Os benefícios sociais da habilitação de novas fases de uso para o EEE podem ser considerados como um forte incentivo ao reuso e a remanufatura de produtos e componentes no Brasil.

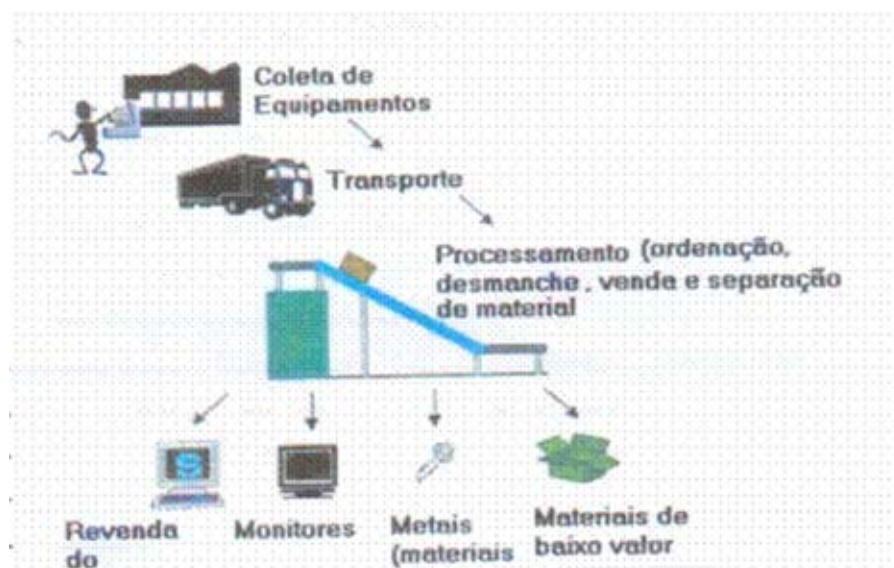
A reciclagem normalmente segue os seguintes passos, nos casos de computadores. Essa seqüência de tratamento ilustra os passos básicos e, tem como objetivo a elucidação de diretrizes para a gestão do lixo eletrônico:

- a) A primeira etapa consiste na separação de computadores que podem ser reaproveitados e computadores irrecuperáveis. O equipamento que pode

ser reaproveitado é vendido ou doado. O computador irrecuperável segue a etapa 2.

- b) Nesta etapa os materiais presentes nos computadores são separados por tipo e encaminhados para a empresa específica de reciclagem de cada material.
- c) A terceira etapa, com a participação das empresas capacitadas a retirar o material a ser reaproveitado, os materiais preciosos no exemplo do computador são as partes das placas eletrônicas, que são utilizados como insumos de produção de equipamentos novos.

A Figura 3 a seguir ilustra os passos da reciclagem, desde a coleta dos micros até o destino de cada componente do computador, segundo o Instituto de Biologia da UNICAMP.



**Figura 3** - Processo de tratamento do lixo eletrônico.

### 2.3.1 Métodos de reciclagem de pilhas e baterias

Devido a pressões políticas e novas legislações ambientais que regulamentaram a

destinação de pilhas e baterias em diversos países, alguns processos foram desenvolvidos visando a reciclagem desses produtos. Para promover a reciclagem é necessário, inicialmente, o conhecimento de sua composição. Infelizmente não há uma correlação entre os tamanhos ao formato das pilhas e sua composição.

Em diferentes laboratórios têm sido realizadas pesquisas de modo a desenvolver processos para reciclar as baterias usadas, ou, em alguns casos, tratá-las para uma disposição segura.

Os processos de reciclagem de pilhas e baterias podem seguir três linhas distintas: a baseada em operações de tratamento de minério, a hidrometalúrgica ou a pirometalurgia (tratamento sobre o fogo). Algumas vezes estes processos são específicos para reciclagem de pilhas, outras vezes as pilhas são recicladas juntamente com outros tipos de materiais. Alguns desses processos estão mencionados a seguir (Tabela 2):

**Tabela 2** - Processos de reciclagem de baterias

<b>TÉCNICAS</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROCESSO</b>
<b>SUMITOMO</b>	Processo japonês totalmente pirometalizado de custo bastante elevado é utilizado na reciclagem de todos os tipos de pilhas, menos as do tipo Ni-Cd.
<b>RECYTEC</b>	Processo utilizado na suíça nos países baixos desde 1994 que combina pirometalurgia, hidrometalurgia e mineralurgia. É utilizado na reciclagem de todos os tipos de pilhas e também lâmpadas fluorescentes que contenham mercúrio. Esse processo não é utilizado para reciclagem de baterias de Ni-Cd, que são separadas e enviadas para tratamento específico. O investimento deste processo é menor que o SUMITOMO, entretanto os custos de operação são maiores.
<b>ATECN</b>	Basicamente mineralurgico e, portanto com custo inferior aos processos anteriores, utilizado na reciclagem de todas as pilhas.
<b>SNAM-SAVAM</b>	Processo francês, totalmente pirometalúrgico, para recuperação de pilhas do tipo Ni-Cd.

## Continuação

<b>TÉCNICAS</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROCESSO</b>
<b>SAB-NIFE</b>	Processo sueco, totalmente pirometalúrgico para recuperação de pilhas do tipo Ni-Cd.
<b>INMETCO</b>	Processo norte americano da INCO (Pensilvânia - EUA) foi desenvolvido inicialmente com o objetivo de se recuperar poeiras metálicas, provenientes de fornos elétricos, entretanto o processo pode ser utilizado para recuperar também resíduos metálicos provenientes de outros processos e as pilhas de Ni-Cd se enquadram nestes outros tipos de resíduos.
<b>WAEZL</b>	Processo pirometalúrgico para recuperação de metais provenientes de poeiras basicamente o processo se dá através de fornos rotativos. É possível recuperar metais como Zn, Pb e Cd.

Fonte: Site do Ambiente Brasil (2003)

As baterias de Ni-Cd muitas vezes são recuperadas separadamente das outras devido a dois fatores importantes: um é a presença de cádmio que promove algumas dificuldades na recuperação do mercúrio e do zinco por destilação; o outro é a dificuldade de se separar o ferro e o níquel.

Assim como no caso geral de pilhas e baterias, existem dois métodos estudados para a reciclagem da bateria Ni-Cd: um seguindo a rota pirometalúrgica e outro seguindo a rota hidrometalúrgica. Até o momento não foi possível o desenvolvimento de um processo economicamente viável utilizando a rota hidrometalúrgica. Assim, os processos de reciclagem atualmente empregados são baseados na pirometalurgia de destilação do cádmio

Apesar de serem constituídas por metais pesados perigosos as baterias de Ni-Cd são recicláveis

Já existem na Europa, Japão e EUA indústrias que reciclam este tipo de bateria. A tabela 3 lista algumas dessas empresas.

**Tabela 3** – Empresas de reciclagem de baterias.

<b>País</b>	<b>Empresa</b>
Alemanha	Acc Accurec Hohlhelm
Suécia	Saft - Oskarshamm
França	SNAM
EUA	INMETCO
Japão	Japan Recycle Centers

Em geral os materiais produzidos na reciclagem dessas baterias são:

- Cádmio com pureza superior a 99,95% que é vendido para empresas que produzem;
- Níquel e ferro utilizado na fabricação de aço inoxidável.

Na França isto é feito utilizando-se o processo SNAM-SAVAM e na Suécia utiliza-se o processo SAB-NIFE, ambos processos fazem uso de um forno totalmente fechado no qual o cádmio é destilado a uma temperatura entre 850 e 900°C.

O níquel é recuperado em forno elétrico por fusão redução. A produção de óxido de cádmio em fornos abertos é descartada devido ao fato de se ter uma condição de trabalho extremamente insalubre.

Nos EUA a empresa INMETCO (International Metal Reclamation Company), que é uma subsidiária da INCO (The International Nickel Company), é a única empresa que tem permissão para reciclar baterias de Ni-Cd utilizando processo de alta temperatura. Este processo está em operação desde dezembro de 1995. O processo utilizado pela INMETCO, assim como o SNAM-SAVAM e o SAB-NIFE, são baseados na destilação do cádmio.

Nesses processos o níquel recuperado é utilizado pela indústria de aço inoxidável. O cádmio fica nos fornos misturados com o zinco e chumbo e vai para uma outra empresa para posterior separação.

Já no Brasil uma empresa chamada SUZAQUIM vem anunciando que detém um processo para reciclagem de baterias de Ni-Cd, entretanto este ainda não é de conhecimento público. Produzem pigmentos para materiais cerâmicos e similares.

A reciclagem de baterias de Ni-Cd nem sempre se apresentou economicamente favorável devido à constante flutuação do preço do cádmio, assim ainda se estudam alternativas para a reciclagem visando melhorar os processos existentes ou ainda criar novos.

## 2.4 IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE E NO SER HUMANO

Os governantes do mundo inteiro devem adotar medidas para incentivar a reciclagem e prolongamentos da vida útil dos equipamentos eletro eletrônicos, devido ao impacto destrutivo dos componentes dessas máquinas no meio ambiente, como revelou recente estudo divulgado pelas Nações Unidas.

A fabricação de microprocessadores é uma das causas desta disparidade devido a seu peso extremamente baixo em relação à enorme quantidade de energia e produtos químicos necessários para fabricá-los, explicou um dos autores do relatório da pesquisa, Ruediger Fuehr. Treze países, a maioria deles europeus, aprovaram as normas que prevêm a obrigatoriedade de reciclar computadores destacou Eric Williams, co-autor do trabalho “Computadores e Meio Ambiente”, que contem as iniciativas do Japão e Taiwan neste sentido.

Os Estados Unidos, país que mais produz e compra computadores individuais, ainda não começaram a refletir sobre a maneira de reciclar e destruir as máquinas desatualizadas para impedir a contaminação gerada por alguns componentes da informática, destacam os autores. A conscientização dos problemas ambientais é



certamente muito inferior nos Estados Unidos do que na Europa acredita Williams. Para ele, a administração americana atual não está aberta a considerar novas regras, vide Protocolo de Kioto. A maioria dos computadores é fabricada nos Estados Unidos e sua resistência em adotar medidas é uma questão econômica.

As empresas têm se preocupado cada vez mais com os chamados passivos ambientais que são caracterizados pelo conjunto de obrigações assumidas em função de danos causados ao meio ambiente em consequência de atividades por elas desenvolvidas. Em geral, o passivo ambiental é composto por obrigações resultantes da contaminação de solos, disposição inadequada de rejeitos industriais, incômodos de vizinhança e outros, repercutindo negativamente na vida das empresas sejam nos aspectos econômicos, seja na própria imagem pública ostentada. Por outro lado, se as questões de meio ambiente são, com muita facilidade, enquadradas no conjunto de passivos empresariais, não é com a mesma facilidade que se identifica, numa firma adequadamente estabelecida do ponto de vista ambiental, um ativo econômico, que deve ser considerado com parte do valor da companhia.

Desde 1981, com a implantação da Lei 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente – no Anexo D desta dissertação), o licenciamento ambiental passou a ser exigido das empresas que, potencialmente ou efetivamente, são degradadoras do meio ambiente, apresentando alto risco de acumularem passivos ambientais. As licenças ambientais, inobstante a dedicação dos servidores dos órgãos ambientais, são documentos cuja expedição é extremamente complexa e demorada. Vários fatores concorrem para que assim seja. O mais importante é a contradição vivida pelos órgãos ambientais, que são demandados cada vez mais pela sociedade.

Se examinarmos as execuções orçamentárias dos anos 2002 e 2003, como exemplo, veremos que as restrições à área ambiental são crescentes. Em 2002 o orçamento do Ministério do Meio Ambiente foi de R\$ 530 milhões, dos quais apenas foram pagos R\$ 55,9 milhões (o equivalente a 10,55% sobre o valor autorizado). Já em 2003 (dados até setembro), o orçamento foi de R\$ 226 milhões dos quais foram pagos R\$ 3 milhões (1,19%) segundo dados da Consultoria de Orçamento e Fiscalização Financeira, Órgão da Câmara dos Deputados. Como se sabe, o

compromisso dos governos com determinadas causas não se mede por declarações, mas pelos orçamentos e sua execução.

Por outro lado, se verificarmos as estatísticas de licenciamento do Centro de Licenciamento Ambiental Federal, órgão do IBAMA, verificaremos uma tendência ao aumento da demanda por licenciamento ambiental. Note-se que o IBAMA tem demonstrado inapetência para gerir o licenciamento ambiental. A redução do número de licenças emitidas significa um maior afunilamento do processo e um gargalo que se romperá mais adiante.

É desnecessário lembrar que o IBAMA é responsável por uma pequena parte do licenciamento ambiental no Brasil. Lamentavelmente, não podemos esquecer que o desaquecimento econômico tende a pressionar para baixo o número de requerimentos de licenças ambientais. Em contrapartida, a crescente produção legislativa, com forte vocação controladora tende a sustentar uma taxa de crescimento nas exigências de licenças ambientais.

É de conhecimento público que, não raras vezes, a obtenção de uma licença ambiental pode se arrastar por longos anos, sem que o empreendedor tenha qualquer certeza de que irá obtê-la.

Os órgãos de controle e licenciamento ambiental tenderão a entrar em colapso, caso não haja uma rápida reversão no atual quadro de execução orçamentária das agências responsáveis pela gestão ambiental pública. Não se pode esquecer que a operação de uma instalação industrial sem as devidas licenças ambientais é crime previsto na Lei nº 9605/98 (Lei de crimes ambientais).

É no contexto acima mencionado que o “valor” da licença ambiental para uma empresa deve ser analisado.

O licenciamento ambiental deve ser considerado um ativo intangível, pois ele é uma condição essencial para o regular funcionamento de uma empresa. A inexistência do licenciamento é uma ameaça constante ao desenvolvimento de atividades industriais e econômicas, visto que pela conformidade ambiental de uma firma não se limita aos órgãos públicos encarregados do controle ambiental. Nos tempos modernos, a

conformidade ambiental das empresas é tema que extrapola a administração pública do meio ambiente e se alastra pela sociedade, que, mediante a constante vigilância das ONGs, exige dos empreendedores uma total submissão à legislação ambiental.

Igualmente, o Ministério Público encontra-se atento aos menores deslizes no que se refere à observância das leis ambientais.

Os próprios organismos financeiros, cada vez mais, exigem padrões ambientais adequados para a concessão de empréstimos. O licenciamento ambiental, neste caso, é a exigência mínima que estabelecem como pré-requisito para liberação de empréstimos. No caso de sociedades anônimas; a existência ou não de licenças ambientais constitui em “fato relevante” na vida das empresas, visto que poderá ter repercussão no preço das ações da companhia.

Valorizar uma licença ambiental é extremamente importante para as empresas que prezam o seu bom nome e que buscam dar cumprimento às normas legais em suas atividades. Infelizmente, muitas empresas ainda não acordaram para a importância do licenciamento ambiental e não dão a devida atenção ao seu encaminhamento.

Tramitam seguidamente nos Órgãos Ambientais processos mal elaborados, com análises técnicas insuficientes e poucas precisões nas informações, patrocinados por “despachantes” que os transformam em verdadeiros calvários empresariais. Fato é que, em boa medida, a demora nos processos de licenciamento se deve a pouca familiaridade dos empresários com a rotina administrativa específica que é fruto de uma compreensão equivocada do papel desempenhado pelo licenciamento ambiental na vida da empresa moderna.

Segundo publicado no *site* “Ambiente Brasil”, no caso do estado de São Paulo, por exemplo, há determinação governamental no sentido de que todas as antigas licenças de funcionamento (L.F.) sejam substituídas até 4 de dezembro de 2007 por Licenças de Operação (L.O) concedidas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Não é difícil perceber que a pressão sobre o órgão licenciador será enorme e que por maior que seja o esforço realizado, tempos difíceis se avizinham, tal é o número de empresas antigas no Estado.

Por tudo isso, uma empresa licenciada ambientalmente deve ser considerada como possuidora de um ativo intangível da maior importância, pois tem a garantia de operar sem os sobressaltos normalmente causados pelas questões ambientais.

As normas atribuem às empresas a responsabilidade sobre o material tóxico que produzem. Além de informar nas embalagens se o produto pode ou não ser jogado no lixo comum, os fabricantes e os importadores, deverão ser obrigados a instalar postos de coleta para reciclar o lixo ou confiná-lo em aterros especiais. As empresas que não seguirem as regras podem receber multa de até R\$ 2 milhões.

#### 2.4.1 Periculosidade e toxicologia de componentes de pilhas e baterias

As baterias contêm substâncias que oferecem perigos físico-químicos e efeitos toxicológicos em vários níveis e formas. A tabela a seguir apresenta os metais mais utilizados com seus respectivos riscos/toxicologia nas diferentes formas de contato e suas conseqüências.

**Tabela 4** – Efeito das substâncias tóxicas nos seres humanos.

ALGUMAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS QUE COMPÕEM AS PILHAS E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA			
Substância	Tipo de contaminação	Quantidade	Efeito
Mercúrio	Toque e inalação	Extremamente tóxico mesmo em pequenas quantidades	Estomatites, lesões renais, afeta o cérebro e sistema neurológico. Acumula-se no organismo
Cádmio	Inalação e toque	Altamente tóxico mesmo em pequenas quantidades	Acumula-se no organismo. Provoca disfunção renal
Zinco	Inalação	Só é perigoso em grandes quantidades	Problemas pulmonares
Manganês	Inalação	É perigoso mesmo em pequenas quantidades	Afeta o sistema neurológico, provoca gagueira irreversível e insônia
Cloreto de Amônia	Inalação	Perigoso mesmo em pequenas quantidades	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Chumbo	Inalação e toque	Extremamente tóxico mesmo em pequenas quantidades	Disfunção renal e anemia quando absorvido pela pele ou pulmão

Fonte: Ministério do Meio Ambiente – Fev/2004

A legislação dos EUA, estabelecida pela EPA (Environmental Protection Agency), exige a determinação dos resíduos de baterias, baseada em critérios de periculosidade representados por: inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, este último determinado pelas características de lixiviação ou percolação no sistema ambiental (separar substâncias por lavagem).

Os principais aspectos ou condições para determinação da periculosidade dos resíduos de baterias são mencionados a seguir:

#### Concentração efetiva do contaminante

A concentração efetiva de uma substância é aquela que causa uma resposta de magnitude definida em um determinado sistema. Em baixas concentrações, alguns metais podem ter papéis fisiológicos essenciais, mas os efeitos serão adversos quando em concentrações altas.

#### Persistência

Atributo de uma substância que descreve o período de tempo que determinada substância permanece em um ambiente antes de ser fisicamente removida ou quimicamente ou biologicamente transformada.

Os metais pesados não se degeneram quando liberados para o ambiente, podendo ter sua especificação química modificada, resultando em diferenças de reatividade do metal com tecidos biológicos.

#### Forma Química

Fração que está disponível e que pode ser mobilizada por forças físicas (vento e água, por exemplo) e sua distribuição entre os constituintes ambientais físicos e biológicos.

No caso dos metais pesados, a preocupação é identificar e quantificar os danos associados aos níveis de metais alterados no ambiente.

#### Mobilidade ou Migração

Determinação da migração de metais pesados, através do teste de percolação no ambiente, considerada mais importante, em várias situações do que o conteúdo de massa de contaminante presente no ponto de descarte.

#### Toxicidade

O teste avalia a lixiviação de resíduos, provocado por água e outros líquidos percolantes em condições simuladas de aterros e outros cenários para destinação, a fim de avaliar os riscos para o ser humano e/ou água subterrânea. O Code of Federal Regulations (CFR) indica 40 contaminantes para os quais testes devem ser executados e fornece as concentrações máximas que caracterizam a toxicidade.

A determinação da toxicidade requer bioensaios, procedimentos laboratoriais, que não são objeto do escopo deste trabalho. Nos EUA, a regulamentação estabelecida pela EPA (Environmental Protection Agency) vale para todos os Estados, exceto quando autorizado que legislação mais exigente seja conduzida localmente.

**Tabela 5** – Limites da EAP de contaminantes para bioensaio de percolação

Limites de contaminantes para o bioensaio	
Contaminante	Concentração em mg/L
Cádmio	1,0 mg/L
Cromo	5,0 mg/L
Chumbo	5,0 mg/L
Mercúrio	0,2 mg/L
Prata	5,0 mg/L

## Biomagnificação

Aumento da concentração de uma substância na medida que passa por sucessivos níveis ou elos da cadeia alimentar.

A toxicidade dos metais pesados é afetada por alterações nas condições biológicas dos organismos na água, do pH da água de chuva, entre outros fatores.

## Estimativa de danos

Nível crítico de um metal pesado relacionado ao seu alvo ambiental mais sensível.

## Alvo ambiental sensível

Para os metais pesados, são consideradas, entre outras condições ou situações de maior risco: a exposição intra-uterina, pós-parto ou idade adulta; localização do ser humano próximo aos locais de risco.

A determinação do alvo ambiental sensível requer análise criteriosa para especificação das condições de risco.

## Flamabilidade

Para pilhas e baterias, são levadas em considerações as seguintes condições:

- Líquido com ponto de ignição menor do que 60 ° C;
- Não líquido capaz de causar, sob condição normal de pressão e temperatura, fogo por fricção, absorção de mistura ou mistura química espontânea e, quando em chama, queima de maneira tão vigorosa e persistente que causa perigo;
- Gás comprimido inflamável;

- Presença de agente oxidante.

### Corrosividade

O resíduo sólido apresenta a característica corrosividade (EPA Hazard Waste Nr. D002) se a amostra representativa é aquosa e tem pH igual ou menor do que 2 ou igual ou maior do que 12,5.

### Reatividade

O resíduo sólido apresenta reatividade (EPA Hazard Waste D003) se a amostra representativa apresenta uma das seguintes propriedades:

- Normalmente instável e rapidamente passa por violentas mudanças sem detonação;
- Reage violentamente com água;
- Forma misturas potencialmente explosivas com água;
- Quando misturada com água, gera gases tóxicos, vapores ou fumaça em quantidade suficiente para apresentar perigo para a saúde humana ou o ambiente;
- É um resíduo contendo cianeto ou sulfeto que, quando exposto em condições de pH entre 2 e 12,5, pode gerar gases tóxicos, vapores ou fumaça em quantidade suficiente para apresentar perigo para a saúde humana ou o ambiente;
- Capaz de provocar detonação ou decomposição ou reação explosiva, sob pressão e temperatura padrão.



## Limites toxicológicos de metais pesados

A determinação da toxicidade, como está regulamentada nos EUA, é feita através do teste de lixiviação ou percolação. Os valores limites para exposição ou tolerância determinados para outros ambientes são estabelecidos por diversas agências.<sup>2</sup>

## Laboratórios de ensaios toxicológicos no Brasil

Na página do INMETRO na Internet, não constam nomes de laboratórios brasileiros certificados para realização de ensaios de periculosidades e toxicidade para resíduos de pilhas e baterias. Entretanto, se já não os estiverem fazendo, os laboratórios da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio e da Rede Brasileira de Laboratórios de Metrologia Legal e Qualidade do INMETRO certamente estão qualificados para realizar os testes, como os exigidos pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA.

O protocolo aparentemente mais complexo poderia vir a ser o de percolação ou lixiviação ambiental de metais pesados, simulando condições de aterros. Mesmo neste caso os laboratórios credenciados certamente não teriam maiores dificuldades. A principal questão parece ser de mercado, principalmente pela falta de definição de limites e de exigências legais, como acontece nos EUA.

O problema da avaliação de impacto representa um desafio maior, uma vez que requer a integração dos resultados das análises e interpretação dos efeitos para o homem e qualidade do ambiente específico, segundo a visão multi-profissional, inter e transdisciplinar, uma prática pouco exercida ainda, de modo geral<sup>3</sup>.

O Globo ilustrando o tema “E-lixo” diz:

Descarte de micros já é uma preocupação mundial. A decisão da Samsung de eliminar gradualmente o uso de substância tóxicas na fabricação de

---

<sup>2</sup> Tabelas fornecidas por Intertox, São Paulo, [www.intertox.com.br](http://www.intertox.com.br) e extraídas pela publicação editada por Azevedo, F.A de; Chasin, Alice A da M. 2003 – Gerenciamento da toxicidade – Editora Atheneu.

<sup>3</sup> (Tourrsend, T& Col 2003. A Guide to the Use of Leaching – Testes in Solid Waste Management Decision Making Department of Environmental Engineering .Saveus, Unviuersity of Flórida. Report # 03 - )1(A), 35 pp) <http://www.floridacenter.org>.

aparelhos partiu de um estudo do Greenpeace, que testou TV's e celulares da empresa e encontrou elementos nocivos, como retardantes de combustão usados em circuitos eletrônicos. Segundo John Butdher, do Greenpeace, trata-se de compostos tóxicos persistentes (as moléculas são degradadas lentamente) que se acumulam no corpo humano e de animais. Em pesquisas que também testaram produtos de outros fabricantes, foram encontrados ftalatos, retardadores de chamas, bromatos e outras substâncias que além de agressivas ao ambiente, oferecem riscos à saúde humana. (E-LIXO, 2004)

O retardador de chama bromato pode causar problemas hormonais, já o ftalato usado para tornar o PVC mais maleável, causa problemas no sistema reprodutor.

Estes e outros problemas dizem respeito apenas à exposição do ser humano a substâncias presentes em dispositivos eletrônicos.

De acordo com Butcher, um dos objetivos de Greepeace é evitar o acúmulo do e-lixo no meio ambiente.

Estas e outras substâncias são altamente poluentes, dentro e fora de casa. O problema pode parecer pequeno, mas este é um produto cuja produção aumenta e cada vez mais é descartado. Isso, sim, se torna um problema sério.

#### **2.4.2 Efeito do cádmio**

O cádmio é predominante consumido em países industrializados os maiores consumidores são EUA, Japão, Bélgica, Alemanha, Grã Bretanha e França, esses países representam cerca de 80% do consumo mundial.

Suas principais aplicações são como componentes de baterias de Ni-Cd, revestimento contra corrosão, pigmentos de tintas, estabilizantes, além, de ser elemento de liga para industria eletrônica.

Segundo publicado no *site* do "Ambiente Brasil", em 1986, o consumo americano de cádmio foi de 4.800 ton. Desse total 26% (1.268 ton) foram usadas em baterias. Estima-se também que 73% desse total (930 ton) foram para os depósitos de lixo

municipal. O descarte das baterias de baterias de níquel-cádmio nos lixos municipais representam 52 % de todo o cádmio descartados nesses locais naquele ano.

Os efeitos prejudiciais a saúde associados a exposição do cádmio começaram a ser divulgados na década de 40, mas a pesquisa sobre seus efeitos aumento bastante na década de 60 com a identificação do cádmio como principal responsável pela doença "Itai-Itai". Essa doença atingiu mulheres japonesas que tinham sua dieta contaminada pelo cádmio.

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.

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.

#### **2.4.3 Efeitos do mercúrio**

O mercúrio pode ser encontrado em baixas concentrações no ar, na água e no solo.

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 o homem.

O mercúrio é o único metal líquido à temperatura ambiente. Seu ponto de fusão é – 38,9 °C e o de ebulição é de 356,7 °C. É muito denso (13,5 g/cm<sup>3</sup>), e possui alta tensão superficial.

Combina-se com outros elementos como o cloro, o enxofre e o oxigênio, formando compostos inorgânicos de mercúrio, na forma de pó ou cristais brancos. Um desses

compostos é o cloreto de mercúrio, que aparece nas pilhas secas e prejudica todo processo de reciclagem se não for retirado nas primeiras etapas de tratamento.

Embora muitos fabricantes neguem, a maioria das pilhas zinco-carbono possui mercúrio em sua composição, proveniente do minério de manganês. Atualmente apenas alguns desses fabricantes têm encontrado soluções para evitar o uso desse metal. O mercúrio também se combina com carbono em compostos orgânicos. (fonte: Ambiente Brasil)

É utilizado na produção de gás cloro e da soda cáustica, em termômetros, em amálgamas dentárias e em pilhas. 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 considerado 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, comida contaminada ou ainda em tratamentos dentários. Em altos teores, o mercúrio pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos e causar vários distúrbios neuropsiquiátricos.

O sistema nervoso humano é também muito sensível a todas as formas de mercúrio. Respirar vapores desse metal ou ingeri-lo são prejudiciais porque atingem diretamente o cérebro, podendo causar irritabilidade, timidez, tremores, distorções de visão e da audição, além de problemas de memória. Podem ocorrer também problemas nos pulmões, náuseas, vômitos, diarréias, elevação da pressão arterial, irritação nos olhos, pneumonia, dores no peito, dispnéia, tosse, gengivite e salivação. A absorção pode se dar também lentamente pela pele.

No Brasil, os valores admissíveis de presença de mercúrio no ambiente e nos organismos vivos são estabelecidos por normas que estabelecem limites de tolerância biológica. A legislação brasileira através das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde estabelecem igualmente, como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho.

A legislação Brasileira através das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde e através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO..., 2004) estabelece como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho. O mercúrio ocupa lugar de destaque entre as substâncias mais perigosas relacionadas nessas normas.

Por sua vez a norma reguladora NR 15, do Ministério do Trabalho e Emprego, que trata das atividades e operações em locais insalubres, também lista o mercúrio como um dos principais agentes nocivos que afetam a saúde do trabalhador.

Em 1988, o consumo de mercúrio americano foi de 1755 ton. Desse total, 13% (225 ton) foi usado na produção de baterias de óxido de mercúrio, e aproximadamente 126 ton na produção de baterias para aplicações médicas, militares ou industriais. Portanto, ao menos, 56% do mercúrio usado na produção de baterias é usado em baterias não domésticas. (fonte: Ambiente Brasil)

Ao contrário do chumbo e do cádmio, espera-se que a quantidade de mercúrio consumido na produção de baterias continue a diminuir.

Além disso, os fabricantes e importadores devem implementar sistemas de coleta, transporte, armazenamento, reutilização, reciclagem tratamento e ou disposição final, em prazos definidos na legislação<sup>4</sup>. As pilhas e baterias que estiverem poderão ser dispostas pela população juntamente com os resíduos domiciliares desde que obedecem às especificações constantes do Artigo 6º (Anexo C).

A resolução parece bastante conservadora, uma vez que os limites propostos já estão na maioria dos casos dentro do que a maioria dos fabricantes de pilhas já alcançaram há alguns anos. Assim, apenas as baterias de Ni-Cd e chumbo-ácido seriam sujeitos a maior controle pelas empresas.

---

<sup>4</sup> Resolução CONAMA 257 e 263/99

Destaca-se que o efeito dos metais pesados depende muito do seu estado no material. As pilhas comuns e alcalinas, utilizadas em rádios, gravadores, walkman, brinquedos, lanternas, etc..., podem ser jogadas no lixo doméstico conforme determina a resolução 257 do CONAMA (ANEXO C).

Portanto, essas pilhas não precisam ser recolhidas em aterros especiais. Isto porque os fabricantes legalizados já comercializam no mercado brasileiro pilhas que atendem perfeitamente as determinações do CONAMA, no que diz respeito aos limites máximos de metais pesados em suas constituições. Essas são as pilhas e baterias seguintes:

- Níquel-Metal hidreto (Ni-MH) – Utilizados por celulares, telefones sem fio, filmadoras e notebooks
- Íons Lítio – utilizadas em celulares e notebooks
- Zinco-AI – utilizadas em aparelhos auditivos.
- Lítio /  $MnO_2$  – utilizadas em equipamentos fotográficos, agendas eletrônicas, calculadoras, relógios, computadores, “notebooks” e videocassetes.

Segundo a Resolução 257/99 do CONAMA, também podem ir para o lixo doméstico, bem como as pilhas/baterias especiais tipo botão e miniatura utilizadas em equipamentos fotográficos, agendas eletrônicas, calculadoras, sistemas de segurança e alarmes.

Portanto, somente devem ser encaminhados aos fabricantes e importadores desde 22 de julho de 2000, as pilhas/baterias de:

- Níquel-cádmio – utilizadas por alguns celulares, telefones sem fio e alguns aparelhos que usam sistemas recarregáveis;
- Chumbo-ácido – utilizadas em veículos (baterias de carro) e pela indústria, além de algumas filmadoras de modelos antigos. Essas baterias já possuem um sistema de recolhimento e reciclagem há muito tempo;

- Oxido de mercúrio – utilizadas em instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle (são pilhas especiais que não são encontradas no comercio).

No que depender das industrias de pilhas e baterias representada pela ABINEE, o meio ambiente no Brasil está protegido. No caso das pilhas e baterias cuja composição ainda não atenda à legislação, os fabricantes e importadores estão definindo a estratégia de recolhimento do produto esgotado.

Por outro lado, os defensores do meio ambiente, segundo fontes do site Ambiente Brasil, afirmam que o descarte indevido de pilhas/baterias no lixo comum acarreta sérios danos ao meio ambiente. Essas são compostas em sua maioria por metais pesados e outros componentes altamente tóxicos e nocivos aos seres humanos. O tempo de degradação na natureza dos metais pesados é infinito e das pilhas de 100 a 500 anos.

Entende-se que perigo ocorre quando se joga uma pilha ou bateria no lixo comum, pois há o risco dessas substancias entrarem na cadeia alimentar humana e terminarem acumuladas no organismo das pessoas. Nos aterros, expostas ao sol e a chuva, as pilhas/baterias se oxidam e se rompem; os metais pesados atingem lençóis freáticos, córregos e riachos contaminando a água que ingerimos e os produtos agrícolas irrigados pela água contaminada. Nas usinas de compostagem, a maior parte das pilhas/baterias é triturada junto com o lixo doméstico e o composto vai para os biodigestores liberando os metais pesados. O adubo resultante contamina o solo agrícola e até o leite das vacas que pastam em áreas que recebem adubação. A ingestão desses elementos pode causar sérios danos a saúde, tais como (vide também Tabela 4):

- Chumbo – Gera perda de memória, dor de cabeça, irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, anemia, depressão, insônia, paralisia, salivação náuseas, vômitos, cólicas, perda do tônus muscular, atrofia e perturbações visuais e hiperatividade;
- Lítio – Afeta o sistema nervoso central, gerando visão turva, ruídos nos ouvidos, vertigens, debilidade e tremores;

- Níquel – Provoca dermatites, distúrbios respiratórios, gengivites, sabor metálico, “sarna de níquel”, cirrose e insuficiência renal, agente cancerígeno;
- Cobalto e seus compostos – Existentes em bateria de lítio, causam a “sarna do cobalto”, além da conjuntivite, bronquite e asma;
- Dióxido de manganês – Usado nas pilhas alcalinas, provoca anemia, dores abdominais, vômitos, crises nervosas, dores de cabeça, seborréia, impotência, tremor nas mãos e perturbação emocional.

#### **2.4.4 Efeitos de bateria chumbo-ácida**

Segundo o Battery Council International mais de 97% são recicladas (mais precisamente recuperadas). Baterias chumbo-ácido atuais contêm 60 – 80% de chumbo reciclado e plástico (polipropileno). Recicladores são credenciados e enviam materiais recuperados para os fabricantes de baterias. Chumbo recuperado por fundição é mantido como barras de mais ou menos 1000 Kg.

O chumbo é o metal pesado mais abundante na crosta terrestre. Sua utilização data de épocas pré-históricas tendo sido amplamente mobilizado desde então. A sua exposição tanto ocupacional quanto ambiental tem levado a sérios problemas principalmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, pois nos desenvolvidos tem havido uma diminuição importante do seu uso, devido a novas legislações. A intoxicação aguda por esse metal tem diminuído muito nesses países enquanto a exposição crônica ainda é um problema. O contato humano com esse metal pode levar a distúrbios de praticamente todas as partes do organismo - sistema nervoso central, sangue e rins – culminando com a morte. Em doses baixas, há alteração na produção de hemoglobina (molécula presente nas células vermelhas do sangue, responsável pela ligação dessas células ao oxigênio) e processos



bioquímicos cerebrais. Isso leva a alterações psicológicas e comportamentais sendo a diminuição da inteligência um dos efeitos.

Há uma longa história sobre a intoxicação pelo chumbo nos alimentos e bebidas. No Império Romano era comum devido ao fato de serem os canos feitos de chumbo, assim como os vasos onde se guardavam os vinhos e alimentos. A exposição ambiental ao chumbo aumentou bastante após o processo de industrialização. Globalmente, calcula-se que cerca de 300 milhões de toneladas de chumbo já foram expostas no meio ambiente durante os últimos cinco milênios, especialmente nos últimos 500 anos. Após o advento do automobilismo aumentou-se bastante a exposição de chumbo devido ao seu uso junto com o petróleo.

Atualmente, a contaminação de chumbo nas águas, solo e ar continua significativa. 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 microgramas acima da concentração de 25 microgramas no sangue, há uma diminuição no QI de 1 a 3 pontos. A exposição prolongada deve-se a várias fontes – petróleo, processos industriais, tintas, soldas em enlatados, canos de água, ar, poeira, sujeira das ruas e vias, solo, água e alimentos.

Algumas profissões têm um risco muito maior: montagem de veículos, montagem e recuperação de baterias, soldagem, mineração, manufaturação de plásticos, vidros, cerâmicas e indústrias de tintas, oficinas de artesanato.

Em países desenvolvidos tem-se conseguido uma diminuição no uso de chumbo principalmente no petróleo, e a concentração sangüínea de chumbo nos cidadãos diminuiu drasticamente, cerca de 78%, nos últimos 20 anos. Países onde isto ocorreu foram a Alemanha, Bélgica, Nova Zelândia, Suécia e Inglaterra.

Na América Latina, a exposição é pequena através de tintas, mas é grande através de cerâmicas. No México, o risco de exposição ao chumbo esteve relacionado com o tipo de cerâmica utilizada para o preparo de alimentos. A África tem um petróleo com as maiores concentrações de chumbo do planeta. Na Tailândia, após a retirada do

chumbo dos combustíveis, houve uma melhora importante nas concentrações atmosféricas locais.

Devido à dificuldade de se acabar com as exposições globais de chumbo a curto e médio prazo, muito deve ser feito para localizar populações de risco e assim, alterar ciclos e processos industriais. O sucesso desse movimento está dependente do compromisso sério dos governos, incentivando políticas favoráveis para que um amplo consenso seja atingido.<sup>5</sup>

## 2.5 GERAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DO E-LIXO

Segundo a ABINEE (2005), no 3º trimestre de 2004, o faturamento da Indústria Eletrônica cresceu 29% em relação a igual período do ano passado. A área de Telecomunicações registrou incremento real de 20% no período citado. A introdução da tecnologia GSM e da nova geração CDMA continuou estimulando os negócios de telefonia móvel, que deverá atingir mais de 60 milhões de acessos até o final deste ano. Por outro lado, a telefonia fixa permaneceu com desempenho mais modesto, porém contou com a expansão dos negócios em banda larga e sistema de voz IP – Internet Protocol.

Com receita total de R\$ 81,6 bilhões, força de trabalho de 132,9 mil pessoas e volume de exportação de UF\$ 5.344 milhões em 2004 e crescimento esperado de 20% nos rendimentos para o ano de 2005 (ABINE 2005), a correlação, produção e venda de Equipamentos Elétricos Eletrônico (EEE) no Brasil transformou-se em uma das mais importantes indústrias exportadoras.

Para se ter uma idéia da dimensão que o e-lixo alcança no mundo, somente na Europa 8 milhões de toneladas de EEE são descartados todo ano. Como exemplo, o número mundial de telefones celulares obsoletos já é estimado como sendo superior

---

<sup>5</sup> Bulletin of The World Health Organization, out. - 2000, 78 (9)

a 500 milhões e continua a aumentar rapidamente. Telefones celulares descartados em aterros sanitários ou incinerados criam possibilidade de liberar substâncias tóxicas (metais pesados) que antes estavam nas baterias, circuitos impressos, displays de cristal líquido, carcaças de plástico ou fiação.

A crescente preocupação, que trata este estudo, a cerca do desenvolvimento do mercado tecnológico, está na geração de resíduos tanto por parte das indústrias, mais facilmente controláveis, quanto pelos consumidores. A disposição final do EEE é um fator de suma importância pelo volume que ocupa, cerca de 5% do volume total de lixo do planeta. Bem como o seu valor econômico de transformação, donde podem-se extrair materiais como ouro e prata dos equipamentos obsoletos e, também, seu valor ambiental, por possuírem componentes de matéria prima escassa e de difícil obtenção na natureza.

Para uma maior contextualização dos elementos utilizados pela Indústria Elétrica e Eletrônica é apresentada no Anexo A uma série de tabelas descrevendo o tipo de metal (coluna 1), a sua disposição na natureza (coluna 2), as fontes naturais (coluna 3), fontes antropogênicas (coluna 4), existência de fontes no Brasil (coluna 5), a produção mundial (coluna 6), o consumo mundial (coluna 7) e preço (coluna 8).

As tabelas do Anexo A foram produzidas a partir de pesquisa em sites de modo a equacionar os diferentes metais demandados na Indústria de EEE, dimensionando sua demanda global anual, eventuais preços, compondo com suas fontes de obtenção de modo a poder-se ter um cenário de alerta de esgotamento e necessidade de fontes alternativas e de reciclagem.

Já em uma frente pro-ativa, visando a minimização dos resíduos, estão as políticas de Ecodesing ou Desing para Ambiente (DpA) essas expressões são usadas para representar a concepção de projetos de produção de bens, serviços e infra-estrutura com maior eficiência, eficácia e efetividade ambiental, ou com o mínimo de consumo de materiais, de energia e de geração de resíduos, durante todo o ciclo de vida do produto.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Relatório elaborado para o Ministério do Meio Ambiente do Brasil; baterias esgotadas, legislação & modelos de gestão. Fev. 2004

A proposta de DpA atende à crescente tendência no uso da ética nas relações entre o sistema produtor de bens e serviços e a sociedade em geral, uma vez que leva em conta questões como:

- Segurança e saúde ocupacional;
- Saúde e segurança do consumidor;
- Integridade ecológica;
- Prevenção da poluição e redução do uso de produtos tóxicos;
- Segurança e uso de energia.

Para isso, são utilizados, entre outras, as ferramentas e estratégias mencionadas a seguir:

- Análise do ciclo de vida (avaliação de desempenho ambiental e de custo);
- Devolução garantida (take back e recompra);
- Eficiência econômica da remanufatura;
- Emissão zero;
- Engenharia reversa, análise de falhas e logística reversas;
- Estimativa de riscos ambientais de componentes individualizados dos produtos e processo;
- Menor intensidade material por serviço ou função;
- Oportunidade de recuperação e reutilização de materiais;
- Previsão para remontagem e reciclagem;
- Reutilização de partes na fase pós-consumo de produtos.

Estratégias de DpA (ordem prioritária não considerada):

- Recuperação e reuso de materiais e de componentes;
- Desmontagens: simplificação, facilidade de acesso e simplificação das interfaces dos componentes;
- Minimização de resíduos: redução na fonte, separabilidade, prevenção da contaminação, recuperação e reuso de resíduos, incineração;
- Conservação de energia, com redução de energia na produção, no consumo de força e no uso da distribuição e no uso de formas renováveis de energia;
- Conservação de material: produtos multifuncionais, especificação de materiais recicláveis, renováveis e remanufaturáveis, com maior longevidade, para recuperação de embalagens, reutilização de containers e desenvolvimento de programa de leasing;
- Redução de riscos crônicos: reduzir deliberações, evitar substâncias tóxicas/perigosas, evitar substâncias destruidoras da camada de ozônio, uso de tecnologia baseada em água, garantir biodegradabilidade de produtos e o descarte de resíduos;
- Prevenção de acidentes: evitar materiais cáusticos e ou inflamáveis, minimizar o potencial de vazamentos, usar fechos para proteção de crianças, desencorajar o mau uso pelo consumidor.

A preocupação com o desenvolvimento de novas tecnologias, que possam minimizar os resíduos na fonte, culminou em pesquisas a respeito de baterias de celulares em Amsterdã (Holanda). A fabricante franco-italiana de chips STMicroelectronics, segundo matéria divulgada pela Folha Online – Reuters em 2003, criou uma tecnologia para minúsculas baterias de celulares que só precisam ser recarregadas a cada 20 dias. As células combustíveis, que geram energia por meio de reações eletroquímicas entre o hidrogênio e o oxigênio, poderão vir a substituir as atuais baterias, que são mais pesadas e menos eficientes. A ST disse que as novas baterias seriam pequenas como as atuais de celulares. Além disso, as células de

combustível contêm algum tipo de álcool como o etanol, e não usam substâncias tóxicas nem metais pesados.

A ST Microelectronics fez o anúncio baseada no estudo de seus próprios pesquisadores em colaboração com cientistas da Universidade de Nápoles, do Laboratório da Pirelli e do Instituto CNR. A companhia foi responsável por grandes avanços no setor. Uma década atrás, lançou um chip, fornecido para a Nokia, que permitiu pela primeira vez que celulares funcionassem por vários dias sem troca de bateria. Embora a ST não tenha divulgado estimativas do preço da bateria com célula de combustível, disse que usará tecnologia de produção de chips comum, o que deverá manter seus preços acessíveis.<sup>7</sup>

Segundo Júlio Afonso e colaboradores <sup>8</sup>, a popularização de diversos produtos eletrônicos, bem como a promessa do carro elétrico, criam uma expectativa de crescimento exponencial da produção e do consumo de baterias de íon-lítio em curto prazo. Estima-se que, em poucos anos, o descarte dessas baterias levará a um sério problema ambiental. Com a eliminação, porém, surge também uma oportunidade de mercado voltada para reciclagem desses artefatos.

Em 2000, a produção mundial de baterias secundárias de íon-lítio chegou a ordem de 500 milhões de unidades. A partir daí, estima-se que a geração de resíduos de baterias usadas chegara de 200 mil a 500 mil toneladas, com teores (em massa) de cobalto entre 5% e 15%, bem como 2% a 7% de lítio.

O cobalto é o elemento mais valioso, juntamente com o eletrólito, como se vê na Tabela 06. Conseqüentemente, o processo de reciclagem necessitará recuperar pelo menos esse elemento químico.

---

<sup>7</sup> <http://www1.folha.uol.com.br/folha/reuters>

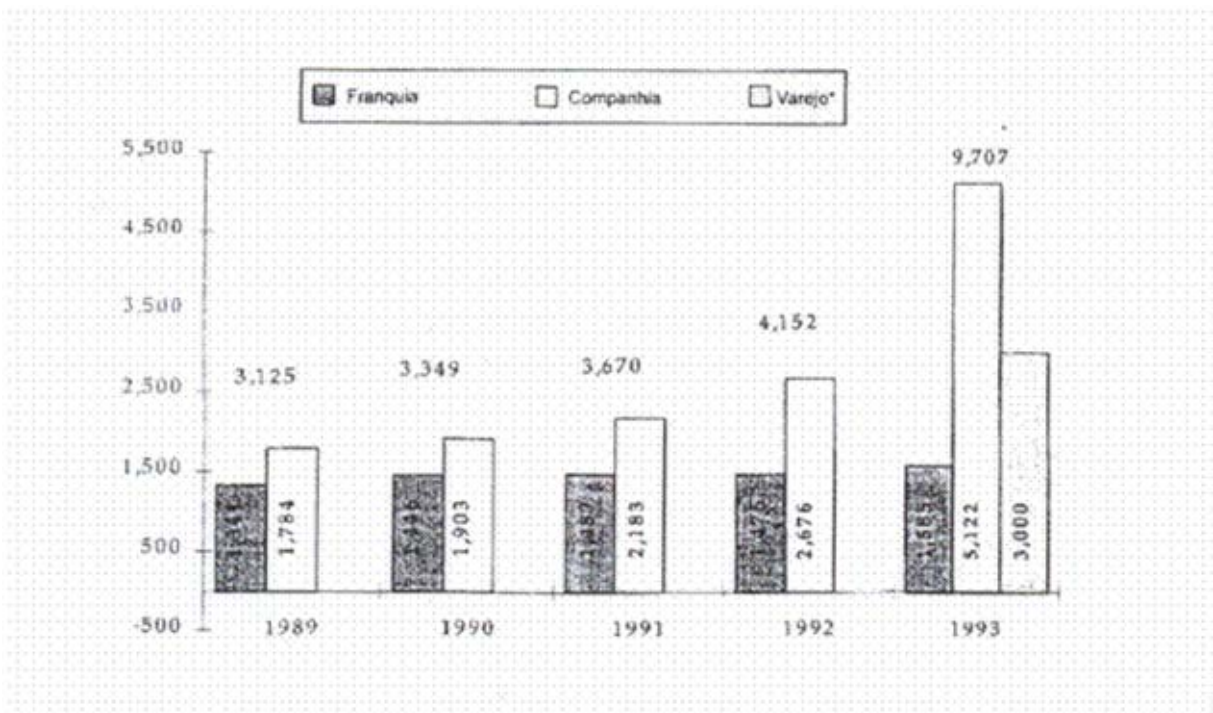
<sup>8</sup> Artigo divulgado em *Ciência Hoje* (vol. 35), por Julio Carlos Afonso, Roberto Giovanini Busnardo e Natália Giovani Busnardo.

**Tabela 6** - Componentes de uma bateria típica de íons Lítio (40g) e seus valores aproximados de mercado em 2001

<b>Componentes</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Valor Aproximado (dólares)</b>
Cobalto	6,5	0,248
Eletrólito	5,0	0,232
Alumínio	1,6	0,002
Cobre	2,8	0,005
Lítio	0,8	0,006

Por outro lado, o cobalto e o lítio estão sujeitos a um aumento de valor de mercado, o que pode incentivar a coleta seletiva e a reciclagem desses materiais. O cobalto apresentou de 1998 a 2002, uma variação de preço entre US\$ 20 e US\$ 40 por quilo, o que induz um grau variável de lucratividade, parâmetro crítico para que o processo de reciclagem se torne viável do ponto de vista econômico.

A *Figura 4* demonstra uma estimativa do número de baterias de íons de lítio disponíveis para reciclagem até 2004 nos Estados Unidos. Os números são baseados em perdas de 10% durante o processo de fabricação, uma vida útil de três anos para uma bateria nova e uma eficiência de coleta de baterias usadas de 50%. As baterias de lítio são essencialmente processadas em dois países: Canadá e Estados Unidos por dois processos: um utiliza criogenia (baixas temperaturas) na abertura dos produtos, enquanto o outro as incinera (processo pirometalúrgico).



**Figura 4** - Número de baterias de íons de lítio disponíveis para reciclagem.

Considerando a geração e disposição do lixo eletrônico, as fases de um processo de produção do lixo são minimizadas por ações reativas, reciclagem/reaproveitamento, ou pró-ativas como no desenvolvimento de tecnologias voltadas para o meio ambiente, fazendo com que o fim de vida útil de um produto seja equacionado de maneira a fechar um ciclo do nascimento à ressurreição.

A geração de lixo eletrônico é a consequência do processo evolutivo da tecnologia trazendo a obsolescência crescente de manufaturas as quais necessitam de uma destinação final. Em reflexo disso, adota-se a concepção de ciclo de vida que é uma expressão usada para referir-se a todas as etapas e processos de um sistema de produção de produtos ou serviços, englobando toda a cadeia de produção e consumo, considerando aquisição de energia, matérias primas e produtos auxiliares; aspectos do sistema de transporte e logística; características da utilização, manuseio, embalagem, marketing e consumos. Sobras e resíduos e sua respectiva reciclagem ou destino final.



A análise do ciclo de vida é um método para os sistemas de produto e serviço, considerando os aspectos do berço ao túmulo, estabelecendo vínculo entre esses aspectos e categorias de impacto em potencial liga a consumo de recursos naturais, saúde humana e ecologia.

A redução, reuso e reciclagem são processos que visam a minimização dos resíduos operando na fase de realização à disposição final do equipamento em questão. A redução acontece na fonte de produção dos materiais; o reuso não envolve qualquer mudança do material antes de sua reutilização e; a reciclagem envolve alguma mudança no material antes de sua reutilização que se traduz geralmente sob a forma de adição de energia no processo.

### 3 MODELO DE GESTÃO

#### 3.1 PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO

Arantes (1994) apresenta o estudo mais aprofundado sobre sistemas de gestão que tivemos conhecimento. Ele concebe o sistema de gestão como um conjunto de conceitos e técnicas (instrumentos) que auxiliam a administração “em seus esforços de definir os procedimentos e os métodos para execução das atividades, a fixar e compartilhar os papéis e as responsabilidades entre a equipe, a promover as relações e o entendimento comum”.

De todas as obras analisadas, a de Arantes (1994) é a única a definir claramente a diferença entre Administração e Sistema de Gestão, e a situar este como um elemento útil e necessário para que a Administração execute a bom termo sua tarefa empresarial.

Os sistemas de gestão empresarial encontrados hoje apresentam uma base conceitual muito mais aplicável à análise de sistemas gerenciais do que à sistematização de uma estrutura de sistema de gestão voltada para a organização como um todo aplicáveis à gestão de resíduos eletro-eletrônicos.

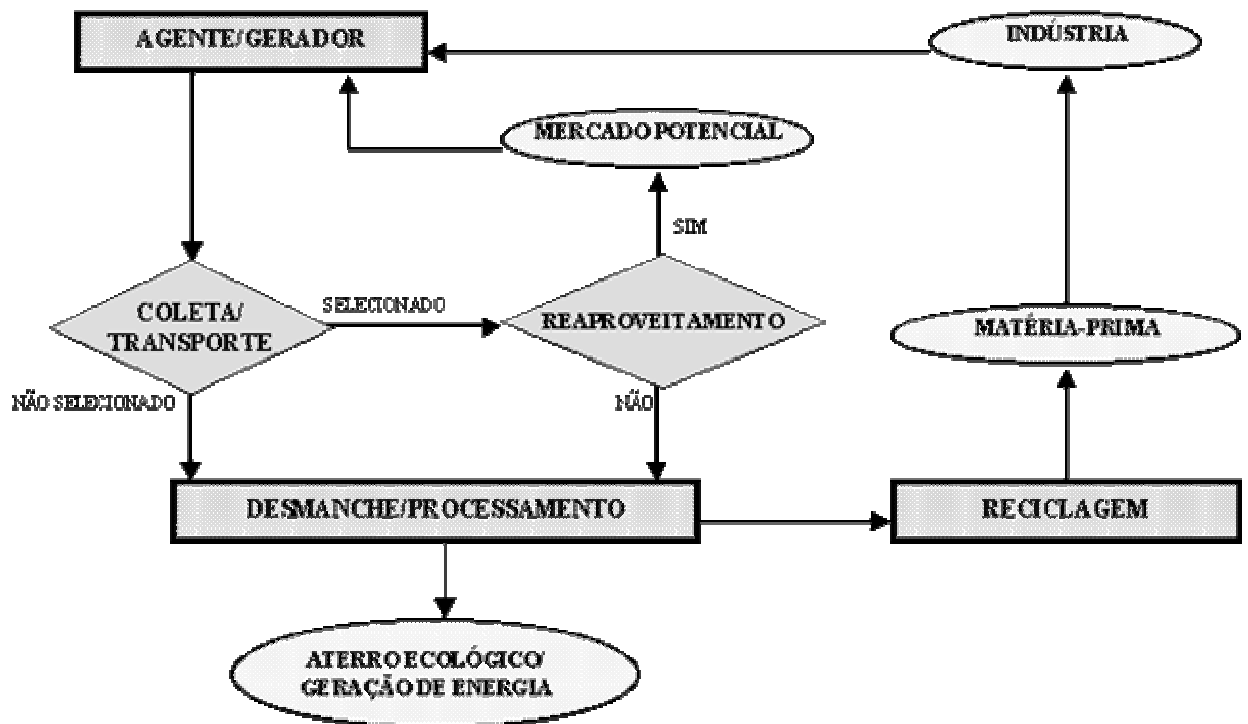
Assim como Arantes (1994), também visualizamos o sistema de gestão como um conjunto de ferramentas (instrumentos de gestão) que auxiliam o sistema a executar seus procedimentos de forma eficiente e eficaz. Assim, cada procedimento deve interpretar os objetivos propostos pelo sistema e transformá-los em ação, por meio de planejamento, organização, direção e controle de todos os esforços realizados em todas as áreas e em todos os níveis da empresa a fim de atingir tais objetivos (CHIAVENATO, 1995).

O modelo de gestão proposto neste trabalho se estrutura num conjunto de procedimentos compondo etapas estruturadas objetivando o tratamento adequado

do e-lixo de modo a evitar impacto no meio ambiente preservando o ser humano e a disponibilidade de recursos naturais.

Este procedimento tem seu início ao fim da vida útil dos EEE e seu fim pela obtenção de insumos através de processos de reciclagem. Pode ser dito como sustentável, uma vez que se baseiam na preservação ambiental, recursos naturais não renováveis e substituição por tecnologias mais eficientes.

A figura 5 representa um fluxograma das etapas a seguir detalhadas, o qual oferece uma visão sistêmica de todo o processo de tratamento de resíduos de EEE.



**Figura 5** – Fluxograma do Modelo de Gestão.

### 1ª Etapa: Agente/Gerador

Em uma análise do ciclo de vida útil do EEE constata-se que cada vez mais são encurtados o tempo de uso, sendo esses rapidamente substituídos por novos

modelos para poder atender às demandas do cotidiano. A consequência é uma maior geração de resíduos por parte do mercado.

Devido ao ganho em escala, os fatores materiais tóxicos e obtenção de matéria-prima, tomam uma maior importância aos olhos da sociedade, fabricantes ou importadores e governo. Congrega-se um triplice consenso para lidar com o problema do e-lixo adotando processos de logística reversa, responsável, visando desenvolver o mercado de maneira sólida e sustentável,

Alia-se o fato do surgimento da tendência de leasing de equipamentos eletrônicos, no qual, os fabricantes detêm a propriedade dos mesmos e ao término da vida útil estes retornam às fábricas nas quais seus componentes são reaproveitados ou reciclados, em projetos pré-concebidos para tal procedimento, dentro de uma política industrial. Adende-se a isto a necessidade de uma política voltada para o desenvolvimento de uma tecnologia de vida útil prolongada e ecológica, com uso de fontes de alimentação de maior autonomia.

## 2ª Etapa: Coleta/Transporte

Os equipamentos que tornaram-se obsoletos começam a convergir para o Desmanche/Remanufatura. O consumo dos EEE se dá de maneira a construir um cenário de grande dispersão dos insumos.

Na implementação de uma Logística Reversa para atender à demanda de coleta, torna-se imprescindível a capilaridade da rede de coleta a partir da utilização de empresas especializadas na coleta de lixo doméstico.

Essa etapa segue uma política de logística reversa que envolve a sociedade com conscientização e incentivos, os fabricantes ou importadores com a responsabilidade sobre o tratamento do e-lixo inclusive transporte e armazenagem, e o governo evoluindo junto às mudanças com a legislação e incentivos em prol do crescimento do mercado.

Pode-se distinguir níveis de coleta de resíduos da seguinte hierarquia:

- Doméstica: aquele de maior penetração, o qual seria atingido por empresas coletoras de lixo urbano através de processos de coleta seletiva;
- Operadores de EEE: aqueles que detêm grande quantidade de EEE que podem concentrar grande geração de e-lixo e assumir o take-back a partir de um credenciamento;
- Centros Coletores: centros estruturados para concentrar geograficamente a armazenagem em escala do e-lixo, com vistas ao transporte ecológico para atender à indústria de reciclagem.

Dentro desta perspectiva identifica-se a responsabilidade das empresas coletoras credenciadas do lixo urbano, empresas de resgate do e-lixo e também, por força de legislação, a obrigatoriedade das cadeias de venda a também se estruturarem para o resgate do e-lixo, a partir necessariamente de uma cultura de critérios de incentivos financeiros ao doador do e-lixo.

Entenda-se que as empresas credenciadas para coleta do e-lixo, são também habilitadas ao transporte do material tóxico, além de responsáveis pela Certificação de Destruição junto ao seu agente gerador.

### 3ª Etapa: Reaproveitamento

Através dos Centros de Coleta, proporcionado pela convergência da segunda etapa, é viabilizado o tratamento do terceiro nível, o reaproveitamento, para atendimento de demanda de menor poder aquisitivo e inclusão da tecnologia.

O processo de reaproveitamento tem a premissa de recondicionar os EEE obsoletos de forma a recolocá-los no mercado. Para tanto são explorados os potenciais de *up-grade*, aproveitamento de componentes e reuso de insumos. Esta etapa tem como característica a não utilização de energia na remanufatura dos insumos.

Um up-grade é uma atualização de um equipamento para que ele possa funcionar, como um todo, para os fins originais que foi desenvolvido. São usadas peças de outras máquinas sob a mesma condição e até mesmo a utilização de componentes novos se a relação custo-benefício for vantajosa.

No aproveitamento de componentes o foco é na utilização de partes/peças/componentes (ppc) que compõem um equipamento, dada a impossibilidade de sua utilização, seja econômica ou técnica, como um todo. Após o esse tratamento, o que for reutilizável segue para realimentar o mercado sob a forma de peças e componentes para manutenção.

No caso de processos de reaproveitamento de equipamentos específicos poderão ser criados “Centros de Coleta” também específicos, com incentivos particularizados com a finalidade de atender demandas localizadas de equipamentos remanufaturados.

Considerando que certamente não haverá demanda para absorver a totalidade dos lotes em fim de vida útil, tem-se que a etapa de reaproveitamento deverá, em bom percentual, ser contornado para o desmanche.

Com o papel de realimentar o mercado, é também atribuída a responsabilidade da reordenação econômica e regional a esta etapa. É fundamental a preocupação em direcionar as remanufaturas, produtos do reaproveitamento, de maneira a atender à demanda de regiões carentes de tecnologia, viabilizando a inclusão digital a um custo acessível e tornando ainda mais sólida a existência da indústria tecnológica.

Neste sentido a imigração transfronteiriça deve ser evitada, uma vez ser difícil o controle total sobre o ciclo, sendo muitas vezes o destino despreparado para o tratamento destes insumos.

Os resíduos remanescentes da remanufatura seguem o fluxo natural para Desmanche/Processamento de Insumos.

#### 4ª Etapa: Desmanche/Processamento de Insumos (Separação/Ordenação/Encaminhamento)

Os insumos recebidos são, primeiramente, desmanchados para melhor identificação dos p.p.c., e depois separados segundo o interesse de reciclagem.

Seguem para fase da trituração, onde são quebrados em pequenos pedaços e depois moídos.

Esta etapa qualifica os materiais que foram processados em aptos, ou não, à reciclagem. Nesta distinção são levados em consideração parâmetros de viabilidade econômica da reciclagem.

Separa-se em seguida o material não reciclável, mas que pode ser combustível para geração de energia através de queima controlada.

O resíduo tóxico não apto à reciclagem é compactado e encapsulado para impedir o seu contato com o ecossistema e armazenado apropriadamente, em aterros ecológicos. É efetuado um controle de entrada de resíduos industriais no aterro, seguindo uma classificação inerente ao grau de periculosidade, com objetivo de assegurar e garantir que se recebe somente resíduos industriais autorizados e compatíveis com as suas instalações e licenciamento ambiental do mesmo.

#### 5ª Etapa: Reciclagem

Nesta etapa que pretende reciclar a cultura da reciclagem objetiva-se reaver insumos em escassez na natureza, a partir de processos economicamente viáveis, tendo em vista os custos destes insumos encontrados na natureza e sua reserva, e visando ainda processos sustentáveis, reduzindo o impacto na geração de e-lixo.

Neste sentido, os processos hoje existentes requerem aprimoramento com vistas à escalas industriais e menor consumo de energia. Estes podem ser classificados em metalúrgicos, hidrometalúrgicos e pirometalúrgicos.

Este nível propicia um link entre o processamento de insumos e a indústria. A demanda por insumos reprocessados, o preço de obtenção de matéria prima e sua raridade na natureza determinam o grau de interesse da Indústria em obter matéria prima proveniente de reciclagem.

É também requerido pela indústria um grau de pureza dos elementos advindos da reciclagem que determina a qualidade de processo aplicado.

### 3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

Deste modo, procura-se sugerir para cada etapa do modelo de gestão um indicador que possa avaliar por parte uma entidade ligada à preservação do meio ambiente, a efetiva implementação e validade do modelo em suas diferentes etapas sem, todavia, a preocupação de estabelecimento de metas e assim propomos:

#### A) Índice Percentual de Resgate por Tipo de Equipamento ao Fim de Vida Útil:

Este indicador visa monitorar a efetiva atuação de resgate de EEE ao fim de vida útil tendo como referência a quantidade de um determinado produto vendido ao longo de um período por um determinado fabricante.

$$I_R = \frac{P_{resg}}{P_{vend}} \% \quad (\text{Índice de Resgate})$$

$P_{resg}$  → Total de um produto resgatado quando da venda deste produto ao fim de um período.

$P_{vend}$  → Total de um determinado produto novo vendido ao fim de um período.



### B) Índice Percentual de Reaproveitamento de um Definido Produto:

Este indicador visa quantificar níveis de reaproveitamento de produtos ao fim de vida útil, a partir de processos de *up-grade* ou simples conserto/revisão, com finalidade de utilização em processos menores, ou seja, este indicador monitora a terceira etapa prevista no modelo de gestão proposto.

$$I_{\text{Reap}} = \frac{Q_{\text{reaproveit.}}}{Q_{\text{recebuda}}} \%$$

$I_{\text{reap.}}$  = Índice de reaproveitamento

$Q_{\text{reap.}}$  → Quantidade total de um produto efetivamente reaproveitado no mercado de produtos usados no período.

$Q_{\text{recebida}}$  → Quantidade total de um produto efetivamente recolhidos no processo de reaproveitamento.

### C) Viabilidade Econômica da Reciclagem:

Este indicador visa avaliar a viabilidade econômica de obtenção de um determinado insumo tendo em vista seu custo de obtenção a partir de fontes naturais confrontando com fontes recicladas. Este indicador não faz distinção entre reciclagem primária ou secundária.

$$V_R = C_N - C_R$$

$V_R$  = Viabilidade da Reciclagem

$C_N$  = Custo unitário no mercado do insumo de fonte natural

$C_R$  = Custo unitário no mercado do insumo obtido a partir de reciclagem

#### D) Monitoração do Esgotamento de Reserva de Recursos Naturais:

Este indicador visa oferecer informações que estimem a possibilidade de esgotamento de um insumo, a partir da situação de demanda mundial atual e reservas do mesmo na natureza.

$$E_R = \frac{\text{Demanda\_Mundial\_Anual\_De\_Um\_Insumo}}{\text{Estimativa\_de\_Reservas\_Naturais\_deste\_Insumo}}$$

#### E) Índice de Utilização de Insumo Reciclado:

Este indicador visa quantificar níveis de insumos reaproveitados inerentes à cada produto novo.

$$P_R = \frac{I_R}{I_T} \%$$

$P_R$  → Índice de Insumos Reciclados em uma unidade de um produto

$I_R$  → Insumos reciclados

$I_T$  → Insumos totais

#### F) Investimento Voltado Para Incentivo de Resgate:

Este indicador objetiva aferir investimentos financeiros feitos pelos fabricantes visando o incentivo como o atrativo de consecução ao processo de logística reversa, por parte do consumidor final.

$$I_{NV_{inc}} = \frac{\text{Encargos\_Anuais\_de\_Incentivos\_de\_Logística\_Reversa\_De\_Um\_Produto}}{\text{Total\_De\_Vendas\_Anual/Produto}}$$

Todos estes indicadores são de obtenção de dados factíveis e disponíveis tanto nos fornecedores de insumos, fabricantes de produtos EEE, provedores de serviços e comércio, devendo ser monitorados por entidades governamentais para que se possa traçar políticas industriais e ecológicas frente ao grande desenvolvimento tecnológico.

## 4 CONCLUSÃO

### 4.1 ASPECTOS CONCLUSIVOS

A motivação de tratar-se o e-lixo deveu-se ao grande significado que este hoje tem e a tendência, cada vez maior, na era digital, do surgimento de dispositivos eletro-eletrônicos na vida diária de todos em uma sociedade.

Na nossa vida profissional de 30 anos na Embratel, tivemos a oportunidade de vivenciar a desativação de centrais telex que ocupavam áreas de cerca de 500 m<sup>2</sup>, nos quais os equipamentos foram simplesmente desmontados, ao fim de sua vida útil, e vendidos a peso, sem o menor cuidado do que continha esta sucata e tão pouco o possível destino inadequado da mesma. Tal fato nos levou a refletir que o problema do e-lixo não se resume ao descarte somente de baterias, celulares e desktops, devendo ser equacionado de maneira científica dentro da ótica de uma gestão ecológica e responsável ao nível de sobrevivência.

A primeira tentativa de levantar o problema foi no sentido de estruturar os insumos mais utilizados na microeletrônica e sua posição atual no mercado mundial, com preços, reservas, fonte de obtenção, demanda, consumo efetivo, etc, visando um mapeamento da situação e subsidiar uma proposta de modelo de gestão.

A partir do modelo de gestão apresentado, entendemos que este deverá ser usado no sentido de equacionar o descarte do e-lixo de forma ecologicamente correta minimizando e evitando a contaminação do meio ambiente com conseqüências positivas para o ser humano, viabilizando uma indústria lucrativa de reciclagem e aproveitamento de matéria prima. Paralelamente, poderá ser implantada uma ação de reuso de equipamentos que incorporará uma vertente social de redistribuição de oportunidades e até de inclusão social.

Dentro da indústria de reciclagem vê-se uma preocupação e oportunidade de desenvolvimento sustentável, no qual os insumos hoje usados na microeletrônica

tenham sucedâneos ou sejam obtidos a partir de fontes de reaproveitamentos e agentes tóxicos sejam substituídos no desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

Para tanto, há a necessidade do aperfeiçoamento da legislação nacional atual na qual haja o imperativo estabelecimento de agentes responsáveis pelo recolhimento do e-lixo, com criação de incentivos para o agente gerador, viabilizando uma rede de coleta com capilaridade, onde não existam impedimentos legais no transporte do e-lixo e onde uma estratégia esteja bem definida, de forma a não oferecer riscos à sociedade. Esta legislação também deverá incluir uma política de sensibilização a cerca da importância da adoção de procedimentos preconizados e onde haja um controle e monitoração, criando-se uma cultura de preocupação no destino de produtos eletrônicos ao final de sua vida útil.

#### 4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS QUESTÕES DA PESQUISA

A partir dos indicadores conceituados no item 3.2 entendemos que todas as questões formuladas no item 1.5 são atendidas de modo a poder-se administrar a aplicabilidade deste modelo e propor eventuais ajustes com o desdobramento dos indicadores apresentados.

Todavia deve-se ter atenção para produtos adquiridos no mercado paralelo, os quais não atendem às especificações nacionais, tais como pilhas que podem representar um elevado risco aos processos de gestão dos resíduos e mesmo ao descarte final destes. Deste modo, é imperativo uma legislação mais rigorosa, onde o Poder Público atue na fiscalização de modo que a efetiva punição ocorra, viado reprimir ações que possam trazer prejuízos ao meio ambiente.

Ademais, deve-se registrar que empresas multinacionais do porte da IBM e TIM estão fazendo esforços no sentido do desenvolvimento de processos preocupados com o meio ambiente e o impacto sobre o ser humano.

### 4.3 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

A partir do estabelecimento de metas factíveis para os indicadores concebidos sugerimos a aplicação do modelo conceitual proposto em corporações específicas e mesmo em universos da administração pública, onde possamos administrar índices de reaproveitamento de insumos, esgotamento de reservas de recursos naturais, desenvolvimento cada vez maior de tecnologias cada vez mais limpas, efetiva recuperação de equipamentos ao término da vida útil e índice de reaproveitamento de insumos em novos produtos.

Entendemos ser este modelo uma contribuição efetiva para o atual estado da arte no qual abre-se perspectivas de crescimento sustentável com a melhoria dos índices de qualidade de vida, inclusão digital e social e para o qual temos expectativas de um maior aprofundamento a cerca de definições destes indicadores numa possível dissertação/tese futura.

## REFERÊNCIAS

ABOUT INMETCO. Disponível em: <http://inmetco.com.about.htm>. Acesso em 01/2006.

ADAMS, A.P.; AMOS JR., C.K. Batteries. *The Mc Graw Hill Recycling Handbook*, [s.l.], pp 19.1 – 19.3.

AFONSO, J. C. *Filosofia e prática da reciclagem*. Rio de Janeiro: Instituto de Química UFRJ, 2004

AFONSO, Julio Carlos; BUSNARDO, Roberto Giovanini; BUSNARDO Natália Giovanni. **Baterias de lítio**: um novo desafio para a reciclagem. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 205, p. 72-75, junho de 2004.

ALLENBY, B. AT&T. Desmaterialization. *Industrial Ecology*, [s.l.], Março de 2004. Disponível em: <http://www.att.com> Acesso em: 01/2006.

AMMANN, P. Economic considerations of battery recycling based on recytec process, *Journal of Power Sources*, [s.l.], n. 57, pp. 41-44, 1995.

ANULF, T Sab Nife recycling concept for nickel-cadmium batteries: industrialized and environmentally safe process. In: INTERN. CADMIUM CONF., 6. 161-163. [s.l.]: Cadmium Assoc., 1990.

APLIQUIM TECNOLOGIA AMBIENTAL. Disponível em: <http://www.apliquim.com.br> Acesso em: março de 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://www.abnt.org.br> Acesso em: janeiro de 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). Março de 2004. Disponível em: <http://abinee.org.br> Acesso em: 10/2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO, RECUPERAÇÃO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS ESPECIAIS (ABETRE). Março de 2004. Disponível em: [www.abetre.com.br](http://www.abetre.com.br) Acesso em 10/2005.

BASEL ACTION NETWORK-BAN. Exporting Harm: The High-Tech Transhing of Ásia., 2002

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

BRASIL. Ministério do meio Ambiente.; baterias esgotadas, legislação & modelos de gestão. Fev. 2004. Relatório elaborado para o Ministério do Meio Ambiente do Brasil

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br/lego/nrs/nr15r.htm> Acesso em: dezembro de 2005.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 4.344/98**. Dispõe sobre a coleta e disposição final de baterias usadas de telefones celulares, e dá outras providências. Disponível em: [www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br) Acesso em: Março de 2004.

CÁDMIO (II): Proprietà ed Applicazioni. Metallurgia Italiana, Itália, n.82, v.1, pp.75-77, 1990.

CASTELLANI, C.V. Rayovac – Grupo Microlite, Comunicação Pessoal. [s.l.]: [s.d.]

CHOISE OF BATTERY CHEMISTRIES. Disponível em: <http://www.cadex.com/html/chemistry.htm>

CONVENÇÃO SOBRE O CONTROLO DE MOVIMENTOS TRANSFRONTEIRIÇOS DE RESÍDUOS PERIGOSOS E SUA ELIMINAÇÃO: CONVENÇÃO DA BASILÉIA DE 1989. Diário da República. Portugal: UNEP, 1993.

DAVID, J. Nickel-cadmium battery recycling evolution in Europe. *Journal of Power Sources*, [s.l.], n. 57, pp. 71-73, 1995.

DIRECTIVE 2002/96/EC of the European Parliament and the council on waste electrical and electronic equipment (WEEE) of 27 January, 2003.

EGOCHEAGA-GARCIA B. Developing The Waelz Process: Some New Possibilities For The Preparations of The Load in The Waelz Process and Ultradepletion of The Volatile Fraction Obtained In: THIS PROCESS, THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECYCLING OF METALS. *Anais...* [s.l.]: ASM 1997. pp. 387-402



E-LIXO. *O Globo*, Rio de Janeiro, 21 de junho de 2004

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA Disponível em: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)  
Acesso em: março de 2004.

EPAEUROPE. Disponível em: <http://www.epbaeurope.org/docs/pos03.htm> Acesso em: março de 2005.

EUROPEAN PORTABLE BATTERY ASSOCIATION – EPBA Position on the Proposed Prohibition of Nickel Cadmium Batteries. [s.l]: [s.d.], 1998.

FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT. Nature Conservation and Nuclear Safety, In: Waste legislation news: Ordinances of the Federal Republic of Germany on sustainable waste management, May 2003.

FLEISCHAMNN, M, Quantitative Models for Reverse Logistics, Springer Verlag, Berlin, 2001

FONTOURA, C. Bateria usada vira problema para donos de celular. *O Estado de São Paulo*, São Paulo. 24 de agosto de 1998.

FRANKE, Carsten. Tratamento de lixo tecnológico no Brasil e na União Européia. Ambiente Brasil, São Paulo. Disponível em: [http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&contudo=./residuos/artigos/trat\\_lixo.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&contudo=./residuos/artigos/trat_lixo.html) Acesso em: março de 2004.

FRENAY, J.; ANCIA, PH. & PRESCHIA, M., Minerallurgical and Metallurgical process for the Recycling of Used Domestic Bateriaes, In: Second International Conference on Recycling of Metals, 1994, ASM.

FRENAY, J.; FERON, S. Domestic Battery Recycling In: WESTERN EUROPE, INC: SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN RECYCLING IN WESTERN EUROPE, IN: SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN RECYCLING OF METALS AND ENGINEERED MATERIALS. *The Minerals Metal & Materials Society*, [s.l.], 1990.

GATNER. *Estudo da Gatner* DISPONÍVEL EM: [www.gatner.com](http://www.gatner.com) Acesso em março de 2004.

GD INTERNET. Disponível em: <http://www.gd.com.br/walter/Pilhas.htm> Acesso em: março de 2004.

GOERING, P.L.. WAALKES, M.P.; KLAASSEN. Toxicology of Cadmium In: GOYER, R.A.,CHERIAN, M.G. *Toxicology of metals: biochemical aspects*, Spring-Verlag, Alemanha: [s.l.], 1995.

HANEWALD, R.H, W.A.; SCHEWEYWE, D.L. Processing EAF dusts and Other Nickel-Chromium Waste Materials Pyrometallurgically at INMETCO. *Minerals and Metallurgical Processing*, [s.l.], nov, 1992, 169-173.

HANEWALD, R.H.; SCHEWEYER, L. DOUGLAS; HOFFMAN M.D. High Temperature Recovery and Reuse of Specialty Steel Pickling Materials and Refractories ar INMETCO. *Electric Furnace Conference Proceeding*, p. 141-146. 1991

HEMENWAY, C.G., GILDERSLUVE, J.P. ISO 14000: O que é? [s.l.]: *IMAM*, 1995.

INK BRAZIL.. Disponível em <http://www.inkbrasil.com.br> Acesso: Março de 2004.

JORDI, H.A., A Financing System for Batery Recycling in Switzerland, *Journal of Power Sources*,[s.l.], n. 57, 1995.

LIXO.COM.BR. *Coleta seletiva*. Disponível Em: <Http://Www.Lixo.Com.Br/Coleta.Htm> Acesso em: Março De 2004.

MOUSER, W.S.; MAHIER, G.T.Jr., KNEPPER, R.T.; KUBA, M.R.; PUSATERI, F.J. Metals recycling from steelmarking and foundry wastes by horsehead resource development. p. 145-157 *Eletric Furnace Conference Proceedings* 1992,.

PARANÁ. Casa Civil do Governo do Estado. Lei n. 12.493 de 05 de fevereiro de 1990. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. *Diário Oficial*, n. 5430 de 05/02/1999. Disponível em: <http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/0/7658813fa00d0c3803256e990068926c?OpenDocument>. Acesso em: 10/2005.

PORTAL DO GOVERNO DEMOCRÁTICO E POPULAR DE CAMPINAS. Serviço ao Cidadão. Disponível em: [http://www.campinas.sp.gov.br/limpeza\\_urbana/](http://www.campinas.sp.gov.br/limpeza_urbana/) Acesso em: Março de 2004.

PUTOIS, F. Market for nickel-cadmium batteries. *Journal of Power Sources*, [s.l.], n.57, 1995.

REALFF, Matthew J.; RAYMOND, Michele; AMMONS, Jane C. E- waste an opportunity. Giving Obsolete Electronics New Life. **Materials Today**, January 2004. Disponível em: <http://imt.cmg.net/newsletter.html?id=1071776093&y=us=TRIMTN406aec869c006&SMSESESSION=NO&SMSESSION=NO>

Rechargeable Battery Recycling Corporation. Disponível em: <http://www.rbrcc.com/inmetco.htm> Acesso em: março de 2004.

SCHMIDT F.-Bleek. *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS: Das Maß für ökologisches Wirtschaften* Birkhaeuser, 1993. Disponível em <http://Factos10Institute.org> Acesso em Março de 2004.

SCHWEERS, M.E.; ONUSKA, J.C.; HANEWALD, R.K: A pirometallurgical process of recycling cadmium containing batteries: Proceeding of HMC: South'92. New Orleans: [s.l], 1992.

SELIGER, S.; BASDERE, B.; CIUEK, M.Franke, C. Remanufacturing of Cellular Phones. In: CIRP SEMINAR ON LIFE CYCLE ENGINEERING, Copenhagen, Denmark, 2003.

SKERLOS, J. Basdere B. Environmental and Economic View on Cellular Telephone remanufacturing. *Proceedings Colloquium e-ecological manufacturing*, , Berlin: uni-edition, 2003.

SOARES, C. A. Pereira. *Modelo de Sistema de Gestão Aplicado à Empresa de Construção Civil*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

THE INTERNATIONAL METALS RECLAMATION COMPANY – INMETCO.  
Disponível em: <http://www.com/inmetco.htm> Acesso em: março de 2004

TOURSEND, T& Col/ A Guide to the Use of Leaching: testes in solid waste management dicision making department of environmental. *Engineering .Saveus*, Unviersity of Flórida. 1(A), 2003. <http://www.floridacenter.org>

TRATAMENTO de lixo tecnológico: no Brasil e na União Européia. Ambiente Brasil: Legislação ambiental pacote corporativo. Disponível em: [http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/artigos/trat\\_lixo.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/artigos/trat_lixo.html) Acesso em: março de 2004.

**ANEXOS**

## ANEXO A - Panorama econômico dos principais elementos encontrados em EEE

### INC – Informação não compilada

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Mercúrio Hg Grupo 12 Z=80	O Hg é raramente encontrado livre na natureza. Encontra-se amplamente distribuído, mas em baixas concentrações, por toda a crosta terrestre. Na forma de mercúrio elementar (Hg), encontra-se na 16ª posição em relação à sua abundância na natureza. Ocorre associado a outros elementos. O mais comum é o enxofre, com quem forma o minério cinabrio (HgS).	-aquecimento do Cinabrio, seguido de condensação;  -calcário, arenito, serpentina, andesita, basalto e riolita;  -erupções vulcânicas;  -evaporação natural;  -gaseificação da crosta terrestre;  -minas, as quais são responsáveis por emissões da ordem de 2700-6000 toneladas/ano. As três grandes minas do mundo: Almadém, na Espanha; Idria, na Iugoslávia; e Santa Bárbara, no Peru.	-garimpo;  -através de indústrias que queimam combustíveis fósseis, produção eletrolítica de cloro-soda, produção de acetaldeído, incineradores de lixo, polpa de papel, tintas, pesticidas, fungicidas, lâmpadas de vapor de mercúrio, baterias, produtos odontológicos e amalgamação de mercúrio em extração de ouro.	Não são conhecidas regiões de mineração de mercúrio com exceção de uma pequena área próxima a Ouro Preto	A produção mundial de Hg era de 4.000 toneladas anuais entre os anos de 1900 e 1940. Em 1968, a produção foi de 8.000 toneladas e, em 1973, atingiu 10.000 toneladas. No final dos anos 70, as taxas de produção desse metal começaram a cair: em 1959, 1980, 1985 e 1990 as produções foram de 4.900, 7.100, 6.800 e 5.100 toneladas, respectivamente.	INC	O valor comercial do Hg diminuiu pois em 1966, o preço era de US\$ 452, enquanto em 1969, esse valor subiu para US\$ 510, decrescendo drasticamente para US\$ 202 em 1972.

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Cádmio Cd Grupo 12 Z=48	Não é encontrado na natureza em estado livre. Extensamente distribuído pela crosta terrestre mas apresenta concentração média em torno de 0,1 mg/kg.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-rochas sedimentares;</li> <li>-fosfatos marinhos;</li> <li>-atividade vulcânica, que foi estimada como sendo responsável pela emissão de 200 a 500 toneladas do fluxo natural do metal;</li> <li>-rochas metamórficas negras em regiões do Reino Unido e dos Estados Unidos;</li> <li>-Incêndios em florestas, contribuindo com quantidade estimada entre 1 a 70 toneladas/ano</li> </ul>	Atividades envolvendo mineração, produção, consumo e disposição de produtos que utilizam cádmio (baterias de Ni-Cd, pigmentos, estabilizadores de produtos de policloreto de vinila (PVC), recobrimento de produtos ferrosos e não ferrosos, ligas de cádmio e componentes eletrônicos)	Não é auto-suficiente em cádmio e não possui reservas importantes.	A produção mundial de cádmio em 1987 foi de 18.566 toneladas.	<p>O consumo de cádmio varia de país para país dependendo das restrições ambientais do desenvolvimento industrial, das fontes naturais e dos níveis comerciais.</p> <p>Nos EUA houve uma queda de 50% no consumo de cádmio nos últimos três anos.</p>	INC
Chumbo Pb Grupo 14 Z=82	É relativamente abundante na crosta terrestre, tendo uma concentração média entre 10 e 20 mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>-minérios, sendo a galena (sulfeto de chumbo) a mais importante;</li> <li>-emissões vulcânicas;</li> <li>-intemperismo geoquímico;</li> <li>-névoas aquáticas-decaimento do gás radônio;</li> <li>-rochas ígneas e metamórficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-mineração e fundição de chumbo primário (oriundo do minério) e secundário (oriundo da recuperação de sucatas ou baterias);</li> <li>-combustão do chumbo na gasolina;</li> <li>-fundições de metais;</li> <li>-fábricas de baterias;</li> <li>-indústrias químicas.</li> </ul>	A produção de chumbo no Brasil refere-se exclusivamente ao chumbo secundário.	A produção mundial de chumbo metálico alcançou 6,63 milhões de toneladas no ano de 2000, sendo a América e a Ásia os maiores produtores. Os principais países produtores do chumbo nos últimos anos foram os EUA, China e Alemanha.	<p>No ano de 1999 atingiu um total de 6,249 milhões de ton, revelando uma quantidade 6,54% inferior à registrada em 1998.</p> <p>Em 2000, alcançou 6,449 milhões de toneladas, mostrando uma quantidade 3,1% superior à registrada em 1999.</p> <p>A América e Europa foram os principais consumidores seguidos da Ásia.</p>	INC

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
<p>Cobre Cu Grupo 11 Z=29</p>	<p>O cobre é amplamente distribuído na natureza e no estado elementar como sulfetos, arsenitos, cloretos e carbonatos. Na crosta terrestre, apresenta uma abundância natural de aproximadamente 60mg/kg (60ppm) e <math>2,5 \times 10^{-4}</math> mg/litro nos mares</p>	<p>-atividades de mineração e fundição, pela queima de carvão como fonte de energia e pelos incineradores de resíduos municipais.  -seu uso como agente antiaderente em pinturas, na agricultura (fertilizante, algicida, suplemento alimentar) e excretas de animais e humanos (esgotos)</p>	<p>-vulcões  -processos biogênicos  -incêndios florestais  -névoas aquáticas  -poeiras transportadas pelos ventos</p>	<p>As reservas brasileiras somaram 11,9 milhões de toneladas de cobre contido. No quadro mundial de reservas, a participação brasileira conservou-se no nível de 1,8%.</p>	<p>A produção mundial de concentrado de cobre em metal contido alcançou, no ano de 1999, uma quantidade de 12,6 milhões de toneladas, registrando um aumento de 3,3% em relação a 1998. Os principais produtores foram os países que detêm as maiores reservas do minério. O Chile, com 34,4% do total da produção, e os Estados Unidos, com 13,1%, lideraram a produção mundial. As reservas mundiais de cobre, atingiram, em 1999, um total de 650 milhões de toneladas de metal contido. Cerca de 40% dessas reservas estão concentradas no Chile (24,6%) e Estados Unidos (13,9).</p>	<p>O consumo aparente de concentrado de cobre alcançou em 1999, 226.301 ton de metal contido, revelando uma quantidade 31,1% superior ao registrado em 1998.  No que concerne ao cobre metálico, o consumo aparente passou de 314.820 ton, em 1998, para 313.840 ton.</p>	<p>Os preços médios do concentrado de cobre passaram de US\$ 554/t em 1998 para US\$ 498/t representando uma redução de 10,1% no período.  No Brasil, o cobre passou, em média de US\$ 1.738/t no ano de 1998 para US\$ 1.667/t em 1999, revelando uma redução de 4,1%.</p>

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Bário Ba Grupo 20 Z=56	O Bário é um elemento raro nas águas naturais, em teores de 0,0007 a 0,9 mg/L.	Intemperismo e erosão de depósitos naturais, normalmente veios, onde ocorre na forma de barita (Ba SO <sub>4</sub> ), ou feldspatos ticos em Ba	Perfuração de poços, onde é empregado em lamas de perfuração, produção de pigmentos, fogos de artifícios, vidros e defensivos agrícolas.	Em 2003, o Brasil participou modestamente com 0,3% das reservas e 1,0% da produção mundial.  O estado da Bahia é responsável por 96,0% da produção nacional e os estados de Minas Gerais e Paraná pelos restantes 4,0%.	A barita, sulfato de bário natural, é a fonte mais importante de obtenção de bário metálico e globalmente o principal insumo na indústria mundial de petróleo e gás natural, empregada como agente selador na lama de perfuração. Possui, ainda, aplicações relevantes nas indústrias: siderúrgica, química, de papel, de borracha e de plásticos. Atualmente, a barita é lavrada em 66 países, sendo a China a maior produtora e detentora de reservas, seguida pela Índia e Estados Unidos.	A estrutura brasileira de consumo de barita apresenta a seguinte distribuição média: Indústria química: 50,0%, Indústria petrolífera: 35,0%; Indústria metalúrgica, de tintas, vidros, borrachas, abrasivos, papéis, etc: 15,0%. O consumo aparente atingiu 68 mil toneladas, representando um valor 5,97% superior ao registrado em 2002, explicado pela redução drástica na exportação de barita beneficiada.	INC
Alumínio Al Grupo 13 Z=13	A pesar do alumínio ser um metal encontrado em abundância na crosta terrestre (8,1%) raramente é encontrado livre	Todo o alumínio da Terra combinou-se com outros elementos para dar forma a compostos. Dois dos compostos mais comuns são o sulfato de alumínio do potássio (KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O), e o óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).	São necessárias aproximadamente 2,3 ton de bauxita para a produção de 1ton de alumina, e 1,95 ton de alumina são necessárias para 1 ton de alumínio no processo de redução. A bauxita é a principal matéria-prima utilizada na indústria do alumínio. Trata-se de uma rocha constituída principalmente de minerais hidratados de alumínio.  -fábricas de embalagens, utensílios de cozinha e objetos decorativos construção civil	A bauxita, o principal minério do alumínio, possui reservas mais expressivas (95%) na região Norte (estado do Pará)	A produção mundial de alumínio atingiu 27,3 Mt contra 25,9 Mt no ano anterior, o que significa acréscimo de 5,4% resultado de aumentos na produção da China 20,9%; Brasil 5,5% e Noruega 9,1%. Cerca de 95% da produção mundial de bauxita são utilizados na produção de alumina	Consumo per capita brasileiro de Alumínio em relação a outros Países (em 2002) (kg/hab.) Japão 28,1 EUA 27,5 Canadá 25,7 Brasil 4,0 Argentina 2,3  Atualmente, a China consome cerca de 20% de toda alumina produzida no mundo.	US\$ 1.672,16/ton  O custo médio de energia para a indústria do alumínio no Brasil é de US\$ 19,1/MW, valor que vem se mantendo dentro da média mundial que é de US\$ 19,3/MW.



continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
<p>Arsênio</p> <p>As</p> <p>Grupo 15</p> <p>Z=33</p>	<p>É o 20º elemento em abundância da crosta terrestre e é encontrado na forma nativa e na forma de sulfeto em uma grande variedade de minerais que contém cobre, chumbo, ferro, níquel, cobalto e outros metais.</p>	<p>As minas de cobre e chumbo contém aproximadamente 11 milhões de toneladas de arsênio, especialmente no Peru e Filipinas. Também é encontrado associado com depósitos de cobre-ouro no Chile e de ouro no Canadá. O arsênio pode ser liberado na natureza através de causas naturais, como o contato da água de rios e nascentes com rochas que apresentam elevada concentração do metal.</p>	<p>-obtido pelo aquecimento de FeAsS (arsenopirita);</p> <p>-indústria eletrônica, como elemento de dopagem de semicondutores;</p> <p>-fábricas de lasers indústrias de inseticidas agrícolas;</p> <p>Na fusão de minerais de cobre, chumbo, cobalto e ouro se obtém trióxido de arsênio (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que se volatiliza no processo e é arrastado pelos gases da chaminé podendo conter mais de 30% do óxido.</p>	<p>INC</p>	<p>Reduzindo-se o óxido com carbono obtém-se o elemento. Entretanto a maioria do arsênio é comercializado como óxido. Praticamente a totalidade da produção de arsênio metálico é chinesa que é também o maior produtor mundial de trióxido de arsênio.</p>	<p>INC</p>	<p>INC</p>
<p>Berílio</p> <p>Be</p> <p>Grupo 2</p> <p>Z=2</p>	<p>O berílio é encontrado em cerca de 30 minerais diferentes, sendo os mais importantes berilo, bertrandita crisoberilo e fenaquita que são as principais fontes de obtenção de berilo.</p>	<p>Encontradas principalmente em depósitos pegmatíticos, atividades vulcânicas</p>	<p>Atualmente a maioria do metal é obtido mediante a redução do fluoreto de berilo com magnésio ou pela eletrólise do tetrafluoreto de berilo e potássio. As formas preciosas do berilo são a água-marinha e a esmeralda</p>	<p>As reservas oficiais desse minério em nosso País são pouco representativas embora com teores que variam de 10 a 12% de BeO.</p> <p>Encontra-se em rochas pegmáticas distribuídas nos Estados do Ceará, Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro.</p> <p>A produção bruta de rocha com Berilo no Brasil em 2003 foi inexpressiva, aproximadamente 345 kg</p>	<p>Juntos, EUA (62%), Rússia (25%) e China, repondem por 97% da oferta mundial de berílio. Estima-se que as reservas mundiais são acima de 80.000 toneladas</p>	<p>É principalmente usado em aplicações aeroespaciais, reatores nucleares (defesa militar), componentes elétricos, que são as principais fontes de consumo de produtos de berílio no mundo atual representam, por exemplo, 80% do consumo nos Estados Unidos.</p>	<p>US\$/kg 375</p>

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Cobalto Co Grupo 9 Z=27	O metal não é encontrado em estado nativo, mas em diversos minerais, razão pela qual é extraído normalmente junto com outros produtos especialmente como subproduto do níquel e do cobre	INC	Indústrias químicas	INC	As principais minas de cobalto são a cobaltita, eritrina. Cobaltocalcita e skuterudita. Os maiores produtores de cobalto são a China, Zâmbia, Rússia e Austrália	INC	INC
Cromo Cr Grupo 6 Z=24	O principal mineral é cromita (cromato de ferro (FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ). Outro mineral (pouco comum) é a crocóita (cromato de chumbo (PbCrO <sub>4</sub> ).	Encontrado em rochas, animais, plantas, solo, poeira e névoas vulcânicas.	Resíduos do cimento, soldagens, fundição, lâmpadas, minas, incineração de lixo, cinzas de carvão, etc. Obtido por eletrólise.	O Brasil praticamente o único produtor de cromo no continente americano, continua com uma participação modesta com cerca de 0,4% das reservas e de 1,2% de oferta mundial.  As reservas brasileiras de cromo estão distribuídas geograficamente nos Estados da Bahia (68,4%) do Amapá (27,0%) e de Minas Gerais (4,6%).	As reservas mundiais de cromo (medida + indicada), no ano de 2003, somaram 1,8 bilhão de toneladas em Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> contido, das quais 37,2% estão concentradas no Cazaquistão (26,1%) e na África do Sul (11,1%). Verificou-se uma redução da ordem de 96% nas reservas de cromo da África do Sul em relação a 2002. Em 2003, a produção mundial de cromo atingiu 114,0 milhões de toneladas, destacando-se como principais países produtores a África do Sul, com 46% dessa oferta, seguido do Cazaquistão com 17,1% e da Índia com 13,6%.	INC	INC

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Vanádio V Grupo 5 Z=23	É encontrado em cerca de 65 diferentes minerais. Os mais importantes são: carnotita, roscoelita, vanadinita, patronita. É encontrado também em alguns minerais de fosfatos e de ferro e também em alguns tipos de petróleo cru, na forma de complexos orgânicos.  Alguns tipos de meteoritos contêm uma pequena quantidade do metal.	Vanádio de alta pureza pode ser obtido pelo aquecimento do minério com carbono e cloro produzindo o cloreto (VCl <sub>3</sub> ) e posterior redução com magnésio em atmosfera de argônio	A maior parte do vanádio é usada como componente de liga para aço.	No triênio 2001/2003 o Brasil não produziu a liga ferro-vanádio, que era originária de concentrados de vanádio importados.  As reservas representam 0,45% do total mundial.	China produz 35 mil toneladas (58,3% da produção mundial) seguida pela África do Sul com 15 mil ton (25%).	O consumo aparente da liga ferro-vanádio, em 2003 foi de 1.312 t em relação ao ano anterior. Essa liga é utilizada internamente, quase que na totalidade, para a fabricação de aços especiais. Enquanto o consumo de pentóxido de vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) destina-se, quase que integralmente à produção da liga Fe-V, com pequena parte a indústria química e petroquímica.	Pentóxido de vanádio (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (US\$/t-FOB)  4.674,90  Ferro-Vanádio3 (exportação) (US\$/t-FOB)  8.642,86
Tântalo Ta Grupo 5 Z=73	Encontrado em minerais como a columbita (Tântalo-niobato de ferro e manganês) e a Tantalita(tantalato e niobato de ferro e manganês).	INC	Obtido por eletólise do fluortantalato de potássio fundido;  Obtido pela redução do fluortantalato de potássio e sódio;  Obtido pela reação do carbeto de tântalo com o oxido de tântalo;  Indústrias químicas;  Indústrias de capacitores eletrolíticos;  Reatores nucleares;  Fábricas de aviões e mísseis.	Brasil permanece na liderança mundial com 46;16% das reservas mundiais, seguido pelas reservas da Austrália com 41,54%.	Produção mundial de 1,454 t e a demanda na indústria eletrônica já atingiu os níveis mínimos (2001/2002) e há necessidade de crescimento, especialmente no Oriente.	O consumo doméstico de tântalo é na forma de produtos industrializados importados dos países que detêm tecnologia de ponta, principalmente na forma de componentes para a indústria eletrônica e de concentrados para a produção de óxidos.	Tantalita US\$ 27,50 /lb

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
<p>Titânio</p> <p>Ti</p> <p>Grupo 4</p> <p>Z=22</p>	<p>Está presente em meteoritos, no Sol e em outras estrelas. Rochas lunares contêm o óxido. Na crosta terrestre é o nono elemento mais abundante.</p> <p>Alguns minerais são o rutilio (óxido de titânio), a ilmenita (titanato ferroso, TiFeO<sub>3</sub>) e o esfênio (também chamado de titanita, silicato de titânio e cálcio).</p>	<p>Rocha ígneas e sedimentos delas derivados</p>	<p>Obtido pela redução do tetracloreto de titânio com magnésio</p> <p>Indústrias químicas</p> <p>Fábricas de próteses dentárias e ósseas</p> <p>Indústrias de tintas</p> <p>Fábricas de vidros iridescentes</p>	<p>O Brasil é detentor das maiores reservas de Titânio na forma de Anatásio, concentrado nos Estados de Minas Gerais e Goiás.</p>	<p>Da produção doméstica de metais a base de titânio nos EUA 55% foi usado em aplicação aeroespacial e os 45% restantes em armas, processos químicos, medicina, geração de força, etc.</p>	<p>Cerca de 85% dos concentrados provenientes dos minérios de titânio são direcionados para a produção de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), os setores de tintas e vernizes (70,0%), plásticos (20,0%), celulose e outras aplicações (10,0%), constituem os consumidores da esfera de pigmentos de titânio no país.</p> <p>Os 15% restante é utilizado na fabricação de titânio metálico, eletrodos e soldas e outros.</p>	<p>Conc. Rutilo (2) (US\$/t-FOB) 450,82</p> <p>Pigmentos dióxido de titânio (4) (US\$/t-FOB) 1.701,80</p>
<p>Níquel</p> <p>Ni</p> <p>Grupo 10</p> <p>Z=28</p>	<p>É encontrado na maioria dos meteoritos e freqüentemente a sua presença serve para distinguir o meteorito de um mineral.</p> <p>Alguns minerais são: nicolita (arseniato de níquel), pentlandita (sulfeto de ferro e níquel, (Ni,Fe)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>, pirrotita (sulfeto de ferro, que pode ter níquel como impureza).</p>	<p>INC</p>	<p>Obtido pela redução dos minerais.</p> <p>Fábricas de resistências elétricas, moedas, tubulações e baterias industriais de ligas para imãs permanentes e de aços inoxidáveis.</p>	<p>No Brasil as principais reservas localizam-se nos Estados de Goiás (74,0%), Pará (16,7%), Minas Gerais (5,15) e Piauí (4,2%).</p>	<p>A produção mundial também apresentou, um saldo positivo de 6,2% em relação ao ano anterior. No Brasil, o aumento de 1,8% no total da produção de níquel contido no minério elevou o país para a 9ª classificação.</p> <p>Em 2003 a produção brasileira de níquel totalizou 30.514 ton.</p>	<p>INC</p>	<p>Ferro Níquel (US\$/t-FOB) 2.595,114</p> <p>Níquel Eletrolítico (US\$/t-FOB) 10.251,90</p>

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Índio In Grupo 13 Z=49	Estima-se que seja tão abundante quanto a prata.  De forma mais freqüente, está associado a minerais de zinco, mas é encontrado também em minérios de ferro, chumbo e cobre	INC	Obtido como subproduto do processamento de minérios de zinco e chumbo fábricas de transistores de germânio, retificadores, termistores e fotocondutores	INC	INC	INC	INC
Estanho Sn Grupo 14 Z=50	O principal minério é a cassiterita(óxido de estanho,SnO <sub>2</sub> ). Encontrado também na estanita (sulfoestannato de cobre e ferro(Cu <sub>2</sub> FeSnS <sub>4</sub> ).	INC	Obtido pela redução do minério com carvão em forno revêrbero,fabricas de vidros.	As principais jazidas do País situam-se no domínio da região Norte,envolvendo os estados do Amazonas e Rondônia,que respondem por 70%e 20% da reserva nacional ,respectivamente.	A produção mundial em 2003 foi da ordem de 263.517t de Sn-contido. A China (34%) mantém-se hegemônica, seguida do Peru(24,7%)e Indonésia (23,1%), que correspondem por cerca de 81,5%da produção mundial. Discreto, o Brasil participou com apenas 4,6%.	O consumo doméstico aparentemente pode-se considerar estável nos últimos três anos. Em 2003 , as vendas para o mercado interno foram de 6,334t de Sn-metálico com a Mamoré mantendo-se como principal produtora de lingotes de estanho alta pureza (99,99%).	Sn-metálico US\$ 6.585,00/t
Ouro Au Grupo 11 Z=79	Ocorre de forma livre e em teluretos, em geral em veios e depósitos aluviais.  Também ocorre na água do mar em proporções de 0,1 a 2 mg/t, dependendo do local	Rios e riachos	Obtido de outros minerais por lavagens e processos como cianetação, amalgama, fusão.  Mineração.	As reservas brasileiras de ouro (Medida+ Indicada) estão avaliadas em aproximadamente, 1.170 ton, representando apenas 1,3% do total mundial estando distribuídas nos estados do Pará (52,3%), Minas gerais (35,0), Bahia (4,2%), Goiás (3,2%), Mato Grosso (2,5%) e outros (2,8%).	A produção mundial de ouro durante o exercício de 2003 atingiu cerca de 2.600 toneladas, destacando-se as produções da África do Sul (450 ton, registrando acréscimo de 12,8% em relação ao ano de 2002); Austrália (275ton, aumento de 0,7%) e Estados Unidos (266ton, decréscimo de 10,7%). Nesse contexto, a produção nacional é bastante discreta, tendo atingido 40,4 toneladas, representando cerca de 1,5% da produção global.	O setor de joalheria é o principal mercado consumidor mundial de ouro no ano de 2003, tendo absorvido cerca de 78,4% da oferta global, seguidos pela demanda para fins industriais e odontológicos (11,9%) e investimentos financeiros (9,7%).	366US\$/OZ Onça (28,3g)

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Gálio Ga Grupo 13 AZ=31	É um elemento pouco abundante .  Ocorre em forma de traços, no diaspório (hidróxido de alumínio), e no carvão mineral	Rochas sedimentares	Obtido como subproduto da metalurgia do alumínio  Obtido através da eletrolise de soluções usadas na purificação da bauxita	INC	INC	INC	INC
Ferro Fe Grupo 8 Z=26	O elemento é relativamente abundante no universo.  Encontrado no Sol e em muitas outras estrelas em consideráveis quantidades. É o principal componente da classe de meteoritos chamada siderito.  Abundância no crosta terrestre.	Rochas sedimentares  Atividades vulcânicas	Obtido através da redução do óxido com carvão industrial	As reservas brasileiras estão assim distribuídas:  Minas Gerais (70%), Pará (7,3%), Mato Grosso do Sul (21,5%) e outros estados (1,2%). O Brasil detem ainda reservas inferidas da ordem de 37,6 bilhões de toneladas.  As reservas mundiais de minério de ferro (medidas mais indicadas) são da ordem de 330 bilhões de toneladas	A produção mundial de minério de ferro em 2003 foi de cerca de 1,1 bilhão de toneladas. A produção brasileira representou 20,9% da produção mundial.	O consumo interno de ferro está concentrado na indústria siderúrgica (usinas integradas e produtores independentes de ferro-gusa) e nas usinas de pelotização. Em 2003 esse consumo foi de 103,5Mt (12,1% maior que o registrado no ano anterior). A indústria siderúrgica consumiu 54,6Mt de minério para produzir 32,5Mt de gusa, enquanto as usinas de pelotização, para produzir 45,3Mt de pelotas, consumiram 48,9Mt de minério. A produção brasileira de aço bruto em 2003 totalizou 31,2Mt.	US\$ 16,67/ ton

continuação

Metal	Natureza	Fontes Naturais	Fontes Antropogênicas	Brasil	Produção Mundial	Consumo Mundial	Preço/ton
Magnésio Mg Grupo 2 Z=12	<p>É o oitavo elemento mais abundante na crosta terrestre cerca de 2,5% em peso. Não é encontrado em forma livre.</p> <p>Água do mar contem cerca de 1300 ppm de magnésio em peso, na forma de cloreto (MgCl<sub>2</sub>).</p>	<p>Mares e oceanos na forma de MgCl<sub>2</sub>. Água do mar contem cerca de 1300 ppm de magnésio em peso, na forma de cloreto (MgCl<sub>2</sub>).</p> <p>Os principais minerais são a magnesita (carbonato de magnésio, MgCO<sub>3</sub>) e a dolomita (carbonato duplo de cálcio e magnésio, MgCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>).</p>	<p>Obtido pela eletrolise do cloreto de magnésio fundido</p> <p>Obtido pela redução direta de um minério com um agente redutor adequado</p>	INC	INC	INC	INC
Silício Si Grupo 14 Z=14	<p>Na água a sílica pode estar sob as seguintes formas</p> <p>a) íon SiO<sub>4</sub> (forma solúvel);</p> <p>b) sílica coloidal e;</p> <p>c) sílica particulada (no fitoplâncton). Não é encontrado livre na natureza.</p> <p>Na terra ocorre principalmente na forma de óxidos e silicatos (combinação da sílica, o dióxido de silício SiO<sub>2</sub>, com um ou mais óxidos metálicos e água).</p>	<p>Rochas sedimentares</p> <p>Silício é encontrado no sol e demais estrelas e é o principal elemento dos meteoritos chamados aerólitos</p> <p>Representa cerca de 25,7% da crosta terrestre em peso e é o segundo elemento mais abundante, superado somente pelo oxigênio.</p>	<p>Decomposição de minerais de silicato de alumínio</p> <p>Fabricas de vidro</p>	Abundante nos solos tropicais do Brasil.	INC	INC	INC

**ANEXO B -Legislação e modelos de gestão mundiais de pilhas esgotadas (Relatório do Ministério do Meio Ambiente – fevereiro 2004)**

A tabela a seguir apresenta a situação regulacional em diferentes países com suas responsabilidades

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
Portugal – Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis	Municípios	Rede para acumulares automotivos	Pontos de venda de baterias, coleta municipal	Governos municipais		
Áustria – Sujeita à Diretiva/EEC e subseqüentes aplicáveis		Fabricantes e importadores	Rede de vendas de baterias, disposição domiciliar periódica de resíduos perigosos	<a href="http://www.batteriensammeln.at">www.batteriensammeln.a</a> †	Associação de indústrias e importadores de baterias Umweltforum Batteerien(UFB)	
Dinamarca – Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis; Statutory Order nr.93 of Feb 22, 1996 on collection of hermetically sealed nickel-cadmium batteries) and remuneration for collection and disposal for recycling	Municípios	Taxas vergas para por produtores e importadores de baterias e produtos com baterias	Pontos de descartes	Governo municipal <a href="http://www.mst.dk">www.mst.dk</a>		



continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
Finlândia – Sujeita à Diretiva da Comunidade Européia 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis		Produtores, distribuidores, varejistas e atacadistas de baterias e produtos contendo baterias  Baterias e produtos que contém certos tipos de baterias	Rede organizada por SCRELEC	Pagamento de taxa para SCRELEC Collection and Recycling of electrical and Electronic Equipment Company, conforme o peso de depósito, caixas para pequenos resíduos químicos e veículo de coleta (scw chemocar); entrega na rede de vendas e supermercados, considerada a melhor do mundo		
França – de acordo com a Diretiva da Comunidade Européia 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis.		Produtores, distribuidores, varejistas e atacadistas de baterias e produtos contendo baterias.	Rede organizada por SCRELEC.	Pagamento de taxa para SCRELEC. Collection and Recycling of electrical and Eletronic Equipment Company, conforme o peso de baterias colocadas no mercado.  <a href="http://www.screlec.fr">www.screlec.fr</a>		

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
espanha – sujeita à diretiva 91/157/EEC e subsequentes aplicáveis, real decreto 45/1996, de 19 de enero, por el que se regulan diversos aspectos relacionados com las pilas y los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas boe 48, de 24-02-96	Municípios	Em articulação com a indústria para definição de responsabilidades privada de gestão e reciclagem		<a href="http://www.mma.es/normativa/egis6.htm">www.mma.es/normativa/egis6.htm</a>		Aterros controlados ; valorização energética (incineração) sujeita à opinião pública
Suíça – Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subsequentes aplicáveis		Recycling Guarantee programa patrocinada por Swiss Economic Association of Information, Communication and Organization Technology (SWICO)	Pagamento de taxa (opcional para as recicladoras)	<a href="http://www.swico.ch">www.swico.ch</a>	Racymet e Batrec (Suíça) e SNAN (França)	

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	D estinação
	Governo	Setor privado				
Bélgica - Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis. Taxas verdes <a href="http://fetew.rug.ac.be/ceem/publications/tax2.pdf">http://fetew.rug.ac.be/ceem/publications/tax2.pdf</a>		Rede de coleta por organizações sem fim lucrativos, patrocinada pelo setor privado		Pagamento de contribuição pela indústria <a href="http://www.bebat.be/pages/em/maincont.htm">http://www.bebat.be/pages/em/maincont.htm</a> Baterias colocadas no Mercado. <a href="http://www.screlec.fr">www.screlec.fr</a>		
Alemanha – German Battery Decree – BattV. Diretiva 91/157/EEC, 18/March/1991, Diretiva 93/86/EEC, 04/Oct/1993, Diretiva98/101/EC 22/Dec/1998		Fundação criada por produtores de baterias e produtos eletroeletrônicos – GRS Gemeinsamen Rucknahmesystems Batterien	Vaseilhames em pontos municipais nas principais lojas de rede de venda de baterias recarregáveis; remessa por correio para pontos de reciclagem e deposição controlada.	Pagamento de taxa à GRS, de acordo com o peso e volume de baterias colocadas no mercado. <a href="http://www.grs-batterien.de">www.grs-batterien.de</a>	Nordische Quesckilber – Ruchgewinnungs Gmb H – Lubeck NQR Rodgan (DarmStadt)	Eventualme nte em aterros controlados
Itália – Considerado lixo tóxico industrial. Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subseqüentes aplicáveis	Município		Rede de coleta em ruas determinadas e em recipientes na rede de vendas. Coleta e armazenagem pela Prefeituras	Empresas Nuova Samim e Soraro Company (coleta e transporte)		Depósito em aterro Classe I (materiais perigosos) na França

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
Japão	Governo (ajuda financeira)	Sistema organizado por JBCR (Secondary Rechargeable Battery Recycling Promotion Center of Japan, patrocinado por BAJ (Battery Association of Japan).	Caixas de coleta nas principais lojas de venda de baterias recarregáveis	Pagamento de taxa em função do número de equipamentos colocados no mercado	Itomura Mercury Refining, Tho Zinc e Kansai Catalyst	Algumas cidades: imobilização em concreto e estocagem em aterro
Holanda – Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subsequentes aplicáveis. Lei “Ecotaxes”		Stibat – Stichting Batterien), patrocinado por fabricantes e importadores de baterias e produtos que certos tipos de baterias	Rede de coleta em conjunto com municípios, formada por caixas de depósitos, caixas para pequenos resíduos químicos e veículos de coleta (scw chemocar); entrega na rede de vendas e supermercados. Considerada a melhor do mundo.	Contribuição financeira das indústrias, <a href="http://www.stibat.nl">www.stibat.nl</a>		

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
Suécia – Sujeita à Diretiva 91/157/EEC e subsequentes aplicáveis	Estímulo municipal aos consumidores	Fornecedores são responsáveis pela devolução de baterias usadas	Rede de recipientes especiais distribuídos pelo país		Saft Nife – reciclagem de níquel-cádmio	Estocagem de outros tipos, até que métodos de reciclagem sejam viáveis comercialmente.
Taiwan – The Battery Recycling in Tai. <a href="http://cemnt.epa.gov.tw/eng/webezA5/code/main2asp?catNo=5&amp;subcatNo=55">http://cemnt.epa.gov.tw/eng/webezA5/code/main2asp?catNo=5&amp;subcatNo=55</a>	Municípios		Pagamento de taxa para EPA (Environmental Protection Agency) Recycling Management Fund	<a href="http://www.epa.gov.tw">www.epa.gov.tw</a>		

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
<p>Estados Unidos da América</p> <p>1.Baterias são consideradas “resíduo universal” e sujeitas à regulamentação e exigências técnicas específicas para o tipo de resíduo (EPAUS.Streamlined regulations for universal waste. Waste-specific technical requirements)</p> <p><a href="http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/id/univwast/wasts.htm#battery">http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/id/univwast/wasts.htm#battery</a></p> <p>2.USEPA Code of Federal Regulations,CFR40, Part 273 e legislações mais restritivas estabelecidas por Estados ou outras comunidades locais, 1995.</p> <p>3.1996, The Mercury Containing and Rechargeable Battery Management Act (P.L. 104-142).</p> <p>-Uniformidade da legislação nacional e rotulagem para baterias recarregáveis.</p> <p>-Facilitação de sistemas de devolução garantida</p> <p>-Obrigação de reciclagem e disposição apropriada para baterias Ni-Cd e Chumbo – ácido seladas, restrição de venda de baterias e deprodutos proproduto</p>	<p>Municípios em algumas localidades (para baterias de Ni-Cd). Programas Estaduais: Minnesota e New Jersey, em cooperação com PRBA</p>	<p>Programa de coleta e reciclagem de baterias usadas de níquel-cádmio patrocinado pela indústria.</p> <p>(1) Fabricantes: Estados de Minnesota e Nova Geórgia</p> <p>(2) Revendedores: Estados da Flórida, Iowa e Maryland</p>	<p>Pagamento de taxa para a rede de coleta em vários Estados, coordenada pela RBRC e patrocinado por Panasonic, Sanyo, Eveready, Saft e Varta</p>	<p>Ong sem fins lucrativos RBRC – Rechargeable Battery Recycling Corporation</p> <p><a href="http://www.rbrc.org">www.rbrc.org</a></p> <p>The Portable ReRechargeable Battery Association PRBA</p> <p><a href="http://www.prba.or">http://www.prba.or</a></p>	<p>-International Metals Reclamation Company INMETCO -MERCO -Battery Conservation Technologies Inc.</p>	

continuação

Legislação e programas de retorno garantido (take-back) para reciclagem (recuperação de materiais e destinação)						
País	Responsabilidade de gestão/manutenção		Coleta especial /seletiva	Gestor/Executor	Reciclagem	Destinação
	Governo	Setor privado				
<p>e de produtos com bateria contendo mercúrio.</p> <p>-13 Estados tomaram a dianteira e, com exceção da Califórnia, New Hampshire, New York e Oregon, implantaram programas de coleta e reciclagem de baterias. O Estado de NY implementou legislação adequada, com obrigação de retorno (take-back) em 1999 (<a href="http://assembly.state.ny.us/cgi-bin/showtext?billnum=A000935">http://assembly.state.ny.us/cgi-bin/showtext?billnum=A000935</a>). Em geral, as legislações estabelecem a obrigação de produtores e endereça as ações para a RBRC.</p> <p>-Baterias em pequeno número e as de origem domiciliar não estão isentas do cumprimento do estatuto.</p>						
Canadá	Programas voluntários	Coleta não sistematizada por alguns distribuidores e devolução aos fabricantes		RBRC (dos EUA) também opera em algumas regiões do Canadá	Não há instalações para reciclagem. Baterias são enviadas ao exterior	Em algumas localidades, as baterias acumuladas vão para aterros adequados à classificação das mesmas.

## **ANEXO C -Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999**

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e conforme o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias usadas;

Considerando a necessidade de se disciplinar o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final;

Considerando que tais resíduos além de continuarem sem destinação adequada e contaminando o ambiente necessitam, por suas especificidades, de procedimentos especiais ou diferenciados, resolve:

Art. 1º As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletro-eletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

Parágrafo Único. As baterias industriais constituídas de chumbo, cádmio e seus compostos, destinadas a telecomunicações, usinas elétricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme, segurança, movimentação de cargas ou pessoas, partida de motores diesel e uso geral industrial, após seu esgotamento energético, deverão ser entregues pelo usuário ao fabricante ou ao



importador ou ao distribuidor da bateria, observado o mesmo sistema químico, para os procedimentos referidos no caput deste artigo.

Art. 2º Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

I - bateria: conjunto de pilhas ou acumuladores recarregáveis interligados convenientemente.(NBR 7039/87);

II - pilha: gerador eletroquímico de energia elétrica, mediante conversão geralmente irreversível de energia química.(NBR 7039/87);

III - acumulador chumbo-ácido: acumulador no qual o material ativo das placas positivas é constituído por compostos de chumbo, e os das placas negativas essencialmente por chumbo, sendo o eletrólito uma solução de ácido sulfúrico. (NBR 7039/87);

IV - acumulador (elétrico): dispositivo eletroquímico constituído de um elemento, eletrólito e caixa, que armazena, sob forma de energia química a energia elétrica que lhe seja fornecida e que a restitui quando ligado a um circuito consumidor.(NBR 7039/87);

V - baterias industriais: são consideradas baterias de aplicação industrial, aquelas que se destinam a aplicações estacionárias, tais como telecomunicações, usinas elétricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme e segurança, uso geral industrial e para partidas de motores diesel, ou ainda tracionárias, tais como as utilizadas para movimentação de cargas ou pessoas e carros elétricos;

VI - baterias veiculares: são consideradas baterias de aplicação veicular aquelas utilizadas para partidas de sistemas propulsores e/ou como principal fonte de energia em veículos automotores de locomoção em meio terrestre, aquático e aéreo, inclusive de tratores, equipamentos de construção, cadeiras de roda e assemelhados;

VII - pilhas e baterias portáteis: são consideradas pilhas e baterias portáteis aquelas utilizadas em telefonia, e equipamentos eletro-eletrônicos, tais como jogos, brinquedos, ferramentas elétricas portáteis, informática, lanternas, equipamentos

fotográficos, rádios, aparelhos de som, relógios, agendas eletrônicas, barbeadores, instrumentos de medição, de aferição, equipamentos médicos e outros;

VIII - pilhas e baterias de aplicação especial: são consideradas pilhas e baterias de aplicação especial aquelas utilizadas em aplicações específicas de caráter científico, médico ou militar e aquelas que sejam parte integrante de circuitos eletro-eletrônicos para exercer funções que requeiram energia elétrica ininterrupta em caso de fonte de energia primária sofrer alguma falha ou flutuação momentânea.

Art. 3º Os estabelecimentos que comercializam os produtos descritos no art.1º, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, ficam obrigados a aceitar dos usuários a devolução das unidades usadas, cujas características sejam similares àquelas comercializadas, com vistas aos procedimentos referidos no art. 1º.

Art. 4º As pilhas e baterias recebidas na forma do artigo anterior serão acondicionadas adequadamente e armazenadas de forma segregada, obedecidas as normas ambientais e de saúde pública pertinentes, bem como as recomendações definidas pelos fabricantes ou importadores, até o seu repasse a estes últimos.

Art. 5º A partir de 1º de janeiro de 2000, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir:

I - com até 0,025% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

II - com até 0,025% em peso de cádmio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

III - com até 0,400% em peso de chumbo, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

IV - com até 25 mg de mercúrio por elemento, quando forem do tipo pilhas miniaturas e botão.

Art. 6º A partir de 1º de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deverão atender aos limites estabelecidos a seguir:

I - com até 0,010% em peso de mercúrio, quando forem do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês;

II - com até 0,015% em peso de cádmio, quando forem dos tipos alcalina-manganês e zinco-manganês;

III - com até 0,200% em peso de chumbo, quando forem dos tipos alcalina-manganês e zinco-manganês.

Art. 7º Os fabricantes dos produtos abrangidos por esta Resolução deverão conduzir estudos para substituir as substâncias tóxicas potencialmente perigosas neles contidas ou reduzir o teor das mesmas, até os valores mais baixos viáveis tecnologicamente.

Art. 8º Ficam proibidas as seguintes formas de destinação final de pilhas e baterias usadas de quaisquer tipos ou características:

I - lançamento "in natura" a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;

II - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados, conforme legislação vigente;

III - lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.

Art. 9º No prazo de um ano a partir da data de vigência desta resolução, nas matérias publicitárias, e nas embalagens ou produtos descritos no art. 1º deverão constar, de forma visível, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de, após seu uso, serem devolvidos aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada para repasse aos fabricantes ou importadores.

Art. 10 Os fabricantes devem proceder gestões no sentido de que a incorporação de pilhas e baterias, em determinados aparelhos, somente seja efetivada na condição de poderem ser facilmente substituídas pelos consumidores após sua utilização, possibilitando o seu descarte independentemente dos aparelhos.

Art. 11. Os fabricantes, os importadores, a rede autorizada de assistência técnica e os comerciantes de pilhas e baterias descritas no art. 1º ficam obrigados a, no prazo de doze meses contados a partir da vigência desta resolução, implantar os mecanismos operacionais para a coleta, transporte e armazenamento.

Art. 12. Os fabricantes e os importadores de pilhas e baterias descritas no art. 1º ficam obrigados a, no prazo de vinte e quatro meses, contados a partir da vigência desta Resolução, implantar os sistemas de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, obedecida a legislação em vigor.

Art. 13. As pilhas e baterias que atenderem aos limites previstos no artigo 6º poderão ser dispostas, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários licenciados.

Parágrafo Único. Os fabricantes e importadores deverão identificar os produtos descritos no caput deste artigo, mediante a aposição nas embalagens e, quando couber, nos produtos, de símbolo que permita ao usuário distinguí-los dos demais tipos de pilhas e baterias comercializados.

Art. 14. A reutilização, reciclagem, tratamento ou a disposição final das pilhas e baterias abrangidas por esta resolução, realizadas diretamente pelo fabricante ou por terceiros, deverão ser processadas de forma tecnicamente segura e adequada, com vistas a evitar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente no que tange ao manuseio dos resíduos pelos seres humanos, filtragem do ar, tratamento de efluentes e cuidados com o solo, observadas as normas ambientais, especialmente no que se refere ao licenciamento da atividade.

Parágrafo Único. Na impossibilidade de reutilização ou reciclagem das pilhas e baterias descritas no art. 1º, a destinação final por destruição térmica deverá obedecer as condições técnicas previstas na NBR - 11175 - Incineração de

Resíduos Sólidos Perigosos - e os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução Conama nº 03, de 28 de junho de 1990.

Art. 15. Compete aos órgãos integrantes do SISNAMA, dentro do limite de suas competências, a fiscalização relativa ao cumprimento das disposições desta resolução.

Art. 16. O não cumprimento das obrigações previstas nesta Resolução sujeitará os infratores às penalidades previstas nas Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Art. 17. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

#### **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 263, de 12 de novembro de 1999**

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e conforme o disposto em seu Regimento Interno, e;

Considerando a necessidade de tornar explícita no Art. 6º da Resolução Conama n.º 257, de 30 de junho de 1999, a consideração do limite estabelecido no Art. 5º, inciso IV, da referida Resolução, para as pilhas miniatura e botão, resolve:

Art.1º. Incluir no Art. 6º da Resolução Conama n.º 257, de 30 de junho de 1999, o inciso IV, com a seguinte redação:

"IV - com até 25 mg de mercúrio por elemento, quando forem do tipo pilhas miniatura e botão."

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**ANEXO D - LEI 6938 DE 31/08/1981 - DOU 02/09/1981**

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências.

\* Regulamentada pelo [Decreto n. 99.274, de 06/06/1990.](#)

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º - Esta Lei, com fundamento nos incisos VI e VII do ART.23 e no ART.235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.

*\* Artigo com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

Da Política Nacional do Meio Ambiente

art.2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

art.3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

*\* Inciso V com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

Dos Objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente.

art.4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

I - à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;

II - à definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;

III - ao estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;

IV - ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;

V - à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;

VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;

VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

art.5º - As diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formuladas em normas e planos, destinados a orientar a ação dos governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona



com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico, observados os princípios estabelecidos no ART.2 desta Lei.

Parágrafo único. As atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

#### Do Sistema Nacional do Meio Ambiente

art.6º - Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado:

I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais;

*\* Inciso I com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;

*\* Inciso II com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

III - órgão central: a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;

*\* Inciso III com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

IV - órgão executor: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, com a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;

*\* Inciso IV com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

V - órgãos seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;

*\* Inciso V com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

VI - órgãos locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

*\* Inciso VI com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

§ 1 - Os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaborarão normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA.

§ 2 - Os Municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também poderão elaborar as normas mencionadas no parágrafo anterior.

§ 3 - Os órgãos central, setoriais, seccionais e locais mencionados neste artigo deverão fornecer os resultados das análises efetuadas e sua fundamentação, quando solicitados por pessoa legitimamente interessada.

§ 4 - De acordo com a legislação em vigor, é o Poder Executivo autorizado a criar uma fundação de apoio técnico e científico às atividades do IBAMA.

Do Conselho Nacional do Meio Ambiente

art.7º - (Revogado pela Lei número 8.028, de 12/04/1990).

art.8º - Compete ao CONAMA:

*\* Caput com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

I - estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA;

II - determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional;

*\* Inciso II com redação determinada pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

III - decidir, como última instância administrativa em grau de recurso, mediante depósito prévio, sobre as multas e outras penalidades impostas pelo IBAMA;

IV - homologar acordos visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental: (Vetado);

V - determinar, mediante representação do IBAMA, a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

VI - estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;

VII - estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

Parágrafo único. O secretário do Meio Ambiente é, sem prejuízo de suas funções, o Presidente do CONAMA.

*\* Parágrafo único acrescentado pela Lei número 8.028, de 12 de abril de 1990.*

Dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente

art.9º - São Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental;

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;

*\* Inciso VI com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

*\* Inciso X acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;

*\* Inciso XI acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.

*\* Inciso XII acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

art.10º - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

*\* Artigo com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

§ 1 - Os pedidos de licenciamento, sua renovação e a respectiva concessão serão publicados no jornal oficial do Estado, bem como em um periódico regional ou local de grande circulação.

§ 2 - Nos casos e prazos previstos em resolução do CONAMA, o licenciamento de que trata este artigo dependerá de homologação do IBAMA.

§ 3 - O órgão estadual do meio ambiente e o IBAMA, este em caráter supletivo, poderão, se necessário e sem prejuízo das penalidades pecuniárias cabíveis, determinar a redução das atividades geradoras de poluição, para manter as emissões gasosas, os efluentes líquidos e os resíduos sólidos dentro das condições e limites estipulados no licenciamento concedido.

§ 4 - Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA o licenciamento previsto no caput deste artigo, no caso de

atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional.

*\* § 4 com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

art.11º - Compete ao IBAMA propor ao CONAMA normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento previsto no artigo anterior, além das que forem oriundas do próprio CONAMA.

§ 1 - A fiscalização e o controle da aplicação de critérios, normas e padrões de qualidade ambiental serão exercidos pelo IBAMA, em caráter supletivo da atuação do órgão estadual e municipal competentes.

§ 2 - Inclui-se na competência da fiscalização e controle a análise de projetos de entidades, públicas ou privadas, objetivando a preservação ou a recuperação de recursos ambientais, afetados por processos de exploração predatórios ou poluidores.

art.12º - As entidades e órgãos de financiamento e incentivos governamentais condicionarão a aprovação de projetos habilitados a esses benefícios ao licenciamento, na forma desta Lei, e ao cumprimento das normas, dos critérios e dos padrões expedidos pelo CONAMA.

Parágrafo único. As entidades e órgãos referidos no caput deste artigo deverão fazer constar dos projetos a realização de obras e aquisição de equipamentos destinados ao controle de degradação ambiental e à melhoria da qualidade do meio ambiente.

art.13º - O Poder Executivo incentivará as atividades voltadas ao meio ambiente, visando:

I - ao desenvolvimento, no País, de pesquisas e processos tecnológicos destinados a reduzir a degradação da qualidade ambiental;

II - à fabricação de equipamentos antipoluidores;

III - a outras iniciativas que propiciem a racionalização do uso de recursos ambientais.

Parágrafo único. Os órgãos, entidades e programas do Poder Público, destinados ao incentivo das pesquisas científicas e tecnológicas, considerarão, entre as suas metas prioritárias, o apoio aos projetos que visem a adquirir e desenvolver conhecimentos básicos e aplicáveis na área ambiental e ecológica.

art.14º - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

I - à multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil) Obrigações do Tesouro Nacional - OTNs, agravada em casos de reincidência específica, conforme dispuser o Regulamento, vedada a sua cobrança pela União se já tiver sido aplicada pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos Municípios;

II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

IV - à suspensão de sua atividade.

§ 1 - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

§ 2 - No caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário do Meio Ambiente a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.

§ 3 - Nos casos previstos nos incisos II e III deste artigo, o ato declaratório da perda, restrição ou suspensão será atribuição da autoridade administrativa ou financeira que concedeu os benefícios, incentivos ou financiamento, cumprindo resolução do CONAMA.

§ 4 - Nos casos de poluição provocada pelo derramamento ou lançamento de detritos ou óleo em águas brasileiras, por embarcações e terminais marítimos ou fluviais, prevalecerá o disposto na Lei número 5.357, de 17 de novembro de 1967.

art.15º - O poluidor que expuser a perigo a incolumidade humana, animal ou vegetal, ou estiver tornando mais grave situação de perigo existente, fica sujeito à pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos e multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR.

*\* Artigo com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

§ 1 - A pena é aumentada até o dobro se:

I - resultar:

- a) dano irreversível à fauna, à flora e ao meio ambiente;
- b) lesão corporal grave;

II - a poluição é decorrente de atividade industrial ou de transporte;

III - o crime é praticado durante a noite, em domingo ou em feriado.

*\* § 1 com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

§ 2 - Incorre no mesmo crime a autoridade competente que deixar de promover as medidas tendentes a impedir a prática das condutas acima descritas.

*\* § 2 com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

art.16º - (Revogado pela Lei número 7.804, de 18/07/1989).



art.17º - Fica instituído, sob a administração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA:

*\* Artigo com redação determinada pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

I - Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam à consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

*\* Inciso I acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

II - Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou a extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.

*\* Inciso II acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

art.18º - São transformadas em reservas ou estações ecológicas, sob a responsabilidade do IBAMA, as florestas e as demais formas de vegetação natural de preservação permanente, relacionadas no ART.2 da [Lei número 4.771, de 15 de setembro de 1965](#) - Código Florestal, e os pousos das aves de arribação protegidas por convênios, acordos ou tratados assinados pelo Brasil com outras nações.

Parágrafo único. As pessoas físicas ou jurídicas que, de qualquer modo, degradarem reservas ou estações ecológicas, bem como outras áreas declaradas como de relevante interesse ecológico, estão sujeitas às penalidades previstas no art.14 desta Lei.

art.19º - Ressalvado o disposto nas Leis números 5.357, de 17 de novembro de 1967, e 7.661, de 16 de maio de 1988, a receita proveniente da aplicação desta Lei será recolhida de acordo com o disposto no ART.4 da Lei número 7.735, de 22 de fevereiro de 1989.

*\* Artigo acrescentado pela Lei número 7.804, de 18 de julho de 1989.*

art.20º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

art.21º - Revogam-se as disposições em contrário.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)