

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”  
Instituto de Biociências

**Fluxo institucional de resíduos de equipamentos elétricos  
e eletrônicos e identificação de seus potenciais impactos  
ambientais e na saúde**

Lígia de Lima Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso

Botucatu – 2010

# **Lígia de Lima Carvalho**

## **Relatório Final de Atividades de Estágio de Instrumentação na Área de Biologia da Conservação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora: Profa. Dra. Wanda Maria Risso Günther  
Faculdade de Saúde Pública - USP**

Botucatu

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Carvalho, Lígia de Lima.

Fluxo institucional de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e identificação de seus potenciais impactos ambientais e na saúde / Lígia de Lima Carvalho. - Botucatu, 2010

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2010

Orientador: Wanda Maria Risso Guntherl

Capes: 90194000

1. Impacto ambiental - Avaliação. 2. Resíduos perigosos.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; Riscos Ocupacionais; Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos; Substâncias Perigosas.

Dedico este trabalho  
aos meus pais e  
minhas irmãs

## Agradecimento

---

*“Nenhuma página  
jamaiz foi limpa.  
Mesmo a mais Saara,  
ártica, significa.*

*Nunca houve isso,  
uma página em branco.  
No fundo, todas gritam,  
pálidas de tanto”.*

Leminsky, Paulo. *Distraídos Venceremos*, Editora Brasiliense, 1987

Nesta página de agradecimentos, já estava escrito, em ordem alfabética, o nome de todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho:

Ana Maria, Andréa, Ângela, Daniel, Flávia, Fernanda, Gabriela, Geraldo, Lia, Marcelo, Maria, Marina, Nabila, Thaís, Odila, Wanda.

“A felicidade aparece para aqueles que choram. Para aqueles que se machucam. Para aqueles que tentam sempre. E para aqueles que reconhecem a importância das pessoas que passam por sua vida”.

Clarice Lispector

## **Lista de abreviaturas e siglas**

---

CQS/D - Campus Quadrilátero Saúde/Direito

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CFC - Clorofluorocarbono

CPU - Unidade Central de Processamento

EEA - European Environment Agency

EEE - Equipamentos elétricos e eletrônicos

EPI - Equipamentos de proteção individual

EE - Escola de Enfermagem

EU - União Européia

FD - Faculdade de Direito

FM - Faculdade de Medicina

FSP - Faculdade de Saúde Pública

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMT - Instituto de Medicina Tropical

PCB - Bifenilos policlorados

PVC - Policloreto de vinilo

REEE - Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos

TRC - Tubo de raio catódico

TV - Televisores

USP - Universidade de São Paulo

WEEE - Waste of Electric and Electronic

## 1. Resumo

---

A preocupação ambiental em relação aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) vem crescendo muito nos últimos anos devido à presença de substâncias perigosas que podem causar danos ao ambiente e à saúde. O trabalho teve por objetivo investigar o destino de REEE gerados no Campus Quadrilátero da Saúde/Direito (CQS/D) da Universidade de São Paulo (Faculdade de Medicina, Faculdade de Saúde Pública, Escola de Enfermagem, Instituto de Medicina Tropical e Faculdade de Direito), a partir do momento em que os mesmos deixam as dependências da Instituição e identificar potenciais riscos à saúde e ao ambiente, decorrentes das atuais ações de gerenciamento dos REEE nas unidades estudadas. A pesquisa desenvolveu-se em 3 etapas: a) pesquisa bibliográfica e documental; b) visitas às unidades que compõem o CQS/D, e identificação de cinco instituições filantrópicas como principais destinos; c) visitas aos locais identificados para investigar as atividades desenvolvidas para a recuperação de equipamentos, componentes ou materiais recicláveis, com base em um formulário desenvolvido. Adicionalmente, foram realizadas visitas a outros quatro locais de destino de REEE. Foi identificado que as etapas realizadas nas instituições são: recebimento, teste, conserto e desmontagem manual e que o destino dos REEE pode ser considerado problemático, já que os rejeitos acabam sendo descartados como resíduo comum, podendo causar danos ao ambiente e à saúde. Além disso há riscos ocupacionais, pois os trabalhadores, além de não utilizarem equipamentos de proteção individual necessários, nem sempre recebem capacitação para exercer suas funções.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, substâncias perigosas, impactos ambientais, riscos ocupacionais

## Sumário

---

1. Resumo .....	8
2. Introdução .....	10
2.1. Contextualização do problema de pesquisa e justificativa.....	15
3. Objetivos .....	19
4. Materiais e Métodos .....	20
5. Resultados e Discussão .....	23
5.1. Visitas às Unidades que compõem o CDS/D.....	23
5.2. Visitas aos locais de destino dos REEE do CQS/D .....	24
5.3. Outros possíveis destinos.....	29
5.4. Identificação de potenciais impactos ambientais e à saúde.....	35
6. Conclusão .....	38
7. Bibliografia.....	39
8. Anexo.....	41
9. Apêndices.....	45

## **2. Introdução**

---

O problema dos resíduos sólidos tem sido apontado como um dos mais graves da atualidade. A escassez cada vez maior de áreas para a implantação de novos aterros, aliada às limitações existentes para a recuperação dos materiais não renováveis e o baixo grau de implantação de novas alternativas de tratamento e reciclagem representam hoje um grande desafio, sobretudo para os países em desenvolvimento (RODRIGUES, 2007).

Nas últimas décadas a indústria de equipamentos elétricos eletrônicos tem revolucionado o mundo: os produtos eletroeletrônicos tornaram-se onipresentes na vida dos indivíduos em todo o planeta. Sem eles, a vida moderna não seria possível, pois esses bens são atualmente indispensáveis nas mais diversas áreas como medicina, educação, saúde, indústria, transporte, comunicação, segurança, proteção do ambiente e cultura.

Segundo a Diretiva Européia 2002/96/EC (EU, 2002a) os EEE incluem os equipamentos dependentes de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar apropriadamente e equipamentos para geração, transferência e medição de tais correntes e campos, contidos nas categorias listadas no anexo I-A da Diretiva. De acordo com o Artigo 2º dessa diretiva, os EEE podem ser agrupados nas seguintes categorias:

1. Grandes eletrodomésticos
2. Pequenos eletrodomésticos
3. Equipamentos de informática e de telecomunicação
4. Equipamentos de consumo
5. Equipamentos de Iluminação
6. Ferramentas Elétricas e Eletrônicas
7. Brinquedos e Equipamentos de desporto e lazer
8. Aparelhos Médicos
9. Instrumentos de Monitoramento e controle
10. Distribuidores automáticos.

Tais equipamentos ao final de sua vida útil são considerados inservíveis por seus proprietários e descartados, passando então a ser denominados resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).

Diversos fatores contribuem para a geração de volumes crescentes de REEE. Um deles é a rápida evolução tecnológica desse setor industrial, que tem resultado não apenas em grande diversidade de novos equipamentos, mas também na redução acelerada dos seus ciclos de vida, tornando os equipamentos obsoletos em tempos cada vez menores. Como exemplo, podemos citar o computador de mesa, cujo tempo de vida útil passou de quatro a seis anos em 1997, para dois anos em 2005 (WIDMER *et al.*, 2005). Adicionalmente, com a redução dos preços dos EEE, um maior número de pessoas é capaz de adquirí-los. Além disso, muitos produtos que antigamente não eram considerados eletrônicos, como por exemplo, os brinquedos, hoje são devido à incorporação de microprocessadores (BABU *et al.*, 2007).

Estatísticas indicam que o volume global de REEE chegará a 40 milhões de toneladas (UNU, 2008). Alguns números de produtos colocados no mercado fornecem uma dimensão do potencial global de geração de REEE e são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1. Equipamentos colocados no mercado**

Local	Equipamentos colocados no mercado		
União Européia (2005)	44 milhões de grandes eletrodomésticos	48 milhões de desktops e laptops	32 milhões de televisores
Estados Unidos (2006)	139 milhões de dispositivos de comunicação portáteis (celulares, pagers)	34 milhões de desktops e laptops	34 milhões de televisores e monitores
China (2005)	20 milhões de refrigeradores	14 milhões de desktops e laptops	48 milhões de televisores

Fonte UNEP, 2009. Elaboração própria

No Brasil não é diferente. O tempo médio para troca dos celulares, que já são mais de 192 milhões em uso no país, é de menos de dois anos. Os computadores, cuja base instalada é estimada em 77 milhões, são substituídos a cada quatro anos nas empresas e a cada cinco anos pelos usuários domésticos. Em 2006, foram vendidos mais de 7 milhões de computadores no mercado brasileiro e, em 2007, outros 8,5 milhões, segundo dados da IDC (2010). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nove em cada dez lares brasileiros têm pelo menos uma TV. Ainda assim, só em 2006 foram vendidos 10,85 milhões de novos televisores no país (MOREIRA, 2007).

Os REEE são complexos quanto aos materiais que os compõem, pois podem conter milhares de diferentes substâncias, das quais muitas são perigosas. Segundo a Agência Européia do Meio Ambiente (EEA, 2003), as substâncias mais problemáticas do ponto de vista ambiental presentes nestes equipamentos são os metais pesados e os compostos halogenados, como os CFC (clorofluorocarbono), PCB (bifenilos policlorados), PVC (policloreto de vinilo) e os retardantes de chama bromados, como pode ser observado no Quadro 2.

Segundo a Ewaste (2008), estas substâncias, mesmo quando presentes em pequenas quantidades, podem ter consequências severas para o ambiente, pois podem lixiviar e contaminar o solo e as águas subterrâneas, liberar compostos voláteis, como o mercúrio contido nas lâmpadas fluorescentes. Além dos riscos ambientais, podem causar diversos impactos para a saúde humana, como por exemplo:

- CFC: quando liberados na atmosfera, eles se acumulam na estratosfera e têm efeito deletério sobre a camada de ozônio. Isso resulta em aumento da incidência de câncer de pele em humanos e danos genéticos em muitos organismos.

**Quadro 2. Substâncias presentes nos EEE**

Substância		EEE
Compostos halogenados	CFC	Unidades de refrigeração, espumas isolantes.
	PCB	Condensadores, transformadores.
	PVC	Cabos de isolamento.

	Retardantes de chama	Está presente nos plásticos (componentes termoplásticos, cabo de isolamento). O TBBA (Tetrabromobisphenol A) é o mais utilizado nas placas de circuito impresso e nas estruturas.
Metais pesados	Cádmio	Camada fluorescente (telas TRC), tintas de impressora, toners, máquinas fotocopadoras (tambor da impressora).
	Chumbo	Telas de CRT, placas de circuito impresso.
	Cromo	Fitas de vídeo, disquetes.
	Mercúrio	Termóstatos, sensores e disjuntores.
Metal	Arsênio	Pequenas quantidades na forma de arseneto de gálio em emissores de luz.

Fonte: EWASTE, 2008. Elaboração própria.

- PCB: podem causar câncer em animais, além de efeitos sobre o sistema imunológico, sistema reprodutor, sistema nervoso, sistema endócrino e outros efeitos na saúde. Os PCBs são contaminantes persistentes no ambiente. Devido à alta solubilidade em lipídeos e taxa de metabolismo lento destes produtos químicos, PCBs acumulam nos tecidos ricos em gordura de quase todos os organismos vivos (bioacumulação). O uso do PCB está proibido em países da OCDE, no entanto, devido a sua utilização no passado, ele ainda pode ser encontrado em REEE.
- PVC: é o plástico mais utilizado nos eletrodomésticos. É perigoso porque contém até 56% de cloro que, quando queimado, produz grandes quantidades de gás cloreto de hidrogênio que combina com a água formando ácido clorídrico; quando inalado, provoca problemas respiratórios.
- Retardantes de chama: tornam os materiais mais resistentes ao fogo. A combustão pode levar a graves distúrbios hormonais. Grandes fabricantes de eletrônicos já começaram a eliminar gradualmente os retardadores de chama bromados devido à sua toxicidade.

- Cádmiu: os riscos de saúde primários de exposição em longo prazo são o câncer e pulmão e danos nos rins. Também pode causar enfisema pulmonar e doença óssea (osteomalacia e osteoporose). O cádmio é absorvido através da respiração, mas também pode ser ingerido com alimentos. Devido à longa meia-vida no corpo, o cádmio pode ser facilmente acumulado em quantidades que causam sintomas de envenenamento. Cádmiu apresenta um risco de efeitos cumulativos no ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica. A exposição aguda à fumaça de cádmio provoca sintomas semelhantes à gripe, fraqueza, febre, dor de cabeça, calafrios, suores e dores musculares.
- Chumbo: pode causar vômitos, diarreia, convulsões, coma ou até mesmo a morte. Outros sintomas são: perda de apetite, dor abdominal, constipação, fadiga, irritabilidade, insônia e dor de cabeça. Com exposição excessiva, como em um ambiente industrial, pode afetar os rins. É particularmente perigoso para as crianças porque pode danificar as conexões nervosas e causar doenças do sangue e do cérebro.
- Cromo: o cromo (VI) é facilmente absorvido pelo organismo humano e podem produzir vários efeitos tóxicos no interior das células. São irritantes para os olhos, pele, membranas mucosas, podendo também causar danos ao DNA.
- Mercúrio: pode causar danos em vários órgãos, como fígado, cérebro e nos rins.
- Arsênio: a exposição crônica pode levar a diversas doenças de pele, diminuição da velocidade de condução nervosa, câncer de pulmão e muitas vezes podem ser fatais.

Como a maioria dos REEE é coletada junto com os resíduos sólidos urbanos municipais, logo ou acabam sendo incinerados ou aterrados, pode-se afirmar que seu destino é problemático, pois podem resultar em contaminação ambiental (ALLSOPP et al, 2006). Sendo assim, o descarte inadequado de EEE representa uma fonte de resíduos perigosos, com potencial perigo para o ambiente e para a saúde pública, sendo relevante a preocupação com seu destino para o desenvolvimento sustentável (WIDMER et al., 2005).

Na União Européia, na América do Norte e em alguns países da Ásia foram criados instrumentos e adotadas medidas de controle e de regulamentação desses resíduos. A União Européia, por exemplo, possui as Diretivas 95 e 96 de 2002, que dispõem sobre a restrição de uso de determinadas substâncias perigosas em

equipamentos elétricos e eletrônicos e sobre a disposição desses equipamentos – “Waste Electric and Electronic Equipment (WEEE)”.

No Brasil, a discussão sobre o tema ainda é superficial e, muitas vezes, os REEE são descartados junto com o resíduo sólido urbano, acentuando o problema, em função do descarte, reciclagem e disposição inadequados (EEA, 2003) em lixões, destinos estes que geralmente funcionam em condições precárias, em solo sem impermeabilização e a céu aberto, próximas de corpos d'água e de áreas residenciais (ZANCHETTA D, 2008).

Em agosto de 2010, foi sancionada a lei que cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa política proíbe a criação de “lixões”, onde os resíduos são lançados a céu aberto. Todas as prefeituras deverão construir aterros sanitários adequados ambientalmente, onde só poderão ser depositados os resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento. Dessa forma, o país tentará resolver o problema da produção de lixo das cidades, que chega a 150 mil toneladas por dia, onde 59% são destinados aos “lixões” e apenas 13% têm destinação correta em aterros sanitários (PLANALTO, 2010).

A PNRS apresenta ainda inovações como a logística reversa, que determina que fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores realizem o recolhimento de embalagens usadas de produtos como agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, todos os tipos de lâmpadas e eletroeletrônicos, e prevê a introdução da responsabilidade compartilhada na legislação brasileira, envolvendo sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais e federal na gestão dos resíduos sólidos.

### **1.1. Contextualização do problema de pesquisa e justificativa**

A reciclagem dos REEE é hoje uma tendência em todo o mundo e já existem empresas que recuperam metais preciosos e outros materiais de maneira ambientalmente correta, embora sejam poucas, em função de dificuldades tecnológicas e dos altos custos operacionais envolvidos (RODRIGUES, 2007). As grandes corporações buscam soluções que contemplem a minimização de resíduos, de consumo de energia e de recursos naturais. Porém, problemas relacionados a custos, logística, legislação e cultura, dificultam esse trabalho.

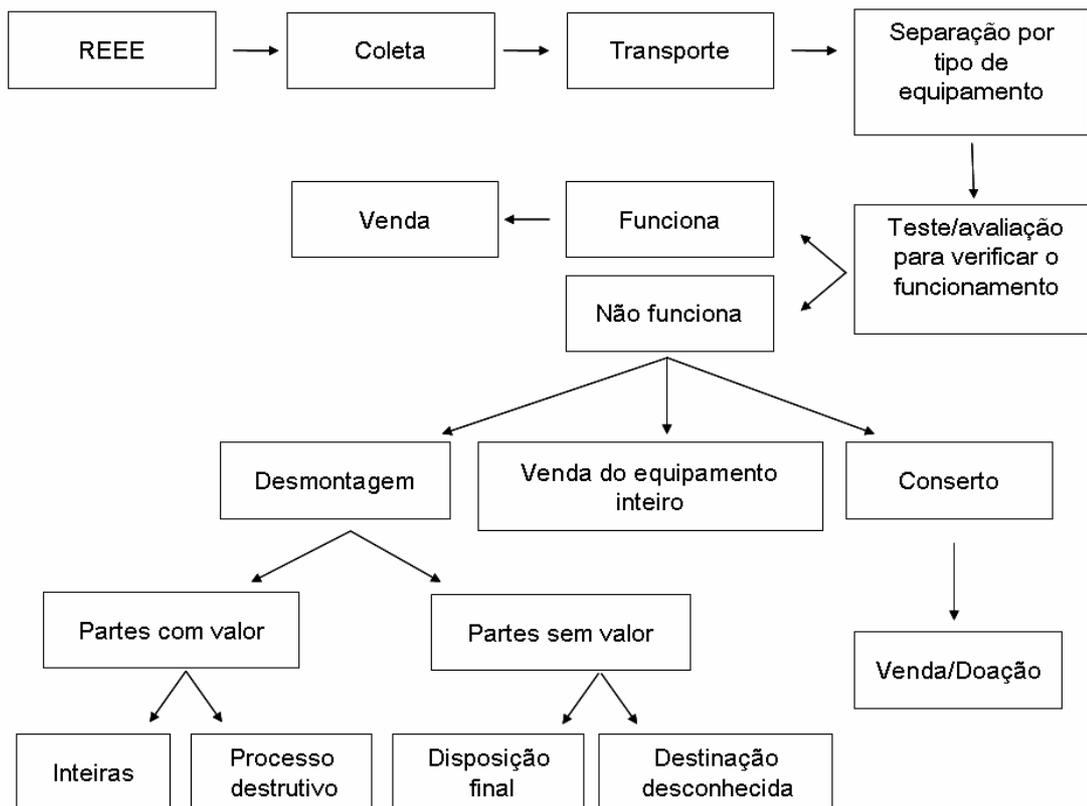
Nos centros de recuperação de materiais ocorrem as etapas mais importantes dos REEE. Há uma avaliação dos REEE e o destino do equipamento ou de materiais componentes é determinado, o que possibilita identificar três categorias: reutilizáveis, recicláveis ou inservível. Os equipamentos e peças que podem ser reutilizados são classificados e os materiais restantes, parte será comercializada como sucata metálica, plástica e de vidro, e a parte sem valor comercial (rejeitos) seguirá para disposição final. Os fatores importantes nesta fase incluem a idade do equipamento e seu estado, de modo a maximizar o valor econômico dos dispositivos coletados (KANG e SCHOENUNG, 2005).

Segundo Rodrigues (2007), são poucos os canais existentes para o reaproveitamento de materiais e/ou componentes de EEE pós-consumo no Brasil. As atividades de coleta e comercialização de materiais recicláveis envolvem principalmente catadores de rua autônomos ou associados em cooperativas e sucateiros (comerciantes formais e informais de sucata), pois não existem programas de coleta específica ou entrega voluntária para esses produtos.

Esses locais de reciclagem são geralmente pequenas unidades produtivas, que não atendem às normas legais para seu estabelecimento, aos padrões sanitários e de segurança do trabalho, e os trabalhadores ficam muitas vezes expostos aos riscos de acidente e contaminações, o que é agravado pela falta de uso de equipamentos de proteção individual (RODRIGUES, 2007).

Para recuperar componentes valiosos, a reciclagem inclui algumas etapas como: desmontagem manual, trituração, moagem, queima e fusão (para recuperar plásticos), a fusão da solda e processamento de metais (ENVIRONMENT CANADA, 2001a).

A Figura 1 apresenta o fluxo pós-consumo (pelos quais os REEE podem passar, desde a sua coleta até a disposição final, incluído as etapas realizadas durante a reciclagem:



**Figura 1. Fluxo pós-consumo dos REEE.**

Segundo Rodrigues (2007), o fluxo dos EEE pós-consumo envolve diversos setores da sociedade, como fabricantes e importadores de produtos, consumidores, oficinas de assistência técnica e manutenção, catadores, sucateiros, empresas especializadas em gerenciamento, indústrias de reciclagem, organizações sociais de inclusão digital, governantes, ONG's, universidades e centros de pesquisa. Além disso, o fluxo de destino dos REEE varia conforme sua origem e composição.

Sendo assim, diante das crescentes quantidades geradas, de sua composição cada vez mais complexa e da falta de conhecimento sobre a sua destinação (VALIM, 2008), torna-se fundamental conhecer as características e o fluxo desses produtos pós-consumo.

As grandes instituições de ensino (IES), cada vez mais informatizadas, são também grandes geradoras de REEE. Os resíduos gerados incluem desde equipamentos de informática e telecomunicações (computadores, impressoras, copiadoras, calculadoras, telefones) grandes eletrodomésticos (geladeiras, congeladores, microondas) pequenos eletrodomésticos (relógios, balanças, aparelhos para medir o tempo e temperatura), equipamentos de consumo (televisores, projetores, gravadores), equipamentos de

iluminação (lâmpadas fluorescentes), ferramentas elétricas e eletrônicas, até equipamentos médicos (equipamentos de cardiologia, radioterapia, diálise). Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de estudar o fluxo institucional do Campus Quadrilátero Saúde/Direito (CQS/D), da Universidade de São Paulo (USP), considerada a maior universidade pública do país e uma das cinquenta melhores do mundo (WEBOMETRICS, 2009).

Este projeto insere-se na linha de pesquisa sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, Impactos Ambientais e Efeitos à Saúde que a orientadora vem desenvolvendo junto ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública/USP. Dois projetos integram esta linha: Projeto FAPESP de Auxílio à Pesquisa: Processo 2008/05089-1 e Projeto CNPq: Processo 305071/2008-4. Alinha-se ainda com a pesquisa de doutorado *Fluxo de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e diretrizes para plano de gestão integrada institucional*, desenvolvida sob a orientação da professora, cuja doutoranda é bolsista do CNPq. Resultados já contemplados nesta pesquisa, como o levantamento dos possíveis destinos do REEE do Quadrilátero, serviram de base para a presente pesquisa.

### 3. Objetivos

---

- Investigar o fluxo e destinação final pós-descarte dos REEE das cinco unidades do CQS/D e identificar a forma de gerenciamento de REEE existente em cada unidade estudada.
- Identificar, com base em pesquisa bibliográfica, potenciais riscos à saúde e ao ambiente, decorrentes das atuais ações de gerenciamento dos REEE nas unidades estudadas.

## 4. Materiais e Métodos

---

### Objeto de pesquisa:

Nesse estudo foram consideradas as categorias de REEE indicadas no DL 230/2004 (EU, 2004) (ANEXO I), gerados nas cinco unidades integrantes do CQD/S da USP.

A pesquisa desenvolveu-se de acordo com as seguintes etapas: i) pesquisa na literatura; ii) pesquisa de campo; iii) sistematização das informações e confecção de banco de dados; iv) identificação de potenciais impactos à saúde e ao ambiente.

#### i) Pesquisa na literatura

Esta etapa teve a finalidade de conhecer o estado d'arte dos REEE no Brasil e no mundo e seus potenciais impactos à saúde humana e ao ambiente. Foi realizada nas bases de dados disponíveis na rede de serviços do Sistema de Biblioteca da USP (SibiNet)/UNESP.

#### ii) Pesquisa de campo

a) Foram realizadas visitas às cinco unidades que compõem o CQS/D: Escola de Enfermagem (EE), Faculdade de Direito (FD), Faculdade de Medicina (FM), Faculdade de Saúde Pública (FSP) e Instituto de Medicina Tropical (IMT) para contato com os respectivos responsáveis pelos departamentos envolvidos com a questão dos REEE. Esta etapa teve a finalidade de levantar os locais de destino dos REEE gerados, além de dados complementares aos obtidos no diagnóstico realizado na pesquisa de doutorado *Fluxo de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e diretrizes para plano de gestão integrada institucional*, desenvolvida junto ao Departamento de Saúde Ambiental, para subsidiar o plano de gestão, em fase de construção. Nas visitas foram identificados os seguintes locais de destino:

- Alivi - Associação Aliança Pela Vida: entidade filantrópica, sem fins lucrativos, mantida por doações de particulares, destinada a atender portadores do vírus da AIDS, socialmente necessitados.

- APAE - Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais: organização social sem fins lucrativos, referência nacional e internacional em deficiência intelectual, do nascimento à fase de envelhecimento.
- Casas André Luiz: entidade filantrópica, sem fins lucrativos, dedicada ao atendimento exclusivo à pessoa com deficiência mental, leve, moderada, grave e profunda, com ou sem deficiência física associada.
- Lar e Escola São Francisco: instituição filantrópica, sem fins lucrativos, dedicada a crianças e adultos com deficiências, visando à recuperação física, educacional e integração social.
- FUSSESP - Fundo de Solidariedade e Desenvolvimento Social e Cultural do Estado de São Paulo, órgão do setor público vinculado à Secretaria da Casa Civil que conta com o apoio essencial do setor público - com doação de materiais inservíveis - e da sociedade civil - com doações dos insumos necessários ao desenvolvimento de projetos específicos.

b) Investigação das instituições filantrópicas identificadas na etapa anterior, por meio de visitas-técnicas pré-agendadas. Foi utilizada uma planilha do tipo *check list* (Apêndice I) para identificação dos REEE recebidos e as condições de manipulação, beneficiamento, possíveis formas de recuperação e destino nos locais receptores. Quando possível, foi efetuado registro fotográfico das condições locais.

c) Adicionalmente, com o objetivo de aprofundar o conhecimento a respeito de possíveis destinos de REEE com a finalidade de reciclagem, foram realizadas visitas a quatro recicladoras de REEE. Nesta etapa da pesquisa foi utilizado um roteiro semi-estruturado para obtenção dos dados (Apêndice II). Os locais visitados foram:

- CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP: solução para o lixo eletrônico da USP, que recebe apenas equipamentos do grupo 3 – informática e telecomunicações.
- Coopermiti – Cooperativa da Prefeitura Municipal de São Paulo, implantada recentemente só para receber, triar e beneficiar resíduos eletroeletrônicos.

- Reciclo Ambiental e Reciclo Metais – duas empresas que atuam na área de prestação de serviços e logística<sup>1</sup> e manufatura reversa<sup>2</sup>, respectivamente.
- Silcon Ambiental – empresa que atua no gerenciamento e destinação final de resíduos e na produção de biomassa. Um dos serviços prestados é a logística e manufatura reversa.

### **iii) Sistematização da informação**

As informações obtidas referentes ao volume de geração, caracterização, condições locais e atividades desenvolvidas nos locais de destino dos REEE após deixarem as dependências das unidades foram sistematizadas por meio de gráficos e tabelas.

**iv) Identificação de potenciais impactos ambientais e à saúde**, decorrentes das ações de descarte e destinação dos REEE do CQS/D, com base no levantamento bibliográfico sobre impactos ambientais e efeitos à saúde.

---

<sup>1</sup> Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Política Nacional de Resíduos Sólidos).

<sup>2</sup> Manufatura reversa: processo produtivo pelo quais os produtos anteriormente manufaturados são revertidos em matérias primas para reinserção nos processos produtivos.

## 5. Resultados e Discussão

---

### 5.1. Visitas às Unidades que compõem o CQS/D

Nas visitas realizadas às unidades que compõem o CQS/D (EE, IMT, FM, FD e FSP) verificou-se que as informações sobre os bens despatrimoniados ficam armazenados em um sistema, denominado Sistema Mercúrio. Por meio de um levantamento desse sistema, no período de 1998 a 2009, foram identificados 7781 bens baixados, dos quais 3544 são EEE, 4137 são de mobiliários e 100 foram classificados como outros. Dentre os EEE, a grande maioria são equipamentos de informática, como pode ser verificados nas Figuras 2 e 3.

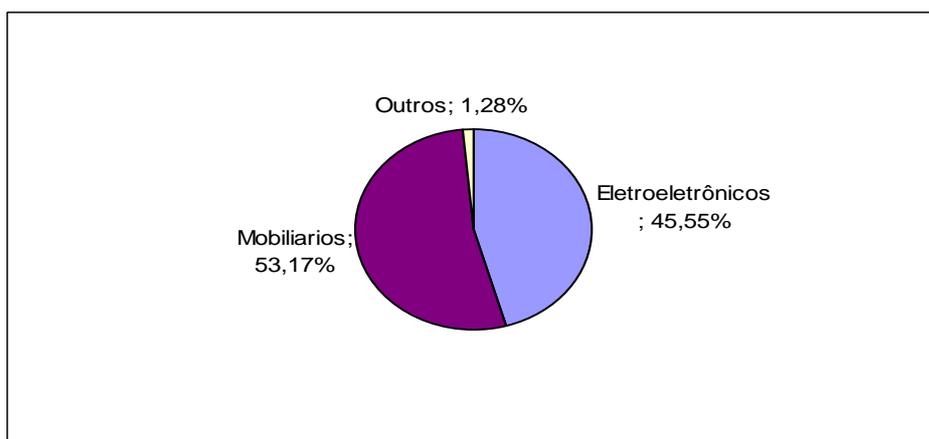


Figura 2. Caracterização dos bens baixados do CQS/D, no período de 1998 a 2009

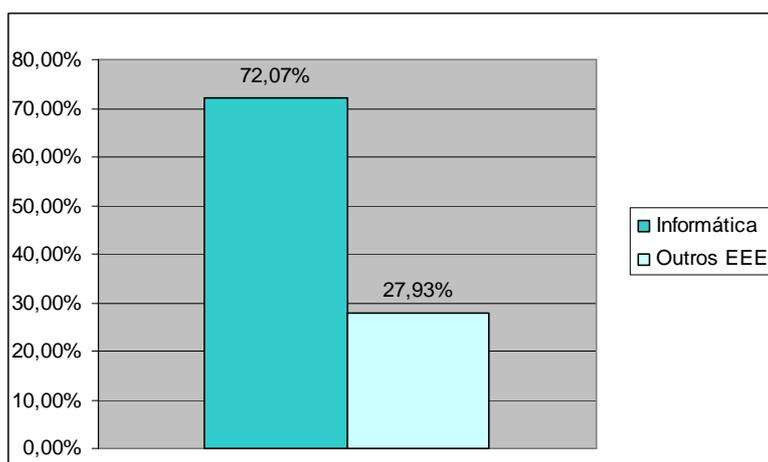


Figura 3. Classificação dos EEE do CQS/D, no período de 1998 a 2009.

Apesar de possuir um programa de reciclagem de resíduos desde 1994 (Programa USP Recicla), a USP ainda não possui plano institucional de gestão para seus REEE, embora venha discutindo a questão e tenha avançado nessa questão. Atualmente, a Universidade, além do projeto de política de resíduos sólidos em andamento, possui algumas ações isoladas de gerenciamento nesse sentido. Essa prática individualizada torna-se limitada e ineficiente, por falta de dados técnicos relativos à geração, composição e conseqüente gerenciamento dos REEE.

Os locais de destino dos REEE gerados no CQS/D identificados são 5 instituições filantrópicas, sem fins lucrativos, que recebem os REEE em doação, para reutilização local, quando se encontram em condições, ou para gerar renda por meio da comercialização dos EEE que tem utilidade e de REEE ou de peças/componentes. Essa comercialização geralmente ocorre em lotes<sup>1</sup> ou em bazares beneficentes.

## 5.2. Visitas aos locais de destino dos REEE do CQS/D

Nas visitas aos locais de destino foram observados os REEE recebidos, as condições locais e de trabalho, como também o registro e o conhecimento da origem dos REEE que chegam às Instituições, além das etapas operacionais de triagem visando à recuperação dos REEE, beneficiamento, destinação de peças e materiais recuperáveis e dos rejeitos.

### **5.2.1. Tipos de REEE recebidos**

Todas as Instituições recebem resíduos de todas as categorias de REEE presentes no *check list*, como os de equipamentos de informática (computadores, impressoras, copiadoras), telefonia (telefones, celulares), audiovisuais (televisores, vídeos, DVDs, multimídias), grandes eletrodomésticos (geladeiras, congeladores, microondas) e pequenos eletrodomésticos (balanças, relógios, aparelhos para medição de temperatura).

### **5.2.2. Registro e conhecimento da origem**

Em todos os locais a origem dos REEE recebidos é conhecida e também é efetuado o registro dos materiais recebidos. A maioria é proveniente de doações de pessoas físicas, mas recebem também de escritórios e outras instituições, como Polícia e Corpo de Bombeiros.

### **5.2.3. Triagem**

Uma das atividades da triagem é o teste para verificar o funcionamento. Apenas uma das instituições não realiza essa atividade, pois todos os REEE que chegam são separados apenas por tipo e vendidos em lotes<sup>3</sup>. Nos demais locais (4; 80%) ocorre o teste. Quando o equipamento está funcionando, ele pode ser reutilizado no próprio local, integrando o rol de equipamentos em uso nessas unidades, ou ser vendido no estado em que foi recebido, ou ainda repassado para programas de inclusão digital, como acontece nessas 4 instituições (Gráfico 1). No caso do equipamento estar avariado, o reparo pode ser realizado. No entanto, somente 3 instituições realizam o reparo de EEE no local.

---

<sup>3</sup> Venda por lotes: nesse tipo de comercialização os materiais são separados por tipo e vendidos juntos, normalmente em grandes quantidades. Ocorre não só com equipamentos eletroeletrônicos, mas também com mobiliários, utensílios domésticos.

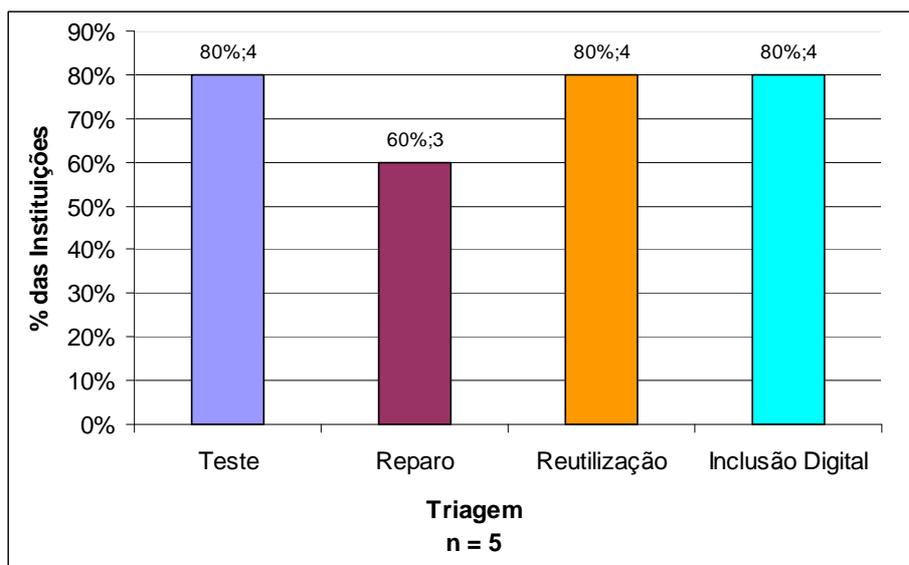


Gráfico 1: Triagem e encaminhamento dos REEE's recebidos

#### 5.2.4. Beneficiamento

No beneficiamento ocorre a desmontagem. Apenas 3 instituições desmontam os equipamentos recebidos. Nas outras 2, quando o EEE não está funcionando ele é vendido avulso como REEE ou por lote no estado recebido. Depois de desmontado, ocorre a segregação das peças e dos materiais e o armazenamento.

O armazenamento das peças e materiais ocorre em recipientes rígidos ou em bags, para posterior comercialização.

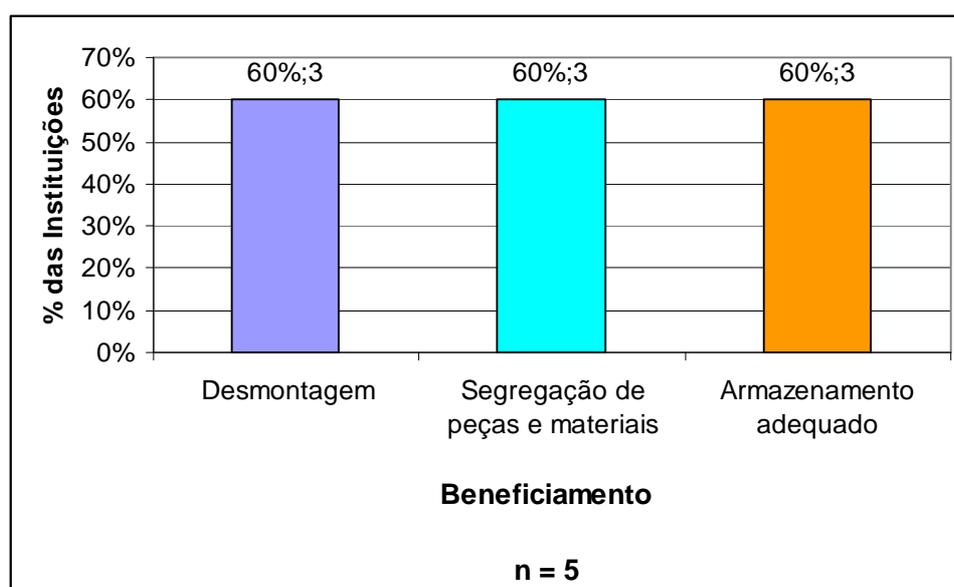


Gráfico 2. Beneficiamento dos REEE's recebidos.

### 5.2.5. Destinação de peças e materiais recuperáveis

As peças e materiais segregados podem ser reaproveitados localmente, para consertar outros equipamentos, como ocorre com os computadores. Nesse caso, as peças separadas que estão funcionando substituem as que não funcionam, permitindo que o equipamento volte a funcionar e possa ser reaproveitado como um equipamento que terá mais um tempo de vida útil, ou seja, prolonga-se a vida útil de tais equipamentos. Outro destino é a comercialização separadamente, como ocorre com as placas de computadores que são separadas e vendidas individualmente ou por lotes. A doação para terceiros, como pessoas carentes que visitam as instituições, ocorre em apenas 2 das Instituições.

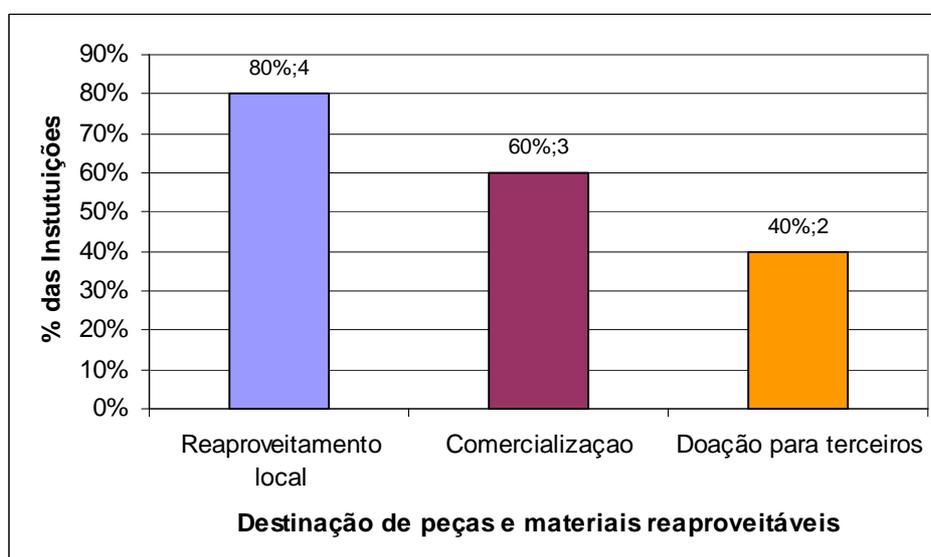


Gráfico 3. Destinação de peças e materiais reaproveitáveis.

### 5.2.6. Destinação dos rejeitos

Em nenhuma das unidades existem rejeitos, pois tudo é comercializado, tanto equipamentos inteiros, quanto peças, por unidades ou em lotes, como forma de arrecadar fundos para a instituição.

### 5.2.7. Condições locais e de trabalho

As condições locais não diferenciaram muito em 4 das 5 instituições visitadas, que possuíam locais ventilados, iluminados e com a presença de extintor de incêndio. No entanto, nenhuma das unidades conta com saída de emergência. Apenas uma das

instituições possuía péssimas condições locais, pois contava apenas com um galpão fechado com iluminação precária e mal ventilado e uma área aberta onde os resíduos ficam estocados a céu aberto.

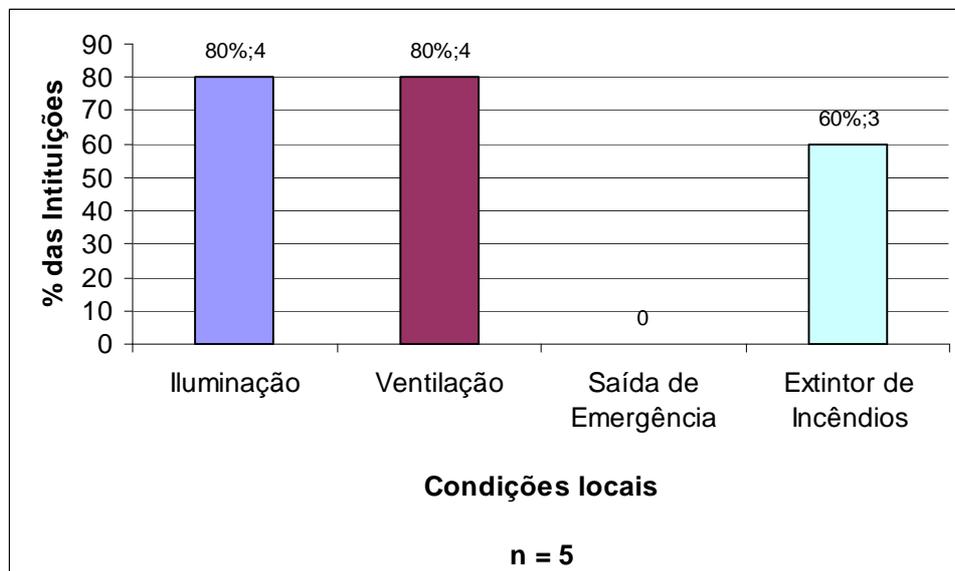


Gráfico 4. Condições locais das instituições

### 5.2.8. Uso de EPI's

Observou-se que a luva é o EPI mais utilizado, aparecendo em 4 instituições. Óculos e máscara apareceram em 2 instituições. O uso de gorro, avental e botas não foi observado em nenhuma das instituições. Em apenas um dos locais, observou-se que os funcionários não utilizam nenhum dos EPI's.

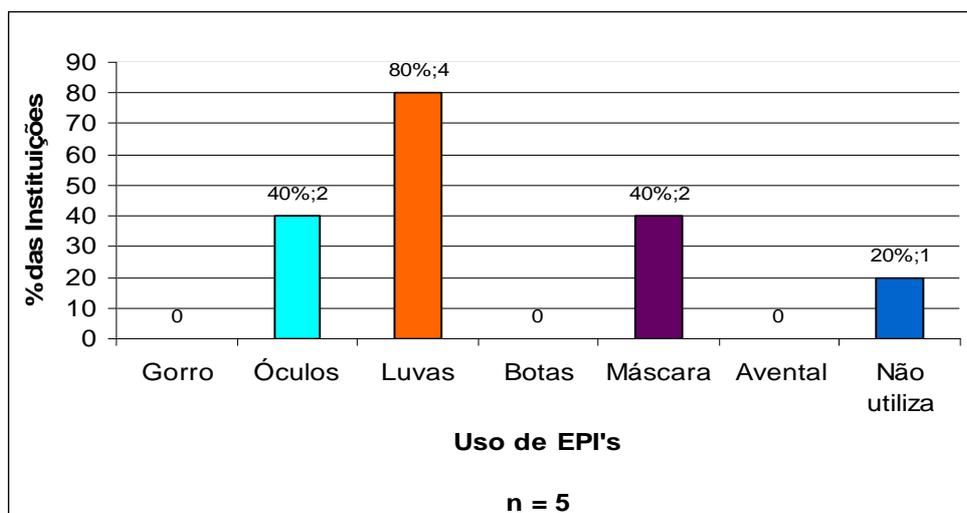


Gráfico 5. Uso de EPI's pelos funcionários das instituições.

### 5.2.9. Capacitação

Na maioria das instituições (4; 80%) observou-se que os funcionários receberam uma capacitação prévia para trabalhar com os REEE.

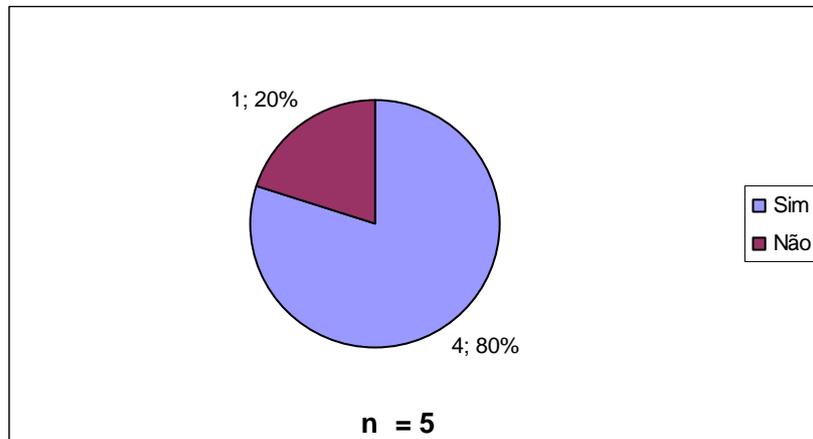


Gráfico 6. Treinamento dos funcionários.

### 5.3. Outros possíveis destinos para os REEE

Adicionalmente, com o objetivo de aprofundar o conhecimento a respeito de possíveis destinos de REEE com a finalidade de reciclagem, foram realizadas visitas a quatro recicladoras de REEE. Os locais visitados foram:

#### 5.3.1. CEDIR - Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática

O CEDIR surgiu como uma solução para o lixo eletrônico da USP (reuso e descarte sustentável de lixo eletrônico). Antes dele o destino dos eletrônicos era incerto.

Os materiais recebidos são do grupo 3 – Informática e Telecomunicações e passam pelas seguintes operações:

a) Coleta e Triagem: O processo tem início com a recepção de peças e equipamentos de informática e telecomunicações. O primeiro objetivo é avaliar a possibilidade de reaproveitamento. Em caso positivo, ele é encaminhado para projetos sociais na forma de empréstimo. A forma de empréstimo foi adotada para garantir que este bem de informática retorne ao CEDIR e tenha um destino sustentável, ao final da sua vida útil. Os equipamentos, que não puderem ser

reaproveitados por projetos sociais, serão encaminhados para a etapa de categorização.

b) Categorização: Nesta etapa, tais equipamentos são pesados, desmontados e separados por tipo de material (plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc.). Os materiais do mesmo tipo são descaracterizados e compactados. A compactação é realizada devido à necessidade de reduzir o volume e, conseqüentemente, reduzir o custo de transporte.

c) Reciclagem: Por último, os materiais categorizados são armazenados até o recolhimento por empresas de reciclagem, devidamente credenciadas pela USP e especializadas em materiais específicos, como plástico, metais ou vidro. Alguns resíduos são vendidos, enquanto outros são pagos para serem retirados (por exemplo, os tubos de raio catódicos. Dessa forma, não sobram rejeitos. No final, recebem um certificado de destinação dessas empresas. A comercialização é via Fundação USP (FUSP)<sup>4</sup> e os custos são arcados pelo CCE<sup>5</sup>.

Para realizar essas etapas, este centro possui além das ferramentas básicas, balança, carrinhos para transportar os materiais, prensa e empilhadeira.

As unidades do CQS/D podem destinar seus resíduos para o CEDIR. Primeiro tem que dar a baixa no material no sistema Mercúrio (opção “baixa CEDIR”). Em seguida, abrir um chamado (pode ser agendado pelo telefone) e marcar o dia. Para as pessoas físicas, basta abrir o chamado e agendar o dia da entrega do material, pois o centro não possui veículo próprio para coletar os resíduos.

O Cedir possui licença da Cetesb para operação, os funcionários receberam uma capacitação prévia e utilizam EPI's como luvas, óculos e capacete.

### **5.3.2 Coopermiti**

A Coopermiti é uma cooperativa do município de São Paulo, que recebe apenas lixo eletrônico. Foi fundada em novembro de 2009 e começou a operar em março

---

<sup>4</sup>FUSP: Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo, responsável pelo gerenciamento dos recursos financeiros não orçamentários da USP, oriundos de entidades externas à USP, recebidos pela FUSP somente por meio de contratos ou convênios.

<sup>5</sup>CCE: Centro de Computação Eletrônica, responsável pelas funções principais de coordenação executiva de informática e comunicação de dados da Universidade de São Paulo, e de centro prestador de serviços de informática para a Comunidade Universitária.

de 2010. Possui atualmente 23 cooperados. Tem se apoiado tecnicamente no CEDIR da USP.

A Prefeitura Municipal de São Paulo custeia o aluguel do galpão e os demais investimentos com equipamentos e ferramentas e os custos de manutenção, atualmente, são arcados por um dos associados da cooperativa.

A visita foi realizada no mês de maio de 2010 e até abril de 2010 a cooperativa recebeu 3 toneladas de REEE, sendo estes constituídos principalmente por monitores e fontes de computador. Esses resíduos têm como origem estabelecimentos de serviços (escritórios), orfanatos e pessoas físicas que solicitam a retirada. Também estão realizando um projeto de convênio com um condomínio para a retirada desses materiais.

Os resíduos recebidos pela cooperativa passam por processos de pré-beneficiamento, com o objetivo de aumentar seu valor no mercado: pesagem, teste, eventual conserto, desmontagem, separação e classificação, prensagem dos metais e armazenamento. Os equipamentos considerados aptos para reutilização após teste, conserto, *upgrade* ou montagem, sobretudo computadores, monitores e fontes são comercializados ou doados para as instituições de caridade que destinam seus REEE para a Coopermiti, estabelecendo-se dessa forma uma troca.

A cooperativa possui diversos parceiros para a compra dos materiais obtidos no processo, sendo os principais: LATAR, LORENE e RECICLO. Dependendo da quantidade de materiais, o custo do transporte é arcado pelas empresas compradoras, mas caso não se alcance a quantidade mínima, a Coopermiti leva o material até o comprador.

No momento são considerados rejeitos os TRC (conjunto cone+tela) de monitores e televisores, pilhas e baterias. Verificou-se grande quantidade de TRC armazenados. Desse tipo de componente são retirados para comercialização os fios de cobre e placa e os cases de plástico ABS. Um dos destinos para esse tipo de componente é a empresa Ativa, que cobra R\$ 2,00 por unidade para o tratamento e destinação. Pilhas e baterias têm chegado à Coopermiti em pequena quantidade e estão sendo armazenados em uma pequena caixa para remessa a local adequado, como por exemplo, os coletores do programa Papa-Pilhas. No caso dos TRC estão estudando a possibilidade de processamento/beneficiamento dos mesmos a fim de evitar custos e se possível comercializar os materiais obtidos.

Os funcionários que manuseiam os resíduos receberam treinamento prévio e utilizam equipamentos de proteção como luvas e óculos.

### **5.3.3 Reciclo Ambiental e Reciclo Metais**

São duas empresas familiares que atuam na área de prestação de serviços e manufatura reversa.

#### **RECICLO AMBIENTAL:**

Atua na prestação de serviços, realizando os seguintes serviços:

- Avaliação
- Adequação
- Captação
- Armazenamento
- Descaracterização
- Separação
- Destinação ambiental e socialmente responsável
- Certificado de destinação com anexo de rastreabilidade, como todos os atores da cadeia, todos os materiais recebidos, tudo que foi gerado pela manufatura reversa com as quantificações e a destinação de cada material gerado (nota fiscal, local, data, quantidade, exportação).
- Possuem parceria com diversas empresas e com a ONG Oxigênio.

#### **RECICLO METAIS**

Atua na área da manufatura reversa, cujo objetivo é liberar os diferentes materiais e direcioná-los para o processamento final, sendo intermediários no processo.

Os equipamentos recebidos pela Reciclo Metais são pequenos eletrodomésticos, informática e equipamentos da linha marrom (rádio-gravadores, sistema de som, TV's, videocassetes e DVD's). Não são recebidos equipamentos da linha branca (grandes eletrodomésticos, como geladeiras, fogões, máquinas de lavar roupa e louça, secadoras e microondas).

As etapas realizadas são: desmontagem, segregação e identificação do material, não realizando a reciclagem, embora se classifiquem como recicladores.

Embora a capacidade de processamento seja de 80 ton/mês de materiais diversos e 80ton/mês de placas, ocorre processamento apenas de 40-50 ton/mês, sendo que 30ton são de placas. Contam com 12 funcionários e uma área de 1000 m<sup>2</sup>.

Possuem um moinho para segregação de fios e cabos, que separa o cobre do plástico e tem um ímã para separar o material ferroso.

Quanto maior a separação, maior valor agregado adquire o material.

Para os equipamentos de informática, já ocorre a reciclagem de 90%. No entanto, teclados têm baixo valor comercial. As placas são separadas por qualidade e as de telecomunicações são as que possuem maior valor agregado. Os computadores possuem 10% de seu peso correspondente a placas de circuito integrado.

Quanto aos tudo de raio catódico, a empresa já adquiriu uma máquina que realiza a separação, mas ainda não está operando e os tubos estão sendo armazenados. A tela da frente será separada da tela do fundo que contém chumbo. A intenção é mandar a tela com chumbo para uma empresa que realiza a separação do chumbo, ao contrario da maioria que manda o vidro todo para a cerâmica.

Alguns materiais não são reaproveitados e são considerados rejeitos, como por exemplo, alguns tipos de plásticos que não são identificados e as fitas magnéticas. Esses materiais são destinados para o Aterro Essencis.

A empresa possui licença de operação da Cetesb, cadastro técnico federal do Ibama e licença da Sabesp de não contaminação do lençol freático.

Quanto à parte ocupacional, possuem um técnico de segurança e uma empresa presta consultoria na área de exames médicos. Foi observado o uso de EPI's, como máscaras, luvas, óculos, capacete, botas e macacão.

Possuem parecerias com diversas empresas, internacionais e nacionais, como ABES Software, Safe Way, Conversa Sustentável, dentre outras.

#### **5.3.4. Silcon Ambiental**

A Silcon é uma empresa que atua desde 1995 em serviços e soluções para o gerenciamento e destinação final de resíduos e na produção de biomassa. Tem sede na cidade de São Paulo e unidades instaladas nas cidades de Mauá-SP, Paulínia-SP, Juquiá-SP, Santos-SP, Bauru-SP e Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Um dos serviços prestados é a logística e manufatura reversa na planta de Juquiá. Os serviços prestados por eles vão desde a coleta até a destinação final, como pode ser visto abaixo:

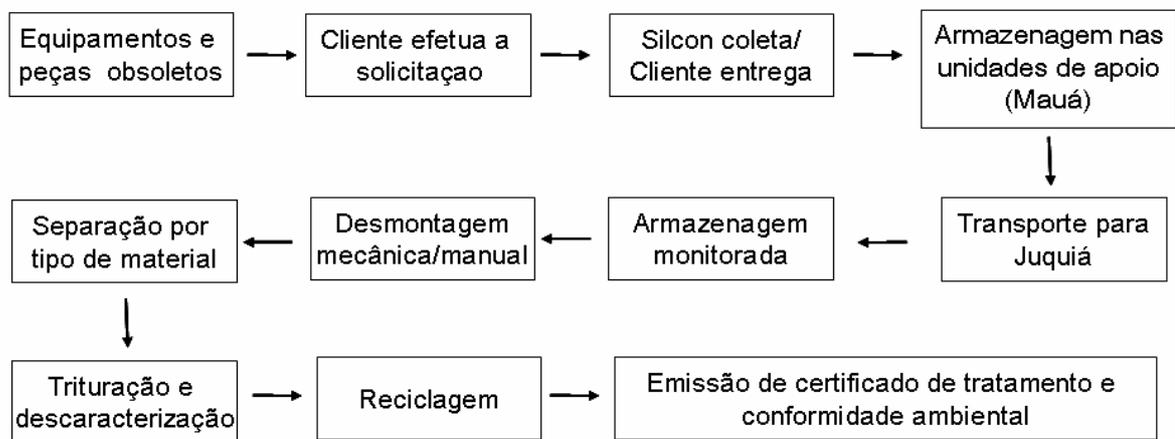


Figura 4. Serviços prestados pela Silcon Ambiental

Os materiais que podem ser reciclados voltam para a cadeia de produção, como os plásticos, que volta para a indústria de brinquedos, automobilística e de eletroeletrônicos, o papel e papelão para a indústria de papel e celulose, os materiais ferrosos e não ferrosos para a de fundição e baterias de chumbo ácido para a aplicação em novas baterias. Já os materiais que não podem ser reciclados, como cinescópios, capas de celulares, etiquetas adesivas e toners são co-processados e destinados a aterro de inertes.

A capacidade atual de processamento é de 500 ton/mês e para os equipamentos de informática a reciclagem chega a 94%. Recebem todos os tipos de REEE de empresas, fabricantes e escritórios, não recebendo de pessoas físicas.

Os trabalhadores são todos treinados e usam todos os EPI's necessários. Possuem as licenças de operação necessárias.

## 5.4 Identificação de potenciais impactos ambientais e a saúde

### 5.4.1. Riscos à saúde

Durante o processo de reciclagem dos REEE é necessário que ocorra tanto uma gestão correta, quanto um tratamento adequado em cada etapa. A má operação durante o processo pode acarretar exposição ocupacional a substâncias perigosas, causando problemas à saúde humana e ao meio ambiente. Os estudos envolvendo avaliação de risco incluindo avaliação de exposição ocupacional nas instalações de reciclagem ainda são escassos e, devido à quantidade de substâncias perigosas presentes nos resíduos eletroeletrônicos as quais os trabalhadores estão expostos e o aumento crescente dos fluxos desses resíduos, tornam-se relevante tais pesquisas (MJ & Associais, 2004).

Segundo a Environment Canadá (2001), as atividades típicas desenvolvidas para recuperação e reciclagem de REEE são: recebimento, teste para verificação do funcionamento, conserto, desmontagem manual e mecânica, trituração, moagem, queima, fusão, e as principais preocupações de saúde ocupacional estão relacionadas à reciclagem mecânica ou térmica: trituração, moagem, queima e fusão, pois é nela que ocorre maior liberação de substâncias tóxicas.

Nas unidades visitadas ocorrem apenas as etapas de recebimento, teste, conserto e desmontagem manual, etapas que também podem oferecer alguns riscos, como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3. Atividades desenvolvidas nos locais de destino e riscos ocupacionais

<b>Atividade</b>	<b>Saúde ocupacional – Riscos</b>
Recebimento	Cortes e perfurações devido à exposição a objetos pontiagudos, ou inalação de poeira do vidro quebrado de monitores.
Teste e conserto	Choque elétrico devido ao uso de fontes de alimentação elétricas.

Desmontagem manual	Inalação de poeiras liberadas durante o processo. Problemas ergonômicos devido a movimentos repetitivos.
--------------------	--

Em muitos casos, a manipulação adequada e controlada dos REEE pode minimizar esses riscos ocupacionais e a liberação de substâncias perigosas (ENVIRONMENT CANADA, 2001). Por isso, é fundamental a capacitação dos funcionários em cada etapa realizada e a utilização das EPI's, como luvas, óculos, máscara, gorro, avental e botas, o que nem sempre ocorre, como foi observado nas visitas.

#### **5.4.2. Riscos ambientais**

Assim como os riscos ocupacionais que envolvem o manejo dos resíduos eletroeletrônicos são poucos conhecidos, a questão da liberação de substâncias perigosas no ambiente também é dado pouco observado. De acordo com MJ & Associais (2004) existem três tipos de caminhos potenciais os quais as substâncias perigosas podem entrar em contato com o meio ambiente. A primeira seria a via de dispersão de poeiras resultantes do processo de trituração nas instalações de reciclagens sendo estas depositadas em solos, áreas úmidas fora da planta de instalação e ingerida ou absorvida por alguma espécie importante para sobrevivência do ecossistema local. A segunda maneira seria, caso houver, o uso a água em qualquer parte do processo e principalmente se a poeira não for controlada a deposição de substâncias perigosas no solo e na água. A terceira e última via seria a hipótese dos resíduos eletroeletrônicos serem armazenados num espaço aberto antes de serem desmontados e neste exemplo a ação do tempo, como a chuva, pode ocasionar a lixiviação de substâncias perigosas serem depositadas no solo ou água.

Em relação aos locais visitados, o primeiro caminho de contaminação ambiental dado por MJ & Associais dificilmente ocorreria, pois a trituração não é uma etapa presente nas instituições visitadas. Já os outros dois caminhos são possíveis, principalmente o terceiro, pois em um dos locais, muitos REEE ficavam armazenados a céu aberto e em contato direto com o solo.

Além disso, a desmontagem dos equipamentos é seguida da segregação de componentes com e sem valor comercial. Nas instituições filantrópicas, os

equipamentos sem condições de recuperação e sem valor comercial são repassados a sucateiros em lotes. Geralmente, esses materiais são aqueles que contêm maior quantidade de substâncias perigosas, como pilhas, baterias e tubos de imagem. Estes em algum momento acabam sendo descartados junto aos resíduos comuns, dada à inexistência de coleta seletiva específica, o que na melhor das hipóteses acabam em aterros para resíduos; quando não, estão sendo lançados no ambiente de forma inadequada.

## 6. Conclusão

---

O destino dos REEE pode ser considerado preocupante do ponto de vista ambiental e de saúde pública, pois contêm substâncias perigosas, como por exemplo, os metais pesados: mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio, bário e cromo; gases de efeito estufa, como os clorofluorocarbonetos (CFC); substâncias halogenadas, bifenilas policloradas (PCBs), cloreto de polivinila (PVC) e muitas vezes acabam sendo descartados como resíduo comum, tanto em aterros, como em lixões, podendo ocasionar impactos ao ambiente, pela contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas e representar risco à saúde da população do entorno (WIDMER et al, 2005).

Quanto à saúde ocupacional, a utilização de EPI's e a capacitação prévia são práticas recomendadas e que podem reduzir a exposição dos trabalhadores aos riscos apontados, pois muitos desconhecem que esses resíduos são constituídos por substâncias perigosas e que requerem cuidados no manuseio, transporte, recebimento, desmontagem e segregação dos materiais.

O mais correto é enviar esses REEE's a unidades próprias de tratamento, que possuem as licenças necessárias, os funcionários são treinados e utilizam EPI's, que além de dar um destino adequado para cada tipo de material, podem emitir um certificado de destinação e conformidade ambiental.

A Universidade de São Paulo (USP), na qualidade de maior universidade do país e considerada uma das cinquenta melhores do mundo (WEBOMETRICS, 2009) deve dar o exemplo e tomar a iniciativa de contribuir para a solução do problema no Brasil.

## 7. Referências Bibliográficas

---

ALLSOPP, M.; SANTILLO, D.; JOHNSTON, P., **Environmental and Human Health Concerns in the Processing of Electrical and Electronic Waste**. Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exter, 2006.

BABU, R.; PARANDE, A.; BASHA, C., Electrical and electronic waste: a global environmental problem. **Waste Management & Research**, 2007, 25, 307–318.

BRASIL. Ministério do Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 257/99**, de 30 de junho de 1999 – In: Resoluções, 1999. [Acessado em 10. out. 2010]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. [Acessado em 10. out. 2010]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)

[EEA] European Environment Agency, **Waste from Electric and Electronic Equipments – Quantities, Dangerous Substances and Treatment Methods**, 2003, 68 p. Technical Report EEA. Copenhagen, a; 2003. [Acessado em 15. ago. 2010]. Disponível em: [http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/etc\\_waste/library?l=/working\\_papers/weeepdf/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/etc_waste/library?l=/working_papers/weeepdf/_EN_1.0_&a=d)

ENVIRONMENT CANADA (Five Winds International), **An Environmental Scan of Toxic and Hazardous Materials in IT and Telecom Products and Waste**, Canada, 04. mai. 2001a.).

EU. 2002a. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Official Journal L037 13/02/2003 24p. [Acesso em: 14. nov. 2009]. Disponível em: [http://www.enterpriseeuropenetwork.pt/info/polserv/pol%C3%ADticas/Documents/REE\\_DL230\\_2004.pdf](http://www.enterpriseeuropenetwork.pt/info/polserv/pol%C3%ADticas/Documents/REE_DL230_2004.pdf).

EWASTE, Hazardous Substances in e-Waste, Swiss e-waste guide, 2008. [Acessado em 10. out. 2010]. Disponível em: [http://ewasteguide.info/hazardous\\_substances](http://ewasteguide.info/hazardous_substances)

IDC. **IDC Brasil: Brasil encerra 2007 como o quinto maior mercado de PCs do mundo**. Releases 2010. [Acesso em: 20. out. 2010]. Disponível em: [http://www.idclatin.com/news.asp?ctr=bra&id\\_release=1161](http://www.idclatin.com/news.asp?ctr=bra&id_release=1161)

KANG, H.; SCHOENUNG, J. M., Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options, **Resources, Conservation and Recycling vol. 45, n. 4, 2005, p.1-33, Elsevier**.

MJC & ASSOCIATES, **Screening level human health and ecological risk assessment for generic e-waste processing facility**, preparado para Environment Canada, 2004.

MOREIRA, D., Brasil tem problema de estrutura e legislação para enfrentar lixo eletrônico, **IDG Now!**, 2007. [Acessado em 04. nov. 2010]. Disponível em: [http://idgnow.uol.com.br/computacao\\_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.2669597646/](http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.2669597646/)

PARLAMENTO EUROPEU, **Directiva 2002/95/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: Relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos, In: Jornal Oficial da União Europeia de 13.2.2003.

PARLAMENTO EUROPEU, **Directiva 2002/96/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: Relativa os resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos, In: Jornal Oficial da União Europeia de 13.2.2003.

PLANALTO, 2010. [Acessado em 04. nov. 2010]. Disponível em: <http://blog.planalto.gov.br/politica-nacional-de-residuos-solidos-une-protecao-ambiental-e-inclusao-social/>

RODRIGUES AC. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. [Dissertação de Mestrado]. Santa Bárbara d'Oeste, SP: UNIMEP; 2007.

[UNEP]. United National Environment Program, **Recycling: From E-Waste to Resources**, 2009. [Acessado em 15. ago. 2010]. Disponível em: [http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste\\_publication\\_screen\\_FINALVERSION-sml.pdf](http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf)

[UNU]. United Nations University, **Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment**, 2008. Study No. 07010401/2006/442493/ETU/G4

VALIM CE. **Sem destino final para PC, lixo tecnológico preocupa**. Gazeta Mercantil, 2008 abr. 30. [Acesso em 16. mai. 2008]. Disponível em: <http://www.itweb.com.br/noticias/asp?cod=47571>

ZANCHETTA D. Colapso do lixo Atinge 67 cidades de São Paulo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 2008 out. 2. Caderno MetrÓpole: p.C1.,C3,C4.

WEBOMETRICS. New July edition of the Webometrics Ranking, 2009. **World Universities ranking on the Web**. [Acesso em 29/09/2009]. Disponível em: <http://www.webometrics.info/>

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BÖNI, H. 2005. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, 25 (5): 436-458.

## **8. Anexos**

---

### **ANEXO I**

#### **Diretiva Européia 2002/96/EC (EU, 2002a)**

7060 *DIÁRIO DA REPÚBLICA— I SÉRIE-A N.º 288 — 10 de Dezembro de 2004 (Portugal)*

#### **Lista dos produtos e funções que deverão ser considerados para efeitos do presente diploma**

##### **1 — Grandes electrodomésticos:**

Grandes aparelhos de arrefecimento:

Frigoríficos;

Congeladores;

Outros aparelhos de grandes dimensões utilizados na refrigeração, conservação e armazenamento de alimentos;

Máquinas de lavar roupa;

Secadores de roupa;

Máquinas de lavar louça;

Fogões;

Fornos eléctricos;

Placas de fogão eléctricas;

Micronondas;

Outros aparelhos de grandes dimensões utilizados para cozinhar ou transformar os alimentos;

Aparelhos de aquecimento eléctricos:

Radiadores eléctricos;

Outros aparelhos de grandes dimensões para aquecimento de casas, camas, mobiliário para sentar;

Ventoinhas eléctricas;

Aparelhos de ar condicionado;

Outros equipamentos de ventilação, ventilação de exaustão e condicionamento.

##### **2 — Pequenos electrodomésticos:**

Aspiradores;

Aparelhos de limpeza de alcatifas;

Outros aparelhos de limpeza;

Aparelhos utilizados na costura, *tricot*, tecelagem e outras formas de transformar os têxteis;

Ferros de engomar e outros aparelhos para engomar, calandrar e tratar o vestuário;

Torradeiras;

Fritadeiras;

Moinhos, máquinas de café e aparelhos para abrir ou fechar recipientes ou embalagens;

Facas eléctricas;

Aparelhos para cortar o cabelo, secadores de cabelo, escovas de dente eléctricas, máquinas de barbear, aparelhos de massagem e outros aparelhos para o cuidado do corpo;

Relógios de sala, relógios de pulso e aparelhos para medir, indicar ou registrar o tempo;  
Balanças.

### **3 — Equipamentos informáticos e de telecomunicações:**

Processamento centralizado de dados:

Macrocomputadores (*mainframes*);

Minicomputadores;

Unidades de impressão;

Equipamentos informáticos pessoais:

Computadores pessoais (CPU, rato, tela e teclado incluídos):

Computadores portáteis *laptop* (CPU, rato, tela e teclado incluídos);

Computadores portáteis *notebook*;

Computadores portáteis *notepad*;

Impressoras;

Copiadoras;

Máquinas de escrever elétrica e eletrônica;

Calculadoras de bolso e de secretária;

Outros produtos e equipamentos para recolher, armazenar, tratar, apresentar ou comunicar informações por via eletrônica;

Sistemas e terminais de utilizador;

Telecopiadoras;

Telex;

Telefones;

Postos telefônicos públicos;

Telefones sem fios;

Telefones celulares;

Respondedores automáticos;

Outros produtos ou equipamentos para transmitir som, imagens ou outras informações por telecomunicação.

### **4 — Equipamentos de consumo:**

Aparelhos de rádio;

Aparelhos de televisão;

Câmaras de vídeo;

Gravadores de vídeo;

Gravadores de alta-fidelidade;

Amplificadores áudio;

Instrumentos musicais;

Outros produtos ou equipamentos para gravar ou reproduzir o som ou a imagem, incluindo sinais ou outras tecnologias de distribuição do som e da imagem por outra via que não a de telecomunicações.

### **5 — Equipamentos de iluminação:**

Aparelhos de iluminação para lâmpadas fluorescentes, com exceção dos aparelhos de iluminação doméstica;

Lâmpadas fluorescentes clássicas;

Lâmpadas fluorescentes compactas;

Lâmpadas de descarga de alta intensidade, incluindo lâmpadas de sódio sob pressão e lâmpadas de haletos metálicos;

Lâmpadas de sódio de baixa pressão;  
Outros equipamentos de iluminação ou equipamento destinado a difundir ou controlar a luz, com exceção das lâmpadas de incandescência.

#### **6 — Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões):**

Berbequins;  
Serras;  
Máquinas de costura;  
Equipamento para torneiar, fresar, lixar, triturar, serrar, cortar, tosar, brocar, fazer furos, puncionar, dobrar, encurvar, ou para processos similares de tratamento de madeira, metal e outros materiais;  
Ferramentas para rebitar, pregar ou aparafusar ou remover rebites, pregos ou parafusos, ou para usos semelhantes;  
Ferramentas para soldar ou usos semelhantes;  
Equipamento para pulverizar, espalhar, dispersar ou para tratamento de substâncias líquidas ou gasosas por outros meios;  
Ferramentas para cortar relva ou para outras atividades de jardinagem.

#### **7 — Brinquedos e equipamento de esporte e lazer:**

Conjuntos de comboios eléctricos ou de pistas de carros de corrida;  
Consolas de jogos de vídeo portáteis;  
Jogos de vídeo;  
Computadores para ciclismo, mergulho, corrida, remo, etc.;  
Equipamento desportivo com componentes eléctricos ou electrónicos;  
Caça-níqueis (*slot machines*).

#### **8 — Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados):**

Equipamentos de radioterapia;  
Equipamentos de cardiologia;  
Equipamentos de diálise;  
Ventiladores pulmonares;  
Equipamentos de medicina nuclear;  
Equipamentos de laboratório para diagnóstico *in vitro*;  
Analisadores;  
Congeladores;  
Testes de fertilização;  
Outros aparelhos para detectar, evitar, controlar, tratar, aliviar doenças, lesões ou deficiências.

#### **9 — Instrumentos de monitoramento e controlo:**

Detectores de fumo;  
Reguladores de aquecimento;  
Termostatos;  
Aparelhos de medição, pesagem ou regulação para uso doméstico ou como equipamento laboratorial.  
Outros instrumentos de controlo e comando utilizados em instalações industriais (por exemplo, em painéis de comando).

**10 — Distribuidores automáticos:**

Distribuidores automáticos de bebidas quentes;

Distribuidores automáticos de garrafas ou latas quentes ou frias;

Distribuidores automáticos de produtos sólidos;

Distribuidores automáticos de dinheiro;

Todos os aparelhos que forneçam automaticamente todo o tipo de produtos.

**APÊNDICE I - Check list** para as visitas aos locais de destino, após a baixa patrimonial, para observação das condições de reaproveitamento, tratamento e disposição final dos REEE.

GERENCIAMENTO	Categorias de EEE	Informática		Audiovisual		Telefonia		Eletrodomésticos		Outros	Observação
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não		
Condições de trabalho, saúde e higiene	Treinamento										
	Ventilação										
	Iluminação										
	Uso de EPI's										
	Extintor de incêndio										
	Saída de emergência										
Registro e conhecimento da origem	Origem conhecida										
Triagem visando à recuperação do EEE	Teste para verificar funcionamento										
	Reparo										
	Reutilização										
	Inclusão digital										



## APÊNDICE II

Roteiro estruturado de visita

Nome da Empresa:

Data:

Nome do entrevistado:

Cargo/Função:

Descrição da empresa (instalações e constituição)

Numero de empregados:

Equipamentos existentes:

1 - Quais os tipos de equipamentos/componentes comercializados e/ou reciclados por sua empresa?

2 - Qual a atividade principal da empresa - o que a empresa faz com relação a equipamentos ou componentes? (desmonta, segrega, etc.?)

3 - Qual o foco de mercado principal da empresa para compra e venda, ou prestação de serviço: particulares, outras empresas (de quais setores, fabricantes de eletroeletrônicos). Identificar entrada de materiais e saídas

4- Quais os procedimentos de comercialização de materiais que são vendidos ou encaminhados para reciclagem ou remanufatura?

5 - Quantidade aproximada de equipamentos / componentes comercializados / reciclados por mês. Capacidade instalada de processamento (dia, mês).

6 - Qual o percentual de materiais ou componentes recuperados?

7 - Quais os processos utilizados?

8 - A empresa possui um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA (NR 9), visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores? E quais são as medidas de controle e proteção individual e coletiva adotadas?

9 - Qual a destinação de materiais cujo aproveitamento ou comercialização não seja possível?

10 - Quais são esses materiais rejeitados e por qual motivo?

11 - Atuação da empresa é regional, nacional ou internacional?

12 - Quais os fatores atuais que dificultam a atividade da empresa? De que natureza?

13 - Quais os tipos de licença necessários à operação da empresa? A empresa possui essas licenças?

14 - A empresa possui ISO\_9000 ou 14.000?

15 - De que forma a aprovação da PNRS, com a obrigatoriedade da logística reversa ou uma Resolução CONAMA para os REEE impactarão nos negócios da empresa?

16 - Já existe alguma articulação com os fabricantes nesse sentido?