



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica & Escola de Química  
Programa de Engenharia Ambiental

**João de Saint Brisson Paes de Carvalho**

**LIXO ELETRÔNICO:**

*Análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a região metropolitana do Rio de Janeiro*

Rio de Janeiro

2012



**UFRJ**

**João de Saint Brisson Paes de Carvalho**

**Lixo Eletrônico:**

Análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a região metropolitana do Rio de Janeiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

**Orientador: Prof. DSc. Eduardo Gonçalves Serra**

Rio de Janeiro

2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Paes de Carvalho, João de Saint Brisson.

Lixo Eletrônico - Análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro; João de Saint Brisson Paes de Carvalho - 2012.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012.

Orientador: Prof. DSc. Eduardo Gonçalves Serra

1. Resíduos eletroeletrônicos. 2. Lixo eletrônico 3. Proposta de sistema de coleta e tratamento para a Área Metropolitana do Rio de Janeiro 4. Reciclagem de resíduos. I. Serra, Eduardo Gonçalves. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Lixo Eletrônico - Análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.



## **João de Saint Brisson Paes de Carvalho**

**LIXO ELETRÔNICO:** análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a região metropolitana do Rio de Janeiro.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca em:

-----  
Presidente: Eduardo Gonçalves Serra, Doutor, UFRJ

-----  
Membro: Achilles Junqueira Bourdot Dutra, Doutor, UFRJ

-----  
Membro: Giovani Manso Ávila, Doutor, UFRJ

-----  
Membro: Rafael Barbastefano, Doutor, CEFET/RJ

## RESUMO

PAES DE CARVALHO, João de Saint Brisson. **Lixo eletrônico**: análise das principais alternativas de reprocessamento e sua viabilidade técnica e econômica para a região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Desde a década de 1930, a indústria eletroeletrônica vem massificando a utilização de todos os tipos de aparelhos e equipamentos, com o lançamento de produtos com novas tecnologias e de ciclo de vida cada vez mais curtos. A obsolescência vem se acelerando e, hoje, o problema de recolhimento, processamento e destinação final da sucata gerada tomou proporções monumentais. Muitos países já adotaram práticas efetivas para evitar a poluição ambiental causada pelo descarte inadequado do chamado WEEE (Waste Electric-Electronic Equipment) e montaram sistemas de reprocessamento para se apropriarem do seu valor econômico.

Analisamos as práticas e os processos operacionais, tanto em termos da sua funcionalidade quanto do seu custo operacional, e, para o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, estimamos os custos de uma solução totalmente pública com uma totalmente privada

*Palavras-chave: resíduos eletroeletrônicos, reuso, reciclagem.*

## ABSTRACT

PAES DE CARVALHO, João de Saint Brisson. **Waste electro-electronic equipment**: analysis of the main alternatives for reprocessing and its technical and economical feasibility for the metropolitan area of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Dissertation (Master in Environmental Engineering) - Escola Politécnica and Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Since the 1930's, the electric-electronic industry has created a huge market for all sorts of devices and equipments. With the progress of the technology, the obsolescence is gaining momentum and, today, the problem of gathering, treating and giving final destination to that scrap has acquired massive proportions. Some countries have adopted effective policies that prevent the pollution caused by the inadequate disposal of the WEEE (Waste Electric-Electronic Equipment) and have organized re-processing systems to capture the value of that scrap.

We intend to present an analysis of the functionality and of the economics of the policies in place in other regions and suggest a model to be adopted in the Metropolitan Area of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro State, Brazil.

*Key words: Waste from electrical and electronic equipment, Reuse, Recycle Systems.*

# SUMÁRIO

RESUMO	4
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
1 PREMISSAS E HIPÓTESES	9
2 METODOLOGIA	10
3 INTRODUÇÃO – A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	11
4 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	14
5 O LIXO ELETROELETRÔNICO	17
6 A CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	19
7 SOLUÇÕES POSSÍVEIS: REUSO, REMANUFATURA E RECICLAGEM	23
8 PRÁTICAS ADOTADAS PELOS PAÍSES QUE JÁ IMPLANTARAM SISTEMAS DE COLETA DE WEEE	34
9 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	48
10 ANÁLISE DO MERCADO	52
11 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES DE WEEE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	56
12 ANÁLISE DOS CUSTOS ESTIMADOS DE UM SISTEMA DE COLETA, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DO WEEE PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	62
13 DISCUSSÃO, CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	93

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trabalhador em uma fábrica recicladora de resíduos de motores / A Worker at a motor scrap recycling plant (8)	19
Figura 2 - China WEEE	20
Figura 3 - América Latina WEEE	20
Figura 4 - Nigéria WEEE	20
Figura 5 - Fluxo de materiais para remanufatura ou recondicionamento	23
Figura 6 - Mapa de coleta de WEE na Europa	36
Figura 7 - Esquema de funcionamento WEEE – Suécia	43
Figura 8 - Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro	59
Figura 9 - Mapa da RMRJ	63
Figura 10 - Mapa da RMRJ com referências para medição de distâncias	64
Figura 11 - Densidade populacional na RMRJ	65
Figura 12 - Esquema do processamento de geladeiras e freezers	75
Figura 13 - Esquema de processamento de CRTs	76
Figura 14 - Esquema de processamento de computadores e eletrodomésticos de pequeno porte	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Pegada Ecológica	15
Tabela 2	Composição do WEEE	17
Tabela 3	Esgotamento das reservas de minerais utilizados na indústria eletroeletrônica	18
Tabela 4	Reciclagem de metais – utilização e economia energética	28
Tabela 5	WEEE coletado na CE	38
Tabela 6	Valores cobrados para reciclagem de WEEE na CE	40
Tabela 7	Custos de transporte e tratamento do WEEE na CE	41
Tabela 8	Custo por kg de WEEE coletado na CE	42
Tabela 9	Quantidades coletadas de WEEE na Suécia – 2005 a 2008	44
Tabela 10	Preços de WEEE praticados no Rio de Janeiro	54
Tabela 11	Estimativa de WEEE – CE, Japão, Coreia	56
Tabela 12	Estimativa Reciclagem – CE, Japão, Coreia	56
Tabela 13	Eletrodomésticos em domicílios	57
Tabela 14	Evolução do Número de Microcomputadores	58
Tabela 15	Estimativa do valor em Reais do WEEE da RMRJ	61
Tabela 16	Cálculo da geração de WEEE por município da RMRJ	66
Tabela 17	Cálculo do custo TOPRI e TOPUB	79
Tabela 18	Valor do material da sucata ao preço de mercado de material beneficiado	84

## 1 PREMISSAS E HIPÓTESES

Partindo-se das premissas de que:

- A questão da poluição vem ganhando grande relevância e que o descarte inadequado de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, agrava a questão da degradação ambiental causando perda de recursos naturais como a água dos lençóis freáticos e problemas de saúde na população;

- A Sociedade tem uma Lei, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), pela qual tem que se reger;

- A questão do esgotamento dos recursos naturais envolvidos na fabricação de produtos eletroeletrônicos é de grande relevância;

- Os preços das respectivas sucatas tem se mantido elevado e tende a crescer;

- O volume de lixo eletroeletrônico gerado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro é economicamente significativo;

- Há demanda de mercado para o reprocessamento dessa sucata,

definimos a hipótese principal de que é viável a exploração puramente privada do serviço de recolhimento de lixo eletroeletrônico no Município do Rio de Janeiro, em comparação com as alternativas de serviço puramente público ou de uma Parceria Público-Privada (PPP), considerando-se os custos e o objetivo de recolher a totalidade (ou o máximo possível) do WEEE descartado.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia é de caráter exploratório, descritivo e explicativo. São utilizadas fontes bibliográficas e documentais, além de entrevistas não estruturadas.

Etapas:

- a) Levantamento da literatura sobre as Legislações, o Estado da Arte, da Técnica e das Práticas e as práticas encontradas no Brasil e em outros países para o sistema de coleta, processamento e destinação do WEEE;
- b) Levantamento das alternativas de processos operacionais adotados em outros países para prevenir os danos ambientais e as possibilidades de remanufatura, reuso e reciclagem;
- c) Entrevistas com as Associações representativas, especialmente a ABINEE e a ELETROS, visando conhecer as políticas adotadas pelos fabricantes para o processamento dos seus produtos fora de uso, bem como a posição das entidades;
- d) Entrevistas com os processadores de sucata visando conhecer a operação e os preços pagos;
- e) Estimativas dos volumes de WEEE gerados anualmente e as perspectivas de volumes futuros no Município do Rio de Janeiro;
- f) Análise dos custos envolvidos nas diversas práticas encontradas e dos retornos de investimento possíveis.

### 3 INTRODUÇÃO – A DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O quadro recente do volume de geração de WEEE no mundo vem evoluindo aceleradamente. São quotidianamente descartados, em volumes crescentes, TVs, VCRs, tocadores de CDs e DVDs, aparelhos de som, controles remotos, geladeiras e freezers, máquinas de lavar, fornos de micro-ondas, computadores, laptops, pads, monitores e periféricos, consoles de jogos, telefones de mesa e celulares, câmeras fotográficas digitais, calculadoras, rádios, relógios digitais e centenas de outros aparelhos que nos cercam e nos servem durante todo o dia, suas baterias e carregadores, além de toda a aparelhagem que faz funcionar a internet, os sistemas de telefonia, as emissoras de rádio e TV, e muitos outros. Mais ainda, a eletrônica está presente e faz funcionar, hoje em dia, os sistemas industriais, comerciais, residenciais, de comunicação e de transportes (agora grandemente aumentada pela popularização dos veículos elétricos).

A combinação, presente, até recentemente, na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, de preços cadentes, salários em alta, rápida incorporação na indústria e nos serviços de enormes contingentes de mão-de-obra (nos países em desenvolvimento) e facilidades na obtenção de crédito para financiamento do consumo fizeram com que os mercados de bens de consumo – duráveis e não duráveis – se expandissem significativamente, sendo o padrão de consumo dos desenvolvidos copiado pelo resto do mundo.

Tipicamente, o coração dos produtos eletroeletrônicos é composto de uma placa de circuito impresso montada com componentes eletrônicos cada vez mais sofisticados e poderosos, mas, infelizmente, com uma vida útil cada vez mais curta. A velocidade dos avanços tecnológicos, auxiliados por excelentes campanhas de marketing que enfatizam a necessidade de sua substituição por versões mais modernas, com mais funções, mais rapidez no funcionamento e, muitas vezes, preços mais baixos do que os preços das “antiguidades” que estamos utilizando, causam a sua obsolescência em ritmo acelerado.

Assim, o fim da vida útil desses aparelhos eletrônicos gera mais e mais lixo num espaço de tempo cada vez menor. Apesar de todas as campanhas de

reaproveitamento, reciclagem e repotencialização dos equipamentos, esses enormes volumes de aparelhos eletrônicos irão ser descartados mais cedo ou mais tarde por perda de utilidade e total obsolescência tecnológica.

O descarte de forma inadequada dos produtos e equipamentos eletroeletrônicos (WEEE) cria dois problemas: o desperdício de materiais e a poluição ambiental, ou seja, a perda de materiais que podem ser reaproveitados tanto por reciclagem quanto por remanufatura, afetando a sustentabilidade do processo industrial e do padrão de consumo adotado pela Humanidade, e o aumento da carga de metais pesados, plásticos e outros materiais de decomposição lenta no meio ambiente.

Soluções para o processamento (e reaproveitamento) do WEEE vêm sendo buscadas por governos e empresas. No caso dos governos, programas estão sendo desenvolvidos e implementados em quase todos os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Certamente, a preocupação com a prevista escassez de materiais, seu valor atual, os problemas ambientais, a globalização da informação sobre o tema e a implantação de políticas para o WEEE nos países desenvolvidos tem um efeito multiplicador muito grande. Infelizmente, muitos desses programas estão ainda em fase pré-operacional, inclusive o do Brasil, causando preocupações nas autoridades ambientais de diversas instituições como a ONU através da UNEP (United Nations Environmental Programme), que adverte para o desperdício de materiais que são necessários para as tecnologias modernas e para a oportunidade na redução de gases de efeito estufa e para a criação de empregos “verdes” com o maior uso da reciclagem. (1)

As empresas globais e mesmo muitas locais estão atentas à necessidade do descarte consciente dos produtos de sua fabricação já algum tempo. A DELL Computers lista no seu site os países onde tem operações e onde mantêm programas de reciclagem: Austrália, Brasil, Canadá, Índia, Coreia, Malásia, México, Nova Zelândia, Singapura, Taiwan, Tailândia, EUA e Europa, dando uma ideia da dispersão geográfica das iniciativas nesse campo. Da mesma forma, a Philips, a

Sony, a Cisco, a Matsushita, a Samsung, a LG, a Ericsson, a Motorola, a Nokia, a Kingston e muitos outros fabricantes iniciaram há anos iniciativas nesse sentido.

#### 4 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O impacto da produção e consumo desenfreado de equipamentos e aparelhos eletroeletrônicos está muito acima do nível de sustentabilidade exigido nos dias de hoje para qualquer atividade, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

O conceito de sustentabilidade não é novo. Segundo *The Iroquois*, de Dean R. Snow, professor de Antropologia Arqueológica da Penn State University (2), em aproximadamente 1.450, os Iriquois, um conjunto de nações indígenas norte-americanas, formaram a Haudenosaunee, Liga das Cinco Nações (posteriormente seis nações com a incorporação dos Tuscarora em 1722). A sua Constituição tinha um preceito que levava os chefes a avaliar o impacto das suas decisões sobre a sétima geração futura. O primeiro uso europeu conhecido de sustentabilidade ocorreu em 1712 no livro *Sylvicultura Oeconomica* escrito pelo silvicultor e cientista alemão Hans Carl von Carlowitz. (3)

Na fase mais contemporânea, o termo começou a ser mais difundido depois de 1987, quando o Relatório *Brundtland*, da Comissão Mundial de Ambiente e Desenvolvimento, da ONU, definiu *desenvolvimento sustentável* como sendo o tipo de desenvolvimento que "satisfaz as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades". Evidentemente, esse não é o caso, hoje, das tendências da indústria eletroeletrônica, como demonstrado acima.

Entre os muitos índices gerados por diversas Instituições, como os Organismos Multilaterais, Universidades e Organizações Não Governamentais para tentar aferir os impactos ambientais das ações do Homem no meio ambiente, destacamos uma ferramenta relevante, a "Ecological Footprint", ou "Pegada Ecológica", que mede, basicamente, a energia solar necessária para prover a energia consumida pelas atividades antrópicas e a transforma na correspondente área física necessária para a produção dos materiais e energia para a fabricação do produto e para a destinação dos subprodutos e dos resíduos, combinando esses fatores num índice chamado SPI (Sustainable Process Index) (Krotscheck, Naradoslawsky, 1995). (4)

A comparação da necessidade de área necessária para manter o padrão de consumo de diversas regiões mostra a discrepância no uso de recursos. A população do planeta, per capita, necessita, pelo SPI, em média, 2,2ha. No entanto, só estão disponíveis 1,8ha de biocapacidade para produzir e absorver os dejetos dessa produção. A tabela abaixo mostra os valores médios para a “Pegada Ecológica” de diferentes países:

Europa (EU25 e Suíça)	4.7ha
China	1.6ha
Brasil	2.1ha
Índia	0.7ha
Grã Bretanha	5.6ha
EUA	9.7ha

Tabela 1 - Pegada Ecológica ("State of the Planet", Beihefter New Scientist, 6. Januar 2007)

Em outro artigo, desta vez sobre o impacto dos aparelhos de telefones celulares, é mencionado um estudo de 1996 da WWF (World Wildlife Fund) que estima que a biocapacidade per capita era de 1,92ha quando o espaço para a conservação da biodiversidade era agregada, comparada com um Ecological Footprint de 2,85ha. Evidentemente, esses números não são estáticos, com o planeta sofrendo de redução da capacidade de absorção de CO<sup>2</sup> per capita pelo crescimento populacional, pela ocupação de áreas livres, pelas agressões ambientais, tendo, ao mesmo tempo, que absorver um acréscimo de consumo de energia e bens em permanente aceleração.

Nesse artigo foram analisados os impactos em termos de emissão de carbono durante a vida útil do aparelho, considerando matérias primas (a extração, o beneficiamento e parte do transporte - nem todas as 90 matérias primas encontradas nos aparelhos foram consideradas por falta de dados); a fabricação do telefone e suas partes; a fase de uso; e o end-of-life com a reciclagem dos metais preciosos. Não foram considerados os gastos de energia para a administração da produção nem o gasto com a destinação do lixo. A vida útil do aparelho foi de 2,5 anos. A conclusão a que se chegou foi de que, em 2001, cerca de 0,6% da biocapacidade per capita era utilizada pelos celulares, comparado com 4% para os computadores

de mesa. O artigo usou dados de 2001, quando a produção de celulares atingiu a marca de 400 milhões de aparelhos/ano. Em 2011 foram vendidos cerca de 1,7 bilhões de aparelhos, distribuídos em 5,3 bilhões de usuários (IE Market Research, Gartner, IDC). (5)

Como que corroborando com esse estudo em outro equipamento de uso disseminado, o livro *Computers and the Environment* (6), relata que pesquisas quantificaram que nada menos de 1,8 tonelada de materiais dos mais diversos tipos, sendo 1.500kg de água, são utilizados para se construir um único computador cujo peso é de cerca de 2,5kg.

Considerando esse crescimento de demanda, que se observa também em várias categorias de eletroeletrônicos, o “Ecological Footprint” cresceu enormemente demonstrando a urgência de uma solução estruturada e economicamente viável para a remanufatura e/ou a reciclagem desses aparelhos ou de seus componentes.

## 5 O LIXO ELETROELETRÔNICO

A composição média do lixo eletroeletrônico inclui materiais com amplo mercado e com valor econômico expressivo devido às grandes quantidades de equipamentos que são descartados anualmente. Se por um lado existe um valor a ser recuperado, por outro existe uma dificuldade de realizar essa tarefa devido ao grande número de materiais que compõe esse lixo.

Como veremos mais adiante, esse fato faz com que o trabalho de desmontagem seja economicamente gravoso, isto é, os materiais recuperados não pagam o custo da mão de obra necessária para a desmontagem nos países desenvolvidos, justamente aqueles de maior volume, mas também de custo mais elevado. Essa constatação causa uma distorção na cadeia produtiva e torna o “shredding”, processo tosco de destruição dos equipamentos, ou a exportação para países mais atrasados as opções econômicas.

A tabela a seguir mostra os principais materiais encontrados no WEEE.

Do que é composta uma tonelada de sucata eletroeletrônica mista:	
Ferro	Entre 35% e 40%
Cobre	17%
Chumbo	Entre 2% e 3%
Alumínio	7%
Zinco	4% - 5%
Ouro	200 a 300 gramas
Prata	300 a 1.000 gramas
Platina	30 a 70 gramas
Fibras e Plásticos	15%
Papel e Embalagens	5%
Resíduos não recicláveis	Entre 3% e 5%

Fonte: Cimélia

Tabela 2 – Composição do WEEE

A expectativa do esgotamento, no curto prazo, das reservas de muitos minerais nobres utilizados em circuitos eletrônicos é abordada no artigo publicado pela revista Super Interessante (7) baseado em dados da United States Geological Survey, da

University of Yale e do trabalho Lithium Supply and Markets 2009. Neste artigo, é apresentada a expectativa média de esgotamento das reservas mundiais, levando em conta o consumo previsto a partir do início desta década e os percentuais do volume atualmente reciclado:

MATERIAL Utilização	CONSUMO (kg per capita)	ESGT.RESERV Consumo atual	ESGT.RESERV Consumo projetado	RECICLAGEM (em %)
CHUMBO Pilhas	410	42	8	72
PRATA PCI's	1,6	29	9	16
ANTIMÔNIO Cont.remotos	7	36	13	N/D
OURO Microchips	0,048	45	36	43
NÍQUEL Celulares	0,058	90	57	35
ÍNDIO TVs LCD	0,032	13	4	0
COBRE Fios e cabos	630	61	20	31
ESTANHO Joysticks	15	40	17	26
LÍTIO Baterias	N/D	113	46	N/D

Tabela 3 - Esgotamento das reservas de minerais utilizados na indústria eletroeletrônica

É importante ressaltar que a atividade de retirada do solo de metais e outros materiais e o seu posterior refino para a utilização industrial, além de consumir grande quantidade de energia, é também uma grande causadora de poluição e degradação ambiental. Em muitas regiões, a energia necessária para a execução desta atividade é produzida pela combustão de carvão e de óleo/gás.

De interesse, é a afirmação bastante difundida, mas da qual não temos confirmação, é a de que existe mais ouro numa tonelada de WEEE do que em 17 toneladas de minério.

## 6 A CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Os WEEE são compostos por cerca de 1.000 materiais como ferro, aço, cobre, alumínio, vidro, plásticos diversos, placas de circuito impresso e componentes eletrônicos. Por si só, esse fato já representa um grande complicador para a remanufatura ou reciclagem.

Dentre esses materiais encontram-se substâncias tóxicas como arsênico, chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, selênio, retardantes de chama nos plásticos (que quando incinerados produzem dioxinas).

Hoje, nas ruas e nos lixões encontramos restos de equipamentos que foram destruídos pelos “sucateiros” que buscam os metais com valor de mercado imediato. Infelizmente, o processo por eles utilizado é precário, com baixo rendimento e muito desperdício. O pior é que nesse “processamento” existe uma grande possibilidade de contaminação das pessoas envolvidas e do solo por metais pesados. Isso é um problema que afeta o Brasil e todo o mundo.



Figura 1 - Trabalhador em uma fábrica recicladora de resíduos de motores / A worker at a motor scrap recycling plant (8)



Figura 2 – China WEEE



Figura 3 - América Latina WEEE



Figura 4 – Nigéria WEEE

Os circuitos impressos e seus componentes eletrônicos têm um potencial poluidor elevado devido ao conteúdo de metais pesados – cerca de 2,7% desse lixo é constituído de materiais considerados perigosos para o meio ambiente. (9)

Existem poucas estatísticas e análises sobre esse item no Brasil. Segundo a Organização das Nações Unidas, 50 milhões de toneladas desse tipo de lixo são gerados no mundo anualmente. Nos Estados Unidos, por exemplo, 300 milhões de aparelhos eletrônicos são jogados no lixo por ano, sendo que 60% deles ainda funcionam. (10)

O caso de Guiyu, na China, é representativo quanto aos efeitos tóxicos potenciais de diversas substâncias presentes no lixo eletroeletrônico:

“Em uma amostra de 1 quilo de terra desta província, colhida pela Basel (Basel Action Network, uma respeitada organização de Seattle, nos Estados Unidos, que tenta fiscalizar o fluxo de lixo tóxico no mundo), analisada em 2001 pelo Hong Kong Standards and Testing Centre, foram encontrados 52 miligramas de cádmio e 185 miligramas de níquel, índices respectivamente treze e quatro vezes mais elevados do que os máximos permitidos pelos parâmetros sanitários europeus.

O cádmio, em excesso, afeta os rins, podendo gerar hipertensão, e provoca o enfraquecimento dos ossos. O níquel em abundância pode causar irritações gastrointestinais, alterações neurológicas, musculares e cardíacas. Ambos são classificados como elementos cancerígenos pela Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (AIPC). Na amostra de água do rio Liangjiang, que abastece Guiyu, os resultados foram ainda mais alarmantes. Em 1 litro do líquido, encontrou-se 24 miligramas de chumbo, quando o nível máximo permitido pelo World Health Guideline, padrão aceito no mundo todo, é de 1 miligrama por litro. O acúmulo de chumbo no corpo humano leva a uma doença conhecida como saturnismo e, em crianças, causa uma considerável diminuição cognitiva.

Além do desastre ambiental, Guiyu também vive um descompasso social. Enquanto a China prospera a um ritmo de crescimento de 9% ao ano, 80% da população da cidade, mais de 120 mil homens, mulheres, velhos e crianças, recebem um dólar e meio por dia para garimpar metais nobres nos e-lixões. Quando encontram algo de valor, acendem fogareiros de carvão ou enchem recipientes de soda cáustica, para derreter as partes inúteis e resgatar o que interessa. Esse não é um relato diverso do que é encontrado no Brasil, exceto pelo volume, muito maior, encontrado na China. “ (11)

Esses restos do processamento para a obtenção de metais valiosos, que aumentam o volume a ser tratado nos sistemas municipais de coleta e destinação do lixo, são normalmente enterrados e a contaminação do solo por metais pesados é

uma realidade. O assunto está sendo levado muito à sério na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A Convenção de Basileia de 1989 foi ampliada em 1994 para incluir exportação de lixo tóxico, inclusive o eletrônico, da OCDE para países não membros, e decidiu também a eliminação gradativa até a proibição da entrada de resíduos perigosos destinados a operações de reciclagem ou recuperação. Essa convenção foi ratificada por 164 países, exceto EUA, Afeganistão e Haiti.

## 7 SOLUÇÕES POSSÍVEIS: REUSO, REMANUFATURA E RECICLAGEM

A questão da sustentabilidade e da poluição causada pelo descarte ou tratamento artesanal do WEEE leva a uma discussão crucial que é o reaproveitamento desses resíduos. O atual conhecimento advoga que o método de tratar os resíduos, de um modo geral, passa pelos “3 Rs”, uma hierarquia determinada pela menor agressividade ao meio ambiente dos processos da criação e do tratamento de resíduos. Os "3 Rs" significam:

- REDUZIR, no sentido de reduzir nossa propensão ao consumo, utilizar os produtos por mais tempo, estar mais imunes às tendências da moda e, conseqüentemente, retardar a geração de descartes;

- REUSAR, no sentido de dar uma segunda vida aos produtos seja ela por uma manutenção para renová-los e estender sua vida útil ou mesmo por reutilizar partes em novos produtos com a mesma finalidade ou com nova utilidade (o caso do Reinventar que está sendo considerado por alguns como o quarto R);

- RECICLAR, no sentido de reaproveitar os materiais, a mão-de-obra e a energia utilizada na sua fabricação.

Nessa seção vamos nos dedicar a discutir os dois últimos "Rs", pois nessas fases da vida dos aparelhos eletroeletrônicos teremos a geração do WEEE.

Parkinson e Thompson (2003) (12) apresentaram um esquema do fluxo de materiais que chegam ao descarte, onde são explicitados o reuso e a reciclagem:

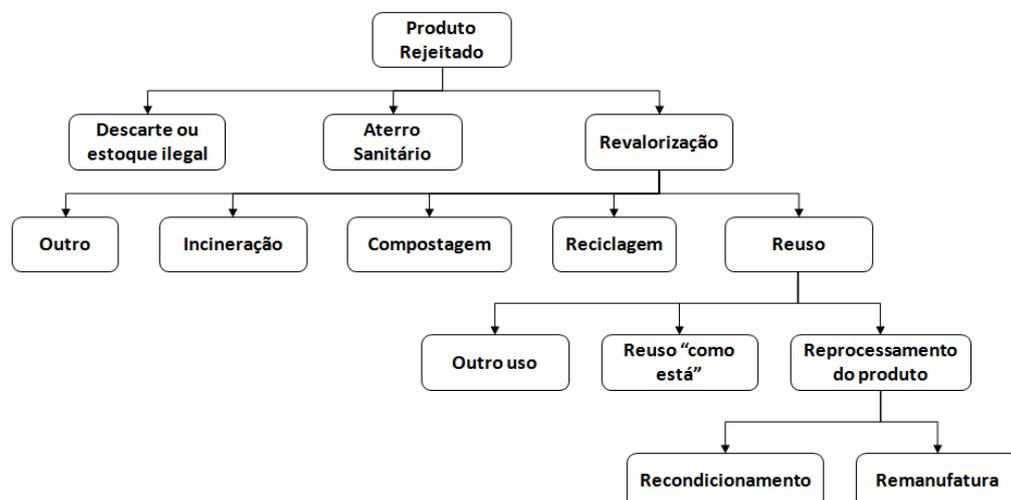


Figura 5 – Fluxo de materiais para remanufatura ou recondicionamento

O segundo R, reuso, é o processo que melhor aproveita o “investimento” de materiais, mão-de-obra e energia de um produto.

“Remanufaturar é recuperar um produto descartado/quebrado/usado às suas especificações originais através de um processamento industrial, podendo ou não modernizá-lo com novas especificações, promovendo o reuso de materiais e melhorando sua qualidade e funcionalidade”, como definido por M. Bouzon (BOUZON, 2010).

Entretanto, como veremos adiante, remanufaturar tem as limitações de tempo de vida adicional, garantia, custo, mudanças tecnológicas e gosto do consumidor.

Ao se analisar uma prática para minorar os problemas apontados acima, precisamos conhecer as possibilidades abertas para tal.

Em Vogtländer, Brezet e Hendriks (2001) é apresentada a escada de Lansink que analisa as várias opções para o *End-Of-Life* dos WEEE:

- PREVENÇÃO DO DESPERDÍCIO;
- REUSO DO PRODUTO;
- REUSO DOS COMPONENTES;
- RECICLAGEM DOS MATERIAIS;
- INCINERAÇÃO COM CONVERSÃO EM ENERGIA;
- INCINERAÇÃO SEM CONVERSÃO EM ENERGIA;
- ATERRO SANITÁRIO.

A escada de Lansink – Hierarquia ecológica das opções de End-Of-Life.

O artigo analisa que a obsolescência não é só uma questão tecnológica, abrangendo diversos fatores:

- 1 - Técnico: o produto não funciona a contento;
- 2 - Econômico: os produtos novos tem um custo de manutenção e operação menores;
- 3 - Ecológico: os novos produtos tem menos impactos nocivos como o menor consumo de energia;
- 4 - Estético: os novos produtos tem um aspecto melhor, mais bonito, mais moderno;

- 5 - Funcional: os novos produtos tem mais funções ou funcionam mais eficientemente;
- 6 - Psicológico: produtos velhos tem um apelo emocional negativo comparados a produtos novos. (13)

O artigo *End-of-Life Strategy Selection* prega que o processo mais amigável ecologicamente é o do reuso, mas conclui que devido às dificuldades de reuso de componentes em produtos novos, mais evoluídos tecnicamente, e de separação dos materiais e os custos associados, o caminho lógico do ponto de vista econômico é a reciclagem (processo de “*shredding*” ou destruição a nível mínimo) e a incineração/aterro, com o desperdício de materiais, energia e a mão-de-obra utilizada para confecção das partes.

A forma de viabilizar o reuso e/ou renovação é a redução do custo de desmontagem, isto é, a redução do tempo de mão-de-obra despendido na faixa de 75%. Isso se aplica aos produtos de alto valor de materiais, pois para os de pequeno valor é praticamente impossível realizar uma operação desse tipo se tornar não onerosa, muito menos se tornar lucrativa. (14)

Em outro artigo em que se discute a importância da desmontagem na destinação do WEEE, chega-se a conclusão que dificilmente se atingirá uma redução de custo que justifique o desmonte para produtos pequenos. Já nos produtos de médio e grande porte, uma redução nesse custo poderá tornar o desmonte para reuso e reciclagem mais competitivos (Willems, Dewulf, Duflou 2006). (15)

Devemos ressaltar que esses estudos foram conduzidos na Holanda e na Bélgica, com os custos de mão-de-obra – mais elevados – daqueles países. Certamente, no Brasil, com os custos mais baixos, principalmente nos Estados do Norte, Nordeste e Centro-oeste, o resultado deverá ser diferente.

Trazendo a discussão para a realidade brasileira, apesar da vantagem indiscutível do reuso, sua adoção em larga escala depende primordialmente do

design padronizado para muitas peças, como o caso atual dos carregadores de celulares devido a um padrão mundial adotado pelos fabricantes de celulares.

Em contrapartida, o avanço da tecnologia e a competição entre os diversos fabricantes serão prejudicados pelo engessamento de modelos de fabricação que estão defasados no uso de materiais e custos de produção. Devemos também levar em consideração o movimento econômico globalizante – os modelos são fabricados e vendidos em muitos mercados, cada um com suas normas técnicas e preferência e hábitos dos consumidores.

Outro aspecto relevante é a durabilidade dos aparelhos. Mesmo em regiões próximas como no Grande Rio, encontraremos diferenças gritantes de consumo e extensão da vida útil dos aparelhos eletroeletrônicos. A taxa de obsolescência há de ser muito diferente em razão do poder aquisitivo e o reuso de peças de aparelhos muito antigos, em escala importante, é impraticável. Outro fator a ser considerado é que os materiais se desgastam e que peças quebram e tem que ser substituídas – tem uma vida útil finita.

Adicionamos que a venda ao consumidor de produtos remanufaturados deve ser acompanhada de uma garantia de vida mínima, coisa difícil de calcular e garantir devido ao uso de componentes com vida útil parcialmente desgastada, adicionando um grau de risco ao negócio de remanufaturar e reduzindo sua capacidade competitiva vis-a-vis as garantias prolongadas dos produtos novos e que contam, normalmente, com financiamentos mais longos com juros menores.

Algumas pesquisas sugerem formas de minimizar essas dificuldades. No 3º International Workshop “*CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD*”, São Paulo, Brasil, 18 a 20 de maio de 2011, Bouzon, Rodriguez e Queiroz (16) apresentaram um trabalho onde propõe uma solução para minimizar os desperdícios absorvendo as variabilidades de produtos e condições e aumentar a eficiência, um modelo de produção contínua com 6 pequenas células, baseado no modelo japonês de produção enxuta, com o objetivo de superar um dos principais desafios que é produzir com qualidade a partir de produtos que retornam com qualidade desconhecida.

O mercado para produtos eletroeletrônicos industriais de segunda mão, como equipamentos de telecomunicação, entretanto, oferece algumas alternativas mais atrativas, pelos investimentos envolvidos, muito maiores, e pela lucratividade potencial. Tipicamente, os operadores vendem os equipamentos que estão obsoletos na sua rede por preços muito inferiores ao dos novos, oferecendo margens de ganho ao remanufaturador que coloca os equipamentos em mercados menos desenvolvidos ou menos exigentes ou para servirem de back-up para redes daquela tecnologia. Entretanto, não conseguimos localizar empresas no Brasil que realizem esse trabalho de remanufatura, sendo que nossas empresas de telecomunicações geralmente vendem os equipamentos aproveitáveis para intermediários que os enviam para os EUA e a CE, onde é feita a recuperação e distribuição, ou os vendem como sucata.

Assim, o reuso deve ser uma meta a ser perseguida, mas em termos práticos a sua adoção em larga escala enfrenta muitas dificuldades.

A reciclagem de materiais, portanto, qualquer que seja a taxa de reuso, será a principal rota para o WEEE. Mais cedo ou mais tarde, todo equipamento tem seu dia de virar sucata.

No longo prazo, a eficiência da reciclagem vai exigir que o design das peças e dos componentes facilite a separação, mas hoje já existe a tecnologia que permite recuperar a grande maioria dos materiais nos componentes do WEEE e, aqueles materiais que não podem ser separados, por motivos tecnológicos ou econômicos, podem ter novas funções.

A reciclagem permite economia de minerais e outras matérias primas, reduz a exploração de recursos naturais finitos, economiza boa parte da energia embutida para a produção dos materiais virgens, reduzindo a poluição causada pela mineração e pela geração de eletricidade, economiza água, cria uma indústria pujante e reduz custos para o fabricante e para o consumidor.

A E.P.A. (Environmental Protection Agency) dos EUA identifica sete benefícios no uso de metais reciclados no lugar de insumos originais (minério de ferro e carvão) na produção do aço:

- 105% na redução de lixo gerado ao nível do consumidor
- 97% na redução de desperdícios na mineração
- 90% na economia no uso de materiais virgens
- 86% na redução na poluição do ar
- 76% na redução da poluição de águas
- 74% na economia em energia
- 40% na redução de uso de água.

Esses dados são corroborados em vários estudos. A British Material Recycling Association (BMRA) mostra a redução no uso de matérias primas originais e na energia utilizada:

<i>Recycling Scorecard</i>	<i>New metals made using recycled metals</i>	<i>Energy saving</i>
<i>Aluminium</i>	39%	95%
<i>Copper</i>	32%	85%
<i>Lead</i>	74%	60%
<i>Steel</i>	42%	62-74%
<i>Zinc</i>	20%	60%

Tabela 4 – Reciclagem de metais – utilização e economia energética ([http://www.recyclemetals.org/about\\_metal\\_recycling](http://www.recyclemetals.org/about_metal_recycling))

A BMRA ressalta também o aspecto positivo da redução no consumo de água e na emissão de CO<sup>2</sup> para produzir uma tonelada de material utilizável. Por exemplo, na produção de aço, utilizando material reciclado, se verifica a redução de 86% em poluição do ar, 40% no uso de água e 76% na poluição da água. Ressalta também outro aspecto positivo – a indústria de reciclagem movimentou cinco bilhões de libras no Reino Unido.

A reciclagem dos plásticos e do vidro encontrados nos aparelhos eletroeletrônicos apresenta benefícios semelhantes, exceto que ambos, normalmente, apresentam alguns complicadores para a reciclagem.

O vidro é encontrado em maiores volumes nos monitores de TV e computadores e o funil de vidro (parte traseira dos CRTs) vêm com um tipo de preparo (com chumbo) que inviabiliza seu uso para outras finalidades senão aquela. O painel de vidro pode ser reciclado normalmente depois de limpo da camada de fósforo. Para cada tonelada de vidro reciclado são economizadas 1,2 toneladas de matérias primas e 315kg de CO<sup>2</sup> deixa de ser emitido. (17)

O Glass Packaging Institute, uma associação dos produtores de embalagens de vidro dos EUA, afirma que a produção com vidro reciclado consome só 66% da energia necessária para produzir o mesmo vidro de matérias primas virgens. (18)

Os materiais plásticos, utilizados em muitos aparelhos eletroeletrônicos, vêm combinados com produtos retardantes de chamas (brominatos), corantes e outros aditivos, o que complica e encarece a reciclagem. De um modo geral, conforme a Environmental Protection Agency (EPA), dos EUA, só 7% do plástico descartado é reciclado apesar de constituir 12,3% do lixo coletado (19)

Os plásticos reciclados, devido à dificuldade de separação e ao custo para tal, normalmente, são utilizados na fabricação de produtos menos nobres, mas também muito úteis, como substitutos de madeira e outros materiais de construção, partes automotivas e partes para aparelhos eletroeletrônicos, por exemplo. Outra opção é a recuperação energética em processos de combustão para energia.

Um dos fatores de maior importância quando se discute os procedimentos para dar destinação ao WEEE são os procedimentos de coleta e transporte dos equipamentos descartados, chamados de “logística reversa”, necessários para trazê-los do consumidor final, um domicílio ou uma empresa, ao responsável por sua colocação no mercado, o fabricante ou o importador, que agora obrigados por Lei a dar sua destinação final.

O procedimento conhecido como Logística Reversa, processo obrigatório pela Lei 12.305 para as empresas produtoras e/ou importadoras de aparelhos eletroeletrônicos, não é uma novidade para muitas indústrias. Falando somente dos materiais que compõe o WEEE, a indústria de bebidas retorna seus vasilhames de

vidro; as indústrias de aço, de alumínio, de cobre e de outros metais, usam nos seus processos produtivos a sucata desses materiais; a indústria de plástico desenvolveu processos e produtos para utilizar plásticos reciclados. Ou seja, já existe um grande mercado pronto para absorver os materiais, o problema residindo na dispersão geográfica e nos pequenos volumes de cada rejeito do WEEE.

Evidentemente, é muito mais econômico desmontar um navio do que milhares de geladeiras ou máquinas de lavar. Entretanto, a obrigatoriedade foi instituída e hoje é uma questão de desenvolver o processo para que ele tenha os menores custos para os responsáveis e que seja considerado pela indústria como uma oportunidade de criação de valor junto às comunidades e aos consumidores e de redução de custos de produção no longo prazo, considerando a variável ambiental e o esgotamento (e encarecimento) de matérias primas essenciais.

A “Logística Reversa” pode ser definida como:

"o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência do fluxo de matérias-primas, bens acabados e bens descartados do ponto de consumo até o ponto de origem com o propósito de recapturar valor ou adequar o descarte. Atividades de remanufatura e renovação também podem ser incluídas na definição de logística reversa." (20)

Já a PNRS, de uma forma mais ampla, define no seu Artigo 3º, da seguinte maneira:

“XII - 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.”

Ou seja, pela lei brasileira, a logística reversa, além das suas dimensões econômicas e ambientais, também considera a dimensão social, incluindo os catadores nas suas preocupações, de modo a combater a situação precária daquelas comunidades.

Em 2006, no trabalho “Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência?” de Medeiros e Macedo, 2006 (21), é estimado que a população de catadores no Brasil ultrapasse 500.000 pessoas, sendo que 2/3 em São Paulo.

Não conseguimos informação sobre a quantidade de catadores de lixo que existem no Rio de Janeiro, mas só no aterro sanitário de Jardim Gramacho são estimados em 5.000, que passarão por um treinamento para outras funções com a proximidade da desativação do mesmo. (22)

Ao se analisar a prática de coleta e processamento de WEEE, os procedimentos importantes para o sucesso da operação são listados e comentados no trabalho “Logística Reversa, Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais” de Lacerda, 2002 (23), que apresentamos a seguir, já editados nos aspectos relevantes para as obrigações impostas pela PNRS:

- *Bons controles de entrada*

No início do processo de logística reversa é preciso identificar corretamente o estado dos materiais que retornam para que estes possam seguir o fluxo reverso correto ou mesmo impedir que materiais que não devam entrar no fluxo o façam.

- *Processos padronizados e mapeados*

Ter processos corretamente mapeados e procedimentos formalizados é condição fundamental para se obter controle e conseguir melhorias

- *Tempo de Ciclo reduzidos*

Tempos de ciclos longos adicionam custos desnecessários porque atrasam a geração de caixa (pela venda de sucata, por exemplo) e ocupam espaço, dentre outras aspectos. Fatores que levam a altos tempos de ciclo são controles de entrada ineficientes, falta de estrutura (equipamentos, pessoas) dedicada ao fluxo reverso e falta de procedimentos claros para tratar as “exceções” que são, na verdade, bastante frequentes.

- *Sistemas de informação*

A capacidade de rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo permite obter informação crucial para negociação e melhoria de desempenho. Construir ou mesmo adquirir estes sistemas de informação é um grande desafio. Praticamente inexistem no mercado sistemas capazes de lidar com o nível de variações e flexibilidade exigida pelo processo de logística reversa.

- *Rede Logística Planejada*

A implementação de processos logísticos reversos requer a definição de uma infraestrutura logística adequada para lidar com os fluxos de entrada de materiais usados e fluxos de saída de materiais processados. Instalações de processamento e armazenagem e sistemas de transporte devem desenvolvidos para ligar de forma eficiente os pontos de consumo onde os materiais usados devem ser coletados até as instalações onde serão utilizados no futuro.

Instalações centralizadas dedicadas ao recebimento, separação, armazenagem, processamento, embalagem e expedição de materiais retornados podem ser uma boa solução, desde que haja escala suficiente.

- *Relações colaborativas entre clientes e fornecedores*

No contexto dos fluxos reversos que existem entre varejistas e indústrias, surgem questões relacionadas ao nível de confiança entre as partes envolvidas. Fica claro que práticas mais avançadas de logística reversa só poderão ser implementadas se as organizações envolvidas na logística reversa desenvolverem relações mais colaborativas.

São todas bastante óbvias, mas são importantes para não haver uma concepção simplista da complexidade de implantação de um programa efetivo de recolhimento e tratamento do WEEE. No final, uma organização de logística reversa e desmontagem é muito semelhante à de uma fábrica de qualquer equipamento.

Os itens que afetam o custo do processo a ser implantado são:

- 1 - Distâncias e a geografia local;
- 2 - Densidade populacional;
- 3 - Volume de WEEE;
- 4 - Tipo de produto;
- 5 - Custo da mão-de-obra;
- 6 - Standards de reciclagem e tratamento
- 7 - Comportamento do consumidor;
- 8 - Experiência acumulada.

Nos capítulos a seguir, realizamos uma estimativa dos volumes a serem recolhidos, tratados e destinados na região metropolitana do Rio de Janeiro no Capítulo XI; estudamos a legislação brasileira, principalmente a Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010, no Capítulo IX; analisamos o mercado no Capítulo X; a experiência de algumas países no Capítulo VIII; realizamos estimativas de custos no Capítulo XII e apresentamos nossas conclusões e recomendações no Capítulo XIII.

## **8 PRÁTICAS ADOTADAS PELOS PAÍSES QUE JÁ IMPLANTARAM SISTEMAS DE COLETA DE WEEE**

No mundo todo existe uma preocupação crescente com a definição de processos para tratar dos problemas acarretados pelo WEEE.

As Nações Unidas lançaram o programa StEP (43) - resolvendo o problema do e-lixo (lixo eletrônico), formada por agências da ONU, indústrias, ONGs, órgãos governamentais, Universidades e centros de pesquisa e desenvolvimento, no total de 55 membros de 20 países (sendo que somente um da América Latino, a Vertmonde do Equador). No momento, desenvolvem 22 projetos (jan/2012) sobre os muitos aspectos da solução para o WEEE global.

O StEP é desenvolvido a partir de cinco pilares com seus respectivos grupos de trabalho:

- **POLÍTICA:** análise das políticas adotadas em diversas nações e recomendações para países desenvolvidos e em desenvolvimento,
- **REDESENHO:** apoio para facilitar a manutenção, a renovação e a reciclagem,
- **REUSO:** desenvolvimento de sistemas globais, replicáveis e sustentáveis para o reuso de equipamentos eletroeletrônicos com normas, standards e sugestões para reduzir as dificuldades de implementação,
- **RECICLAGEM:** avaliação de infraestrutura, sistemas, tecnologias, financiamentos e políticas para o desenvolvimento da reciclagem ,
- **DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADE:** análise e recomendações para construção de infraestrutura, planejamento, treinamento e divulgação adaptadas às realidades de cada país.

Nos sistemas de processamento de WEEE em funcionamento, ressalta-se logo a experiência da Comunidade Europeia (CE). A CE desenvolveu a “European Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)” que foi aprovada em 2003 e que tem sido a norteadora dos sistemas de coleta e processamento de WEEE adotados pelos países da Comunidade e por muitos outros, inclusive pelo Brasil. Basicamente, a responsabilidade da coleta, tratamento e destinação do

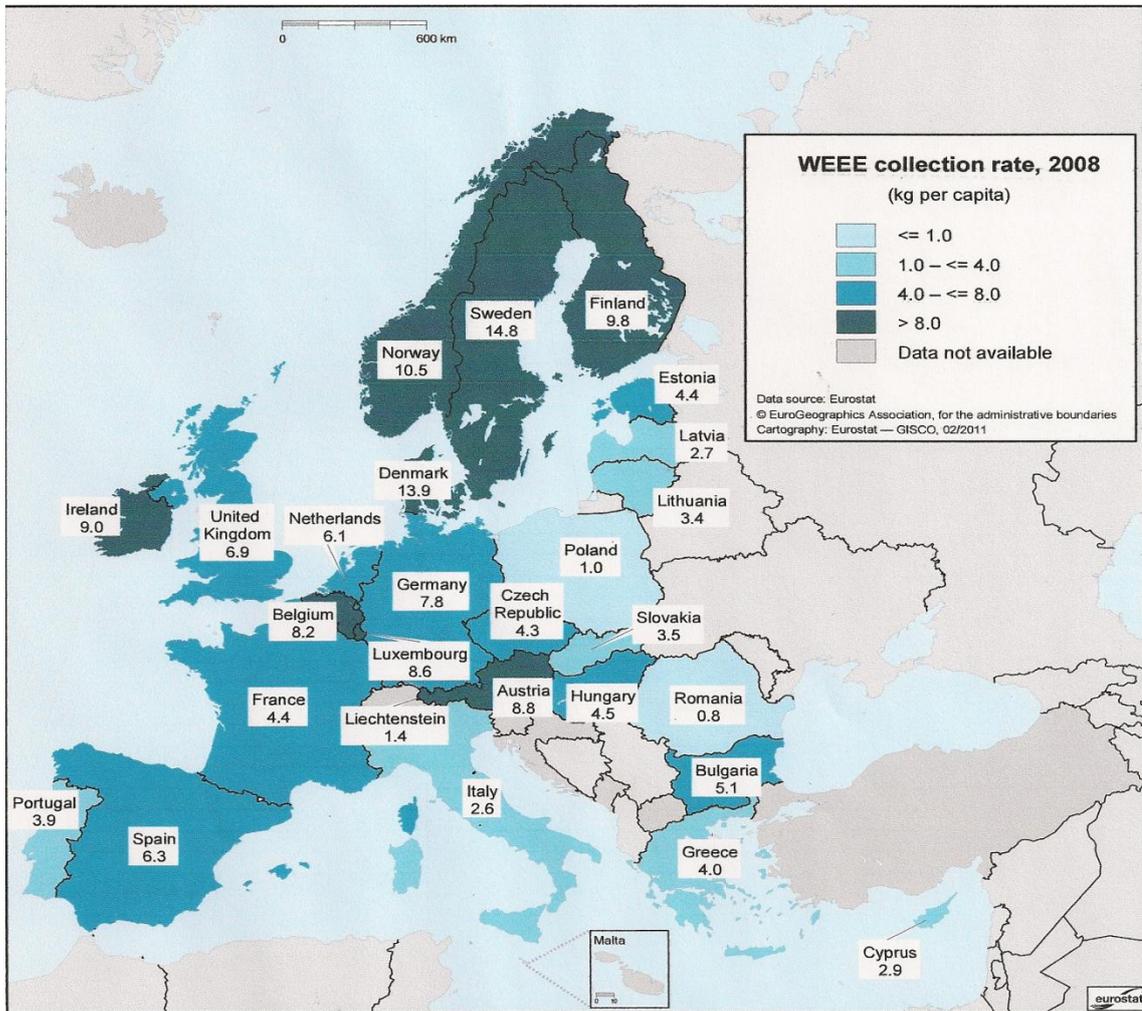
WEEE passa a ser dos produtores, incluindo aí os fabricantes e os importadores. No ANEXO IV apresentamos um resumo da Directive com as principais diretrizes em negrito, a saber:

- o escopo,
- a questão do desenho para reuso e reciclagem,
- a questão da coleta seletiva do WEEE,
- a obrigação do uso da melhor tecnologia pelos produtores no tratamento,
- a obrigação dos produtores no recolhimento,
- a obrigação dos produtores ativos no financiamento do sistema tanto de equipamentos novos quanto do “estoque histórico” existente em agosto de 2005, exceto para empresas usuárias que não repuserem os equipamentos quando elas serão as responsáveis,
- a obrigação dos produtores de informar aos consumidores sobre o descarte correto do WEEE,
- a obrigação dos Estados membros de coletar informações sobre produtores, aparelhos colocados no mercado e recolhidos/ /tratados/reciclados,
- a obrigação dos Estados membros de determinar e aplicar punições nos casos de infringência das normas da Diretriz.

Cabe ressaltar que todas as categorias de equipamentos eletroeletrônicos são listadas, sejam de produtos de consumo ou equipamentos de produção.

**Os resultados da adoção da Diretriz tem sido mistos, mesmo levando em consideração a entrada tardia de diversos países na UE. A Suécia, com 14,8kg/hab., e a Dinamarca, com 13,9kg, lideravam na coleta de WEEE, em 2008, contra România com 0,8kg e Polônia com 1kg, conforme mostrado no mapa a seguir. A média per capita na CE foi de aproximadamente 6,4kg.**

**Agora a CE está discutindo a adoção de novo objetivo de coleta, com a meta de recolher, como WEEE, 45% (em 2013) e 65% (em 2016) do peso dos equipamentos colocados no mercado. A média por habitante, em estudo realizado pela Universidade das Nações Unidas, será de 10,9kg e 16,7kg per capita em 2013 e 2016, respectivamente. (44)**



(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/wastestreams/WEEE>)

Figura 6 - Mapa de coleta de WEE na Europa

De especial interesse é a experiência do WEEE Forum (45). Sediado em Bruxelas, Bélgica, é a maior organização europeia de entidades que lidam com a coleta e o tratamento do WEEE, por conta dos fabricantes (take-back systems). É formado por cerca de 40 entidades que, em 2008, recolheram cerca de 1.500.000 toneladas de WEEE, 50% do total recolhido oficialmente na CE. A Comissão Europeia estima que, em 2008, na UE foram geradas 9.000.000 de toneladas de WEEE.

Em 2009, as entidades membro do WEEE Forum recolheram 2.000.000 toneladas. Foram publicados também uma serie de Standards para todo o processo de WEEE.

Os produtores e importadores de equipamentos e aparelhos eletroeletrônicos são afiliados às entidades-membro e fornecem a elas informações sobre sua comercialização, num sistema confidencial, que é a base para a alocação de custos unitários para o recolhimento e tratamento do WEEE.

Anualmente, as entidades participantes do WEEE Forum enviam os dados de comercialização agregados, os dados sobre a coleta efetuada e o custo para tal, e o WEEE Forum compila esses dados e os publica num relatório chamado de “Key Figures”.

O Relatório de Key Figures de 2008, publicado em janeiro de 2010, o último disponível, traz muitas informações relevantes para o planejamento do sistema a ser possivelmente implantado na RMRJ e, resumidamente, apresentamos os principais dados a seguir: (46)

- em 2008, os fabricantes associados colocaram no mercado aproximadamente 5,1 Mt de produtos, ou 9,8kg/habitante da CE,
- os sistemas públicos de coleta originaram cerca de 70% do WEEE recolhido, sendo a mais importante fonte para o sistema,
- o custo médio para o recolhimento, transporte e tratamento das entidades filiadas foi de 0,30 €/kg,
- cerca de 30% das entidades (8 em 29) reportaram um lucro de aproximadamente 40 €/Ton. nos procedimentos com a linha branca (large household appliances),
- um aspecto cada vez mais relevante para o funcionamento sustentável do sistema é a obrigatoriedade ou não dos sistemas municipais de coleta venderem/entregarem o WEEE recolhido às entidades do take-back system e o valor intrínseco dos materiais desse WEEE,
- a importância das economias de escala e da quantidade de postos onde os consumidores podem entregar seus WEEE,
- o recolhimento diretamente de empresas foi de 7% do total recolhido.

A seguir apresentamos os resultados do recolhimento das entidades ligadas ao WEEE Forum para os anos 2006 a 2008:

amounts of WEEE collected [tons]		2006		2007		2008	
WEEE.cat.		sum	num data	sum	num data	sum	num data
		[t]	[#]	[t]	[#]	[t]	[#]
1a	large household appliances (ex C&F's)	316.764	17	477.320	22	548.267	26
1b	cooling and freezing appliances (incl air con)	156.263	20	222.384	25	278.089	28
2	small household appliances	58.964	18	76.581	24	85.369	30
3a	IT&T equipment (ex monitors)	74.625	22	96.034	27	109.479	28
3b	all monitors - IT&T	48.078	19	70.285	24	76.125	25
4a	consumer equipment (ex TV's)	49.153	18	60.642	25	69.903	27
4b	all television sets - CE	80.381	19	121.610	24	173.013	27
5a	luminaires	7.390	9	3.274	14	7.456	16
5b	lamps	8.680	12	11.950	15	12.752	16
6	electrical and electronic tools	6.300	15	13.312	21	13.563	27
7	toys, leisure and sports equipment	3.065	16	6.362	18	2.798	23
8	medical devices	1.243	14	1.796	20	2.150	19
9	monitoring and control instruments	587	14	1.044	17	1.240	23
10	automatic dispensers	1.404	6	2.484	9	3.242	14
	other WEEE	6.150	2	3.110	2	8.345	4
	<b>total</b>	<b>819.409</b>	<b>27</b>	<b>1.173.851</b>	<b>31</b>	<b>1.395.407</b>	<b>33</b>
<i>values higher than 1000 % or lower than 1 % of WEEE Forum average excluded</i>							

Sum – toneladas recolhidas – Num data – entidades reportantes

Tabela 5 – WEEE coletado na CE

Discutimos a seguir as experiências de sistemas de processamento do WEEE na CE de um modo geral, pois apresentam diversos esquemas, detectados numa análise realizada pelo Future Energy Solutions para o Departamento de Comércio e Indústria do Reino Unido (FES-DTIUK) em 2003 (47), portanto no início da posta em marcha da Diretriz da CE e, com maiores detalhes, as experiências atuais na Suécia, líder mundial, na Suíça, na Irlanda e Japão.

Na análise conduzida para o DTIUK, foram comparados sete sistemas em seis países, Bélgica (Recupel), Dinamarca (Municipal Targeted Tax), Holanda (ICT Milieu, NVMP,) Noruega (El Retur), Suécia (El Kretsen) and Suíça (SWICO), que apresentavam esquemas diferenciados e que são um bom exemplo da amplitude de soluções que podem ser adotadas.

Os autores examinam a estrutura, a operação e as performances dos esquemas, com ênfase nos resultados financeiros e operacionais, e o impacto na indústria e no ambiente competitivo.

- a) Todos os sistemas eram organizados como entidades privadas sem fins lucrativos, organizadas pelas associações de produtores, exceto o caso da Dinamarca, um serviço público;
- b) As políticas são afetadas por diversos fatores como distâncias e a geografia local, o tamanho e a densidade populacional, o volume de WEEE, o tipo de produto, o custo da mão-de-obra, os “standards” de reciclagem e tratamento, o comportamento do consumidor e a experiência acumulada;
- c) Existem três modalidades de centralização da coleta – a coleta pública, a coleta no varejo e a coleta na indústria. A mais comum é a coleta pública, através de seus próprios meios ou através da disponibilização de pontos de coleta;
- d) Quase todos os esquemas terceirizam o transporte e o tratamento do WEEE, separadamente, através de licitações competitivas;
- e) O volume de reciclagem foi de 80 a 90%, incluindo recuperação energética (queima para geração de energia) apesar da forma de reportar das organizações não ser homogênea e dificultar a comparação;
- f) O custo de transporte e tratamento do WEEE variou de 0,35 a 0,64 €/kg;
- g) Os sistemas são financiados de cinco formas:
  - Taxa visível ao consumidor por produto comprado, englobando os custos previstos para os produtos vendidos mais um componente para o tratamento do estoque existente de produtores participantes e de produtos “órfãos”. Desta forma uma reserva é constituída;
  - Taxa visível ao consumidor por produto comprado, só cobrindo o custo de reciclagem dos produtos sendo colocados no mercado – a cada período as receitas e os custos são equilibrados e a taxa ajustada para refletir esse balanço;
  - Taxa não visível por produto vendido, calculada pelo custo de coleta e reciclagem e cobrada dos produtores;
  - Taxa sobre custos atuais de processamento de cada tipo de equipamento, distribuída entre os produtores conforme a participação no mercado informada pelos produtores ou órgão independente. Em alguns esquemas, foi tentado um financiamento baseado numa taxa cobrada aos produtores sobre os equipamentos processados de cada produtor.

Esse sistema foi abandonado pelos custos não alocáveis de produtos “órfãos” e de produtores não participantes, sendo substituído pelo calculado pela participação no mercado;

- Taxa municipal pelo recolhimento de lixo, cobrada do público em geral. Todos, exceto o sistema suíço, utilizam parcialmente essa forma de financiamento ao utilizar o sistema público para coletar o WEEE;
- h) O cálculo da taxa varia de um valor fixo por categoria de produto, pelo peso, por um percentual do preço e por banda de custo, refletindo as seguintes variáveis:
- retorno de cada categoria de produto
  - o peso e o custo de logística associada
  - o custo de tratamento
  - o material resultante e o valor de revenda
  - custo de transporte local, urbano ou rural.

Abaixo, é mostrado um exemplo dos custos alocados por produto:

***Advanced Recycling Fees of 4 EEE Categories 2003 (em Euros)***

Product Type	Belgium Recupel	Netherlands NVMP	Sweden El Kretsen	Switzerland SWICO/SENS
VAT included in fee	Yes	Yes	No	Yes + ARF
Washing Machine	10	5	9.33	17.06
Coffee Maker	1	1	0.44	0.68
Television	11	8	8.80	10.24
Refrigeration Appliances	20	17	26.40	27.30

Tabela 6 – Valores cobrados para reciclagem de WEEE na CE (VAT – Value Added Tax, equivalente ao nosso ICMS)

i) O custo de transporte e tratamento por categoria varia bastante:

***European Transport and Treatment Costs (em Euros/kg)***

WEEE DIRECTIVE CATEGORY		MIN	MAX	Average	# Schemes Included
1a	Large Household Appliances	0,20	0.42	0.31	4
1b	CFC Cooling Appliances	0.61	1.28	0.86	5
2	Small Household Appliances	0.42	0.55	0.52	4
3a	IT and Telecommunications Equipment	0.42	0.77	0.59	4
3b	Screens from Personal Computers	0.63	0.79	0.73	4
4a	Consumer Equipment (excl TV)	0.42	0.77	0.63	5
4b	Television Sets (CRTS)	0.62	0.79	0.69	5
5	Lighting Equipment (incl. Fluorescent tubes)	0.88	0.88	0.88	1
6	Electrical and Electronic Goods	0.42	0.55	0.5	3
7	Toys, Leisure and Sports Equipment	0.42	0.74	0.63	3
8	Medical Devices	0.36	0.72	0.54	2
10	Automatic Dispensers	0.42	0.42	0.42	1

Tabela 7 – Custos de transporte e tratamento do WEEE na CE

Nem todas as organizações concederam em abrir seus custos para esse trabalho, mas nota-se que existe uma razoável dispersão de custos:

***European WEEE schemes: Costs per Kilo Collected 2002 (em Euros)***

WEEE CATEGORY	Recupel	Denmark Tax	ICT Milieu	NVMP	EI Retur	EI Kretsen	SWICO
Average Cost per Kg: (Total System)	1.36	0.43	0.48	0.61	0.60	0.47	0.80
Average Cost per Kg: (Recycling/Treatment)	0.54	0.43	0.45	0.35	0.52	0.45	0.64

Tabela 8 – Custo por kg de WEEE coletado na CE

Sendo que a primeira linha reflete o custo da organização, incluindo os custos operacionais e administrativos e a segunda só os custos operacionais (transporte e tratamento).

Nos casos da Recupel e da NVPM no “Average Cost per Kilo” estão incluídos uma provisão para os recolhimentos futuros e os números para essas duas entidades apresentam uma grande distorção em relação aos das outras organizações. Os fundos para recolhimentos futuros eram de 25 milhões e de 80 milhões de Euros, respectivamente, para as duas organizações.

É de interesse notar que a administração das organizações varia de 2 a 25 funcionários, dependendo da quantidade de trabalho (logística e monitoramento) absorvido por cada uma. De qualquer forma, a administração custa entre 3,5% a 7,5% do orçamento, e, mesmo incluindo marketing e auditoria externa, nunca ultrapassa 10% do orçamento.

A seguir, descrevemos os sistemas adotados na Suécia, na Irlanda e no Japão. Nota-se desses exemplos como também do trabalho do FES-DTIUK descrito acima,

que a experiência mundial não varia muito, com o custo da coleta e reciclagem recaindo, ultimamente, nas costas do consumidor; ou abertamente pela cobrança de um valor pela futura reciclagem ou embutido no preço de compra. A responsabilidade do varejo é de recolher e enviar o WEEE para o produtor (incluindo-se os importadores). O produtor tem que reciclar o WEEE de sua responsabilidade, ou enviar para um local de reciclagem. Em nenhuma região o produtor recicla somente seus próprios aparelhos, tanto por ser antieconômico, quanto por não dar a destinação aos “aparelhos órfãos”, aqueles cujas empresas produtoras não existem mais. O poder público tem a responsabilidade na ordenação do sistema e na disponibilização de áreas de coleta para o público em geral

### Suécia

A Suécia tem um sistema público-privado, iniciado em 2001 quando da promulgação da Lei, sem fins lucrativos, através de uma organização chamada EI-Kretsen, controlada por 20 associações empresariais e por Prefeituras. Em 2008 foi criada outra organização, a EAF, que recolhe nas suas lojas o WEEE. O esquema funciona da forma apresentada abaixo:

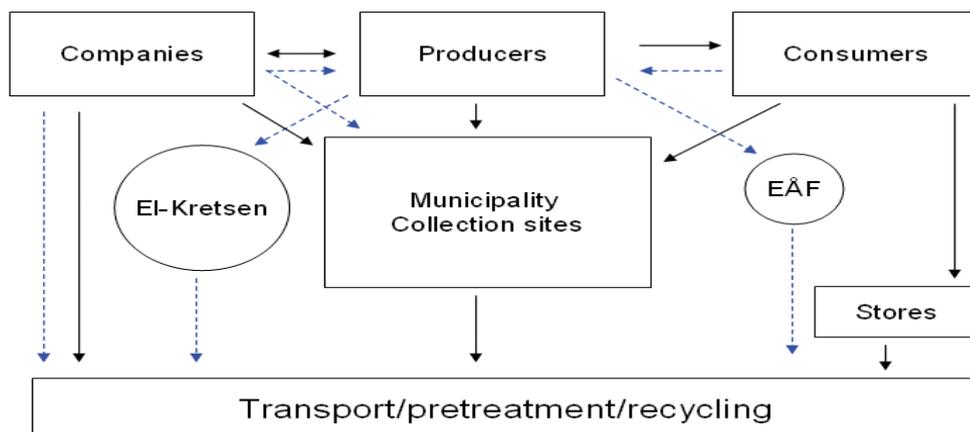


Figura 7 – Esquema de funcionamento WEEE - Suécia

Os fluxos físicos são apresentados em linha contínua e os fluxos financeiros em pontilhado. Como se nota, os consumidores pagam aos produtores que por sua vez financiam o esquema de coleta, tratamento e reciclagem.

Qualquer empresa que fabrique ou importe produtos do WEEE, presentemente cerca de 1.500, deve pagar uma taxa variável conforme o custo do serviço e o volume de vendas. Os sistemas públicos providenciam os locais para coleta, hoje em número superior a 1.000, e a El-Kretsen e a EAF providenciam o transporte para as empresas recicladoras. Os resultados tem sido muito bons, com aproximadamente 16kg/ano/habitante recolhido de WEEE. Um fator interessante é que as Prefeituras tem a liberdade de adotar políticas próprias para a coleta de lixo, mas devem entregar o WEEE para as duas organizações.

### RECYCLING 2005-2008

*Collected quantities from all collection points, households and businesses*

	2005	2006	2007	2008
Large white goods (ex. refrig./freez.)	36.300	45.500	45.500	42.000
Household appliances	12.300	11.900	12.600	10.100
IT, office equipment, telecom	22.700	27.600	30.800	28.100
TV, audio, video	21.000	26.300	30.400	32.900
Cameras, clocks, toys	300	300	300	600
Lamps, lightning equipment	6.700	7.900	7.900	6.300
Other waste	2.200	2.400	2.300	2.900
Total	101.500	121.900	129.800	122.900
Refrigerators and freezers	25.000	28.000	30.500	28.800
<b>Total</b>	<b>126.500</b>	<b>149.900</b>	<b>160.300</b>	<b>151.700</b>

Tabela 9 - Quantidades coletadas de WEEE na Suécia – 2005 a 2008

#### Obrigações dos participantes:

Consumidores – podem entregar na loja o aparelho sendo substituído quando da compra de um novo (old for new rule) ou podem deixar o aparelho a ser descartado num ponto de coleta municipal;

Empresas – são responsáveis pelo tratamento dos itens descartados exceto quando substituídos (old for new rule);

Prefeituras – administram os pontos de coleta municipais;

Produtores – tem a responsabilidade de custear a coleta e o tratamento dos itens descartados ou substituídos, de forma adequada dos pontos de vista de saúde e de meio ambiente, além de prestar informações ao público sobre o sistema de coleta. São obrigados a se filiarem à El-Kretsen ou à EAF e pagam um valor calculado com base na quantidade de produtos vendidos e no custo da reciclagem;

Varejistas – tem que receber os aparelhos antigos na venda de um novo. (48)

### **Irlanda**

Na Irlanda, país da Comunidade Europeia, a preocupação das indústrias com o WEEE começou em 2002 com a formação do WEEE Forum para discutir os sistemas de recolhimento (take-back).

Em 2004, foi formado o WEEE IRELAND, organização sem fins lucrativos por produtores, com o objetivo é de dar tratamento e reciclar o WEEE recolhido em locais pré-autorizados, os Civic Amenity Sites, ao menor custo para os consumidores. Essa organização tem hoje cerca de 700 membros, entre produtores, importadores e distribuidores, que pagam um valor anual para sua operação.

O WEEE Ireland define WEEE como qualquer coisa que tem uma tomada ou bateria e está próximo do final da sua vida útil.

O funcionamento é bastante simples e engaja todos os setores responsáveis.

Os produtores, os importadores e os exportadores para outros países da CE têm que se registrar no WEEE REGISTRER SOCIETY e pagar uma contribuição inicial de 600 € e uma taxa anual de 400 € (faturamento menor que 250.000 €) ou 600 € (para faturamentos acima de 250.000 €), além de um valor por cada aparelho vendido que varia de zero a cinco € (49)

### **Japão**

O país vem se preocupando com a destinação do lixo devido aos poucos locais disponíveis para uso como local de despejo como pela necessidade de não desperdiçar matérias primas que são importadas na sua grande maioria. Além, evidentemente, do espírito eficiente e econômico da cultura nipônica.

Em 1994, quando entrou em vigor a Lei Básica sobre o Meio Ambiente. Em 2001 foi promulgada a “Fundamental Law for Establishing a Sound Material-Cycle Society (FLEFMCS)” dividida em corpos principais – a Waste Management and

Public Cleansing Law (tratamento de lixo) e a Law for Promotion of Effective Utilization of Resources (LPEUR – promoção da reciclagem)

Em 2001, foi promulgada a Home Appliances Recycling Law (HARL), com o objetivo de estabelecer responsabilidades para o recolhimento e tratamento dos resíduos de condicionadores de ar, televisões, monitores, refrigeradores, freezers, lavadoras e secadoras, que representam cerca de 50% do WEEE do Japão.

Foram formadas duas empresas para reciclagem agrupando diversos fabricantes, mas existem outras recicladoras.

Os resultados são expressivos com uma taxa reciclagem de 88% para condicionadores de ar, 86% para televisores e CRTs, 74% para LCDs, 75% para refrigeradores e freezers e 85% para lavadoras e secadoras.

Os custos para o consumidor são de R\$ 63 para os condicionadores de ar, R\$ 36 a 57 para televisores, R\$ 76 a R\$ 97 para refrigeradores e R\$ 50 para lavadoras.

A reciclagem de PC's e laptops se enquadra na legislação da LPEUR e é custeada da mesma forma pelos consumidores com uma taxa de reciclagem de R\$ 60 a 84 por computador e de R\$ 60 a 105 por monitor. Interessantemente, a taxa de reciclagem de PCs e laptops é muito menor que a de outros WEEE devido ao reuso doméstico e à exportação. Em 2004, do total de 3.390.000 unidades consideradas obsoletos, 1.178.000 foram para reuso, 1.008.000 para reciclagem e 1.007.000 exportados. (50)

Os sistemas implantados nos exemplos analisados acima obedecem a uma lógica privada, exceto a Suécia e Dinamarca que tem os pontos de coleta disponibilizados pelos municípios. Na Dinamarca o processo é parcialmente absorvido pelas empresas públicas, responsáveis pela coleta domiciliar, mas o transporte e a reciclagem dos materiais é responsabilidade da DPA-System (Dansk Producentansvars System), mas existem outras organizações privadas de associações, produtores e importadores, que organizam os sistemas de take-back coletivos, sendo a principal a “elretur” com cerca de 900 membros.

Em todos os países, os custos de coleta e reciclagem recaem sobre os produtores/importadores e, ultimamente, são repassados aos consumidores, ou nos preços ou através de taxas quando da compra do bem.

## 9 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Analizamos a legislação principal, a Lei 12.305, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (38), e seu o regulamento Lei 7.404 (39), a que tem que se ater os fabricantes, importadores, distribuidores e varejistas. Apesar dessa legislação também incluir as embalagens, não vamos nos dedicar a analisar esse aspecto já que a cadeia de recolhimento, processamento e destinação final é totalmente diferente da do WEEE. Do mesmo modo, não vamos analisar o descarte dos resíduos perigosos por entender que esses materiais detectados durante o processamento do WEEE serão descartados na forma da Lei pelos processadores.

A PNRS é moderna e dispõe sobre as várias facetas do problema do WEEE, tanto sobre o que significa em termos econômicos quanto sobre as oportunidades criadas pelo seu processamento.

Os itens de interesse para essa dissertação começam no artigo 3º, com a definição da logística reversa, sustentabilidade dos padrões de produção e consumo, além da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo todos os elos que contribuem para a criação do WEEE e seu tratamento adequado.

No artigo 6º, são estabelecidos os princípios do poluidor-pagador e do protetor-recebedor, da visão sistêmica, do desenvolvimento sustentável, da cooperação entre o poder público, entidades privadas e demais membros da Sociedade, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e do reconhecimento do valor econômico e social dos resíduos.

No artigo 8º, a dimensão social é explicitada “IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis”, uma notável diferenciação das legislações adotadas nos países desenvolvidos.

No detalhe que diz respeito ao WEEE, os artigos 30 e 33 estabelecem que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes são obrigados a estruturar e implementar

sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Porém esses artigos estabelecem uma hierarquia:

- Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens

- Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos devolvidos pelos consumidores

- Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada,

Ou seja, em última análise, a responsabilidade final é dos fabricantes e importadores, arcando esses com os custos sejam eles de sistemas próprios ou públicos (que deverão ser remunerados).

Instituem ainda a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, cabendo aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, mas os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos também são abrangidos por esse compartilhamento.

O objetivo final é o de compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; reduzir a geração de resíduos sólidos; o desperdício de materiais; a poluição e os danos ambientais; incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; e, estimular o

desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis.

Estabelece ainda a possibilidade do poder público estabelecer medidas indutoras e linhas de financiamento para a redução e prevenção, melhor design, implantação de infraestrutura para cooperativas de catadores e estruturação de logística reversa.

Ou seja, a PNRS cobre todos os pontos relevantes para o desenvolvimento efetivo de uma política de processamento de WEEE, conforme o modelo dos países mais desenvolvidos na matéria.

Na regulamentação, pela Lei Nº 7.404, os consumidores tem a responsabilidade de disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Considera ainda que a logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social e que deve ser implantada por meio de acordos setoriais, regulamentos públicos e termos de compromisso.

Estabelece ainda que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes ficam responsáveis pela realização da logística reversa no limite da proporção dos produtos que colocarem no mercado interno, conforme metas progressivas, intermediárias e finais, estabelecidas no instrumento que determinar a implementação da logística reversa, e deverão estruturá-la para receber os produtos e as suas embalagens podendo ser através da aquisição de produtos e/ou estabelecimento de pontos de coleta, priorizando a participação de cooperativas/associações de catadores.

Na Regulamentação (Decreto 7.404) é exigido o ACORDO SETORIAL nos artigos 15 e 16 para a implementação da logística reversa para o WEEE entre outros. Esse Acordo ainda não foi concretizado pela indústria estando ainda em discussão no início de novembro/2011.

No capítulo de instrumentos econômicos se estabelece a possibilidade de incentivos fiscais, extremamente importantes nesse caso, pois a carga tributária que

pesa sobre materiais sucateados processados é a mesma que recai sobre o material novo, inviabilizando economicamente a atividade da cadeia de recolhimento e desmontagem do WEEE já que ao vender as partes incide o imposto. Outro aspecto interessante é a possibilidade de cessão de terrenos públicos, necessários para estabelecer centros de recebimento.

## 10 ANÁLISE DO MERCADO

Com o objetivo de determinar as políticas, ações e iniciativas adotadas pelas indústrias envolvidas, os fabricantes, importadores e distribuidores, ao nível de atacado e varejo, de equipamentos eletroeletrônicos e as indústrias de beneficiamento do WEEE foi proposto um grupo de perguntas qualitativas de modo a podermos depreender as tendências visando ao enquadramento na Lei dos Resíduos Sólidos. Infelizmente, devido aos aspectos confidenciais das conversas sendo travadas entre indústria, comércio e governos visando a organização dos Acordos Setoriais, não tivemos êxito em conseguir as respostas ao questionário (ANEXO I), tanto da ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica), quanto da ELETROS (Associação dos Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos), alegando que como o Acordo Setorial ainda estava em discussão, eles não podiam revelar informações sigilosas no momento. Obtivemos respostas do SIMERJ, Sindicato do Comércio Varejista do Município do Rio de Janeiro (ANEXO II).

As informações obtidas deste último foram de que o Acordo Setorial ainda não está acertado, que a Confederação Nacional do Comércio tem representado os Sindicatos Patronais Comerciais no contato com os órgãos governamentais; que os elos da cadeia industrial e comercial, estão procurando se ajustar à Lei; que não esperam contribuição das empresas de limpeza públicas nem cessão de locais para a coleta; que ainda não existe definição de como o comércio vai receber os WEEE; não existe definição do custo da logística reversa do WEEE e do valor a ser cobrado e se vai ser cobrado do consumidor abertamente ou embutido no preço do produto; e que existem dificuldades para montar um sistema sustentável, sendo os principais a cultura do reuso, os sacoleiros, a importação ilegal, a inexistência de processadores de sucata em várias regiões do país.

Participamos também das discussões de um grupo que pretende viabilizar soluções e fomos informados pela representante da COMLURB que as conversas com as Cooperativas de catadores têm mostrado que essas esperam ser remuneradas pela indústria e não pretendem abrir mão da remuneração obtida na venda das sucatas – um quase duplo pagamento, aumentando o custo que forçosamente será repassado ao consumidor.

Realizamos uma pesquisa domiciliar, com 29 respondentes de 20 bairros e cidades do Grande Rio, para verificar da parte dos consumidores como o tema WEEE é resolvido. No ANEXO III apresentamos o questionário e as respostas.

Resumidamente, 73% têm WEEE em casa, principalmente celulares e televisores/computadores. A maioria faz doações, mas um substancial grupo vende os aparelhos de maior valor (geladeiras e TVs) fora de uso. A maioria ligaria para um serviço de recolhimento, mas prefere não pagar pelo serviço. Aqueles que responderam que pagariam ficaram na faixa de R\$ 50/geladeira e R\$ 30/TV.

Entrevistamos também “sucateiros” e ficamos impressionados com a agilidade dos empresários do setor em sua busca de lucro. Apesar da muita informalidade que existe no ramo, acreditamos que exista uma base para o estabelecimento de uma rede que cubra o Grande Rio para os WEEE de origem industrial. Para isso é necessário um trabalho de cadastramento, organização e formalização de procedimentos e processos, qualificação da mão-de-obra e fiscalização permanente da aderência ao PNRS e da sua Regulamentação, mas existe uma grande dificuldade em como compatibilizar sistemas pulverizados e independentes com a responsabilidade centralizada nos fabricantes/importadores.

A informação mais relevante foi de que existe um ativo mercado para quase todo tipo de sucata encontrada no WEEE, a preços interessantes para eles, exceto para o plástico que vem contaminado com retardador de chamas e da borracha pelo estado deteriorado.

É importante observar que o mercado da coleta para reciclagem, atualmente, é um mercado sem barreiras à entrada e com poucas regulações efetivas devido à informalidade dominante, no tocante a normas e métodos.

Os preços informados são apresentados abaixo, mas devem ser considerados como indicativos, apesar de terem sido originados de várias fontes, pois o mercado não é transparente e varia conforme os preços dos metais e a qualidade da sucata.

Utilizamos essas cotações nas nossas projeções, mas acreditamos que um sistema com controle de qualidade, volumes maiores e previsíveis, além de bem administrado, possa obter preços mais remuneradores.

	R\$
Placa sem processador	7,50/kg
Processador	170,00/kg
Ferro	0,35/kg
Alumínio	2,50/kg
Cobre	8,00/kg
Chumbo	3,00/kg
Vidro	0,10/kg
Motor geladeira	8,50/unidade

Tabela 10 – Preços de WEEE praticados no Rio de Janeiro (Fontes: Ricardo da Cunha Pierroti – São Gonçalo – 21 3703-8223; ARLE – Associação de Reciclagem de Lixo Eletrônico – Jeferson – 21 2567-0008)

A CEMPRES - Compromisso Empresarial para a Reciclagem, uma associação empresarial sem fins lucrativos, lista 14 empresas que reciclam o lixo eletroeletrônico, em diversos níveis de especialização e de serviços prestados. Nota-se, entretanto, que destas, 13 são localizadas em São Paulo e que a maioria se dedica aos produtos de informática, sendo que só uma fala de geladeiras e freezers, corroborando uma das dificuldades apontadas pelo SIMERJ. (40)

Por outro lado, não existem no Brasil empresas de reciclagem do material de maior valor, as placas de circuito impresso e seus componentes, principalmente os processadores. Esses materiais são vendidos, ao preço acima, para serem exportados para países que tem indústrias para recuperar os metais preciosos e outros de alto valor dessa sucata.

Algumas empresas mais pró-ativas estão adotando soluções individuais para se adequarem mais rapidamente à legislação e para se beneficiarem do efeito de “marketing”. Uma das mais atuantes é a Philips que lançou um programa em 25

idades com 40 pontos de coleta para recolher os aparelhos a serem descartados de sua fabricação. (41)

O Banco Itaú-Unibanco conseguiu coletar entre janeiro e novembro do ano de 2010 cerca de 10.500 toneladas de lixo eletrônico (e-lixo) em suas agências, almoxarifado, data center e administração geral, no seu programa Garantia Sustentável que disponibiliza caixas coletoras em 18 cidades de São Paulo e nas campanhas junto aos colaboradores, enviando-as para empresas de reciclagem contratadas. (42)

Como se nota, existe uma multiplicidade de iniciativas, pouco coordenadas, para a colocação da PNRS em prática e para a absorção dos materiais de maior valor desses resíduos, com uma grande dificuldade dos atores no mercado, empresas produtoras, comércio, consumidores e governos, de encontrarem uma solução holística para o atendimento da Legislação.

## 11 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES DE WEEE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO (RMRJ)

Para podermos entender e apresentar sugestões para a resolução do problema de WEEE na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é necessário conhecer primeiramente a dimensão do volume e do valor desse resíduo.

A estimativa dos volumes de WEEE em qualquer região depende de várias variáveis como o estoque de equipamentos e aparelhos, a sua durabilidade, a taxa de substituição, o reuso dos substituídos, entre outros.

Estimativas de WEEE gerado para diversas regiões em 2005 e 2010 são mostradas na tabela abaixo:

REGIÃO	Prod. Ano (MM t) 2005	Prod. Ano (MM t) 2010	Per capita 2010 (kg)	(em milhões de tons)
				Destinação (2005) A, G, I (*)
CE	6,6	8,4	27	5,2
JAPÃO	7,0	8,9	18	1,6
CORÉIA	3,1	4,0	31	0,6

(\*) A – Aterro; G - Guarda; I - Incineração

Tabela 11 - Estimativa de WEEE – CE, Japão, Coréia

e estimativas de reciclagem

REGIÃO	LINHA BRANCA(a)	LINHA MARROM(b)
CE	80%	75%
JAPÃO	50%	55%
CORÉIA	85%	80%

(a) – Geladeiras, máquinas de lavar, em geral, cozinha e área

(b) – TV, som, etc.

(Fonte para Tabelas 10 e 11: Handling WEEE waste flows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world, Bastiaan C. J. Zoeteman & Harold R. Krikke & Jan Venselaar Int J Adv Manuf Technol (2010) 47:415–436)

Tabela 12 – Estimativa Reciclagem – CE, Japão, Coréia

Para se dar uma dimensão do problema que teremos que enfrentar na questão de destinação, abaixo apresentamos os estoques de alguns produtos eletrodomésticos, contabilizados no Censo de 2009 do IBGE, para o Brasil:

	Quantidade (1.000 unidades)	Presentes em residências (%)
<b>Fogões</b>	57.638	98,40
<b>Televisores</b>	56.043	95,70
<b>Refrigeradores</b>	54.716	93,40
<b>Rádio</b>	51.466	87,90
<b>Máquinas de lavar</b>	25.968	44,30
<b>Freezers</b>	8.919	15,20

Tabela 13 – Eletrodomésticos em domicílios (fonte: ELETROS, IBGE/PNAD)

Considerando uma vida útil média de 15 anos, teremos cerca de 17 milhões desses equipamentos sendo descartados anualmente. E isso é só uma fração dos equipamentos que serão descartados no Brasil.

**A International Data Corporation (IDC), empresa americana especializada em pesquisa de mercado, afirma que, no Brasil, em 2010, foram comercializados 13,7 milhões de computadores, quarto maior mercado mundial (24). A mesma IDC calcula que cerca de 100.000 “tablets” foram vendidos em 2010. No primeiro trimestre de 2011 foram comercializados 3,7 milhões de computadores, um aumento de 22% sobre o mesmo período do ano anterior.**

A base instalada de PCs no Brasil deve dobrar nos próximos quatro anos, saltando dos atuais 72 milhões para aproximadamente 140 milhões de computadores em 2014, segundo dados da 21ª Pesquisa de Administração de Recursos de Informática – EAESP – FGV (25). E a essa estimativa deve-se acrescentar o efeito da difusão do Programa Nacional de Banda Larga que vai atingir municípios atualmente excluídos do sistema.

Os dados obtidos são de que cerca de 20% do estoque de computadores em uso seja descartado, conforme previsto pela FGV:

	Nº Micros Adquiridos (milhões[*])	Nº Total de Micros em uso (milhões[**])	Estimativa do Nº de Micros Obsoletos
2004	5	16,6	3
2005	6,2	18,6	4,2
2006	7,4	22,6	3,4
2007	10,5	27,5	5,6
2008	12,5	32,8	7,2

Fonte: (\*) FGV 2003 a 2009 e (\*\*) IT Data Consultoria 2009

Tabela 14 - Evolução do Número de Microcomputadores

Dados da Anatel indicam que o Brasil terminou o mês de junho de 2011 com 217.3 milhões de celulares e uma densidade 111.6 aparelhos/100 hab. (26). A taxa de troca e obsolescência dos aparelhos é alta. Ainda devem ser levados em consideração os equipamentos das operadoras para atender a essa demanda, sendo que a tecnologia também avança célere e quantidades expressivas de equipamentos devem ser substituídos – só em 2009 a Oi sucateou 1.500 estações rádio base e em 2010 a Claro, 2.500 sites (rádio base, antena, bateria, cabeamento, etc.). (27)

O total de acessos é bem maior: ***O Brasil fechou o primeiro trimestre de 2011 com 287 milhões de acessos aos serviços de telecomunicações, o que representa um crescimento de 15,5% em relação a março do ano passado. De acordo com balanço elaborado pela TELEBRASIL – Associação Brasileira de Telecomunicações, foram considerados os serviços de telefonia fixa e móvel, banda larga e TV por assinatura***". (28)

Em agosto de 2010, a FEBRABAN (Federação Brasileira dos Bancos) informava que existiam 173.400 terminais automáticos (ATMs), que também serão substituídos e desativados em algum dia. (29)

Para a região metropolitana de Belo Horizonte foi estimado uma geração de WEEE de 2,2kg/ano por habitante, somente considerando alguns itens de



econômicos e grandes organizações governamentais. Evidentemente, a RMRJ tem uma concentração maior.

Segundo estimativa da Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (RSA), através do projeto WEEE MAN, um britânico, em média, cria 16kg/ano de lixo eletrônico, direta e indiretamente, no período da vida, considerando-se o volume médio de sucata eletrônica anual de um milhão de toneladas. (34) Se ajustarmos essa quantidade pela relação de renda per capita conforme publicado Banco Mundial (35), teremos uma geração de lixo de cerca de 3kg/ano por brasileiro. Considerando-se que o habitante da RMRJ gera um PIB per capita de cerca de 1,34 (36) vezes a média brasileira, o lixo eletrônico gerado por cidadão do Estado do Rio de Janeiro é de cerca de 4,0kg/ano. Considerando a população de 11.5 milhões, teremos uma produção estimada de WEEE de cerca de 46.000 tons/ano, das quais aproximadamente 72% são de metais recuperáveis. Os outros materiais como plásticos, papel e papelão, como veremos adiante, tem um mercado estabelecido, mas o seu valor é relativamente pequeno comparado com o dos metais. Assim, para fins dessa análise resolvemos somente considerar os metais como fonte de receita para cobrir os custos da destinação do WEEE.

Se multiplicarmos esse volume pelos valores da Tabela 2, apresentada no Capítulo V – O Lixo Eletrônico acima, e pelos preços obtidos no mercado, informados pelos negociantes de sucata entrevistados, verificamos que existe uma enorme possibilidade de ganho financeiro no processamento desses materiais.

Não foi possível encontrarmos informações confiáveis sobre a quantidade efetivamente recuperável desses volumes de materiais. Muitos são perdidos por se encontrarem misturados em peças pequenas, de difícil separação; outros são perdidos pela deterioração. Dessa forma, estimamos que somente uns 80% sejam recuperáveis, sendo as quantidades apresentadas na tabela a seguir sob a coluna “Aproveitável”.

		Sucata/tons	Aproveitável	Preço/Ton. Sucata (*)	Valor Sucata
Ferro		18.400	14.720	350	5.152.000
Cobre		7.800	6.240	8.000	49.920.000
Chumbo		1.400	1.120	3.000	3.360.000
Alumínio		3.200	2.560	2.500	6.400.000
Zinco		2.300	1.840	250	460.000
Ouro	Placa CI	<b>11,5</b>	9	7.500.000	69.000.000
Prata	Placa CI	<b>29,9</b>	24	0	0
Platina	Placa CI	<b>2,3</b>	2	0	0
Total		33.146	26.515		134.292.000
Aproveitável - 80%					

(\*) alumínio, cobre sucatas.com, zinco/chumbo, ferro: média das informações sucateiros - metais preciosos/placa circuito impresso: Lorene

(\*\*) O ouro é encontrado em muito pequenas quantidades no circuito impresso (PCI). Acredita-se que existam de 80 a 1.600 g de ouro por tonelada de PCI (37). Para fins desse cálculo, assumimos que, em média, existam cerca de 1kg/ton. Ou seja, o preço pago pelo fornecimento de PCI é de 7.500.000 por tonelada de ouro. Consideramos que a prata e a platina encontram-se também no PCI e assim consideramos o valor de venda desses 2 metais como zero, já embutidos no preço considerado para o ouro.

Tabela 15 – Estimativa do valor em Reais do WEEE da RMRJ

## **12 ANÁLISE DOS CUSTOS ESTIMADOS DE UM SISTEMA DE COLETA, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DO WEEE PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

Nesta secção comparamos o custo de uma solução totalmente pública (TOPUB) com uma solução totalmente privada (TOPRI). As referências de custos foram obtidas junto à COMLURB, para os casos da solução pública, e os custos do sistema totalmente privado foram baseados nas informações obtidas de empresas.

Fizemos também o cálculo do ponto de equilíbrio do sistema proposto para a solução TOPRI.

Como vimos no Capítulo VII, os itens que afetam o custo do processo a ser implantado são:

- 1 - Distâncias e a geografia local;
- 2 - Densidade populacional;
- 3 - Volume de WEEE;
- 4 - Tipo de produto;
- 5 - Custo da mão-de-obra;
- 6 - Standards de reciclagem e tratamento;
- 7 - Comportamento do consumidor;
- 8 - Experiência acumulada.

A seguir analisamos o caso específico da organização do processo de recolhimento e tratamento e disposição do WEEE na área metropolitana do Grande Rio.

## CUSTO DE TRANSPORTE: DISTÂNCIAS E GEOGRAFIA

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é composta por 17 municípios - Duque de Caxias, Itaguaí, Mangaratiba, Nilópolis, Nova Iguaçu, São Gonçalo, Itaboraí, Magé, Maricá, Niterói, Paracambi, São João de Meriti, Japeri, Queimados, Belford Roxo, Guapimirim e Rio de Janeiro - que constituem o chamado Grande Rio, com uma área de 5.384km, apresentada no mapa a seguir com a fronteira desenhada em branco.



Figura 9 – Mapa da RMRJ

Abaixo está o mapa aéreo com as distâncias em linha reta dos pontos extremos. A largura – da fronteira de Duque de Caxias com Petrópolis à Zona Sul do Rio de Janeiro – mede 50km e o comprimento – Mangaratiba à Itaguaí – 124km. Podemos considerar um acréscimo de 50% no caminho por terra, ou seja, para fins de transporte podemos considerar 75km de largura e 190km de comprimento.

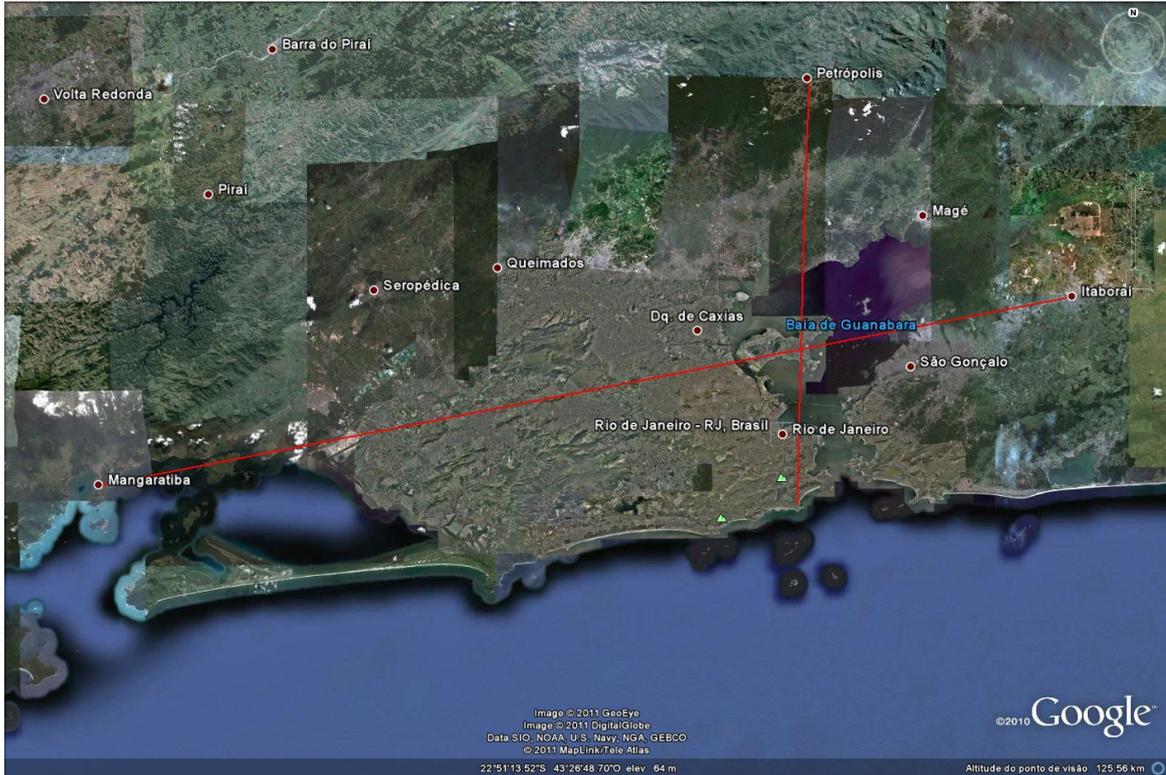


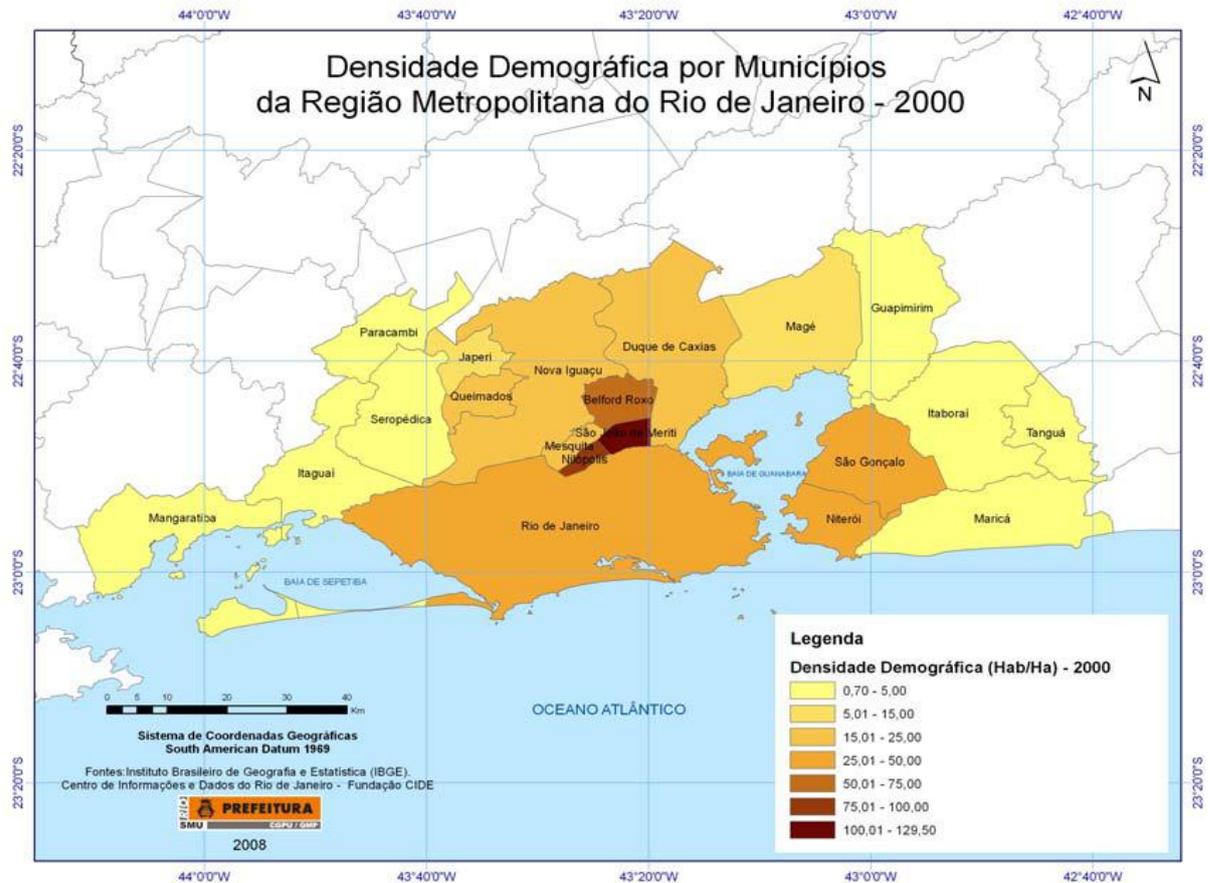
Figura 10 – Mapa da RMRJ com referências para medição de distâncias

O custo de logística é um dos principais itens de custo, tanto o resultante da coleta, quanto do transporte do ponto de centralização para a usina de desmonte, separação dos materiais e preparação para a destinação.

A experiência nos países que adotaram programas bem sucedidos demonstra a importância de se estabelecer locais para recebimento de WEEE. Entretanto, esses exemplos vêm de países de renda per capita elevada, onde a educação ambiental está sendo implementada há muitos anos. No caso da região em pauta, existem muitos bolsões de pobreza, baixa escolaridade, favelas, locais de difícil acesso, aonde a coleta domiciliar, mesmo que precária, vai trazer resultados de coleta de WEEE muito maiores daqueles que podemos esperar de um sistema somente com pontos de coleta recebedores.

## DENSIDADE POPULACIONAL

A seguir apresentamos um mapa da densidade populacional, que coincide, como não poderia deixar de ser, com a geração das quantidades de WEEE da Tabela 15 abaixo.



(Fonte: Revisão do Plano Diretor Decenal da Cidade do Rio de Janeiro – 2006) (51)

Figura 11 – Densidade populacional na RMRJ

## VOLUME DE WEEE

Para estimarmos o volume de WEEE a ser recolhido desenvolvemos um modelo baseado em população, renda per capita e quantidade de WEEE produzido em função da renda per capita.

	População (1.000)	PIB per capita (*)	WEEE gerado (tons/ano)
Duque de Caxias	855	37.329,00	6.305
Itaguaí	109	28.661,00	617
Mangaratiba	36	14.237,00	101
Nilópolis	157	8.473,00	263
Nova Iguaçu	796	9.772,00	1.537
São Gonçalo	1.000	8.328,00	1.645
Itaboraí	218	7.555,00	325
Magé	227	6.954,00	312
Maricá	127	7.943,00	199
Niterói	488	19.318,00	1.862
Paracambi	47	7.729,00	72
São João de Meriti	459	7.420,00	673
Japeri	95	5.087,00	95
Queimados	138	7.379,00	201
Belford Roxo	470	7.140,00	663
Guapimirim	51	7.818,00	79
Rio de Janeiro	6.320	25.122,00	31.367
<b>TOTAIS</b>	<b>11.593</b>		<b>46.317</b>

(\*) <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

WEEE por cada R\$ 1000 de PIB = 4kg/R\$20,247 = 0,19756

Tabela 16 – Cálculo da geração de WEEE por município da RMRJ

Considerando os volumes gerados, os municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, São João do Meriti e Belford Roxo tem 77% da população do Grande Rio e geram 88% do total de WEEE. Niterói e São Gonçalo tem 13% e geram 7% do WEEE.

Os volumes gerados de WEEE são uma função de população e renda. Entretanto, há de se notar que esses indicadores podem mascarar a nossa estimativa de vez que existe em grande quantidade de equipamentos eletroeletrônicos que migram das regiões mais ricas para as regiões mais pobres, onde esses equipamentos terão o fim da sua vida útil. Assim, é comum a troca de uma geladeira em Ipanema gerar a doação da geladeira substituída para uma residência mais pobre e mais distante da empregada, do porteiro ou de conhecidos desses. Não conseguimos estatísticas sobre esse fenômeno, mas nos leva a crer que o processo de conscientização da população demandará um grande esforço junto às camadas de menor nível educacional e financeiro.

## CUSTOS E TIPOS DE PRODUTO

O WEEE é um resíduo muito variado, que abrange desde o pen drive até a geladeira, desde a chave de fenda elétrica até o bastidor de uma estação rádio base. Essa diversidade encarece de sobre modo o desmonte e, como vimos acima, o custo de desmontar pequenos aparelhos, que não tem um volume de material significativo, certamente aumentará o custo médio para o processamento do WEEE.

No trabalho de análise dos CIVIC AMENITY CENTERS, centros disponibilizados pelas administrações municipais na Grã-Bretanha para o recebimento de WEEE e outros materiais recicláveis ou perigosos de origem doméstica (não recebe de empresas), foi concluído que, para fins de desmonte e reciclagem, o WEEE pode ser classificado em cinco categorias:

- 1 - *Equipamentos de refrigeração*. Requerem cuidados especiais de retirada de gases e fluidos;
- 2 - *Outros grandes aparelhos domésticos*. Tem uma quantidade substancial de materiais reaproveitáveis e podem ser trabalhados em conjunto;
- 3 - *Equipamentos com CRTs*. Devido a metais pesados e outros produtos perigosos tem que ser tratados separadamente;
- 4 - *Lâmpadas*. (não objeto desta dissertação).
- 5 - *Todos os outros WEEE*. Podem ser processados em conjunto. (52)

No trabalho mencionado na INTRODUÇÃO, End-of-Life Strategy Selection, (14) foi definida uma forte correlação entre número de peças e peso dos equipamentos, o que justificaria um maior emprego de trabalho de desmonte por representar um volume maior de recicláveis.

A partir daí, foi analisada a complexidade e o custo em termos de carga horária do desmonte de uma lavadora de roupas, item de alto valor e com muitas peças e grande mercado de segunda mão e um aparelho para cozinhar no vapor (water cooker), item oposto em valor, número de peças e mercado.

O tempo necessário para desmontar a máquina de lavar foi calculado em 20 min e seria necessária, aos custos de mão-de-obra belga, uma redução de pelo menos 75% para justificar o desmonte e separação em vez do retalhamento (shredding). No caso do water cooker nenhuma redução de tempo justificaria o desmonte.

O trabalho de Radim Lenort and Petr Besta, 2009, analisando uma linha de desmontagem com 12 pessoas e uma capacidade de 84 tons/mês de WEEE, composto principalmente por equipamentos com CRTs (TVs e monitores), na República Checa, nos fornece outras informações relevantes. O tempo de desmonte médio encontrado foi de 16,9min/unidade e um peso médio por equipamento de 21,3kg. (53)

## CUSTO DA MÃO-DE-OBRA

O custo da mão-de-obra depende de dois fatores, isto é, os custos de salários e encargos e o tempo despendido na atividade individual.

Acreditamos, dentro da realidade brasileira, que maior parte dos operários envolvidos deverá estar na faixa de um a dois salários mínimos, sendo composta principalmente por ex-catadores reaproveitados e retreinados no uso de ferramentas e técnicas de desmontagem.

Considerando-se as diversas categorias de salários-mínimos no Estado do Rio de Janeiro (54), apesar de não haver uma especificação para o “desmontador de aparelhos eletroeletrônicos”, acreditamos que este trabalho seria remunerado na categoria V, a R\$ 709,84/mês.

Acreditamos que o desmonte deverá ser realizado por uma empresa constituída com essa finalidade. O faturamento previsto, caso consiga coletar 100% do WEEE no Grande Rio, é de cerca de R\$ 84 milhões/ano, e, mesmo que não tenha fins lucrativos, arcará com encargos que oneram o custo/mensalista em 68,2%. (55)

Assim, o custo médio previsto para esta simulação é de um salário-mínimo e meio, equivalente a R\$ 1.065/mês mais encargos de R\$ 726, equivalendo um custo de mão-de-obra direta de R\$ 1.790/mês, ou R\$ 8,14/hora, considerando 220 horas mensais.

Voltando ao exemplo da máquina de lavar, o custo previsível direto para o desmonte seria de R\$ 2,71. O peso de uma máquina de lavar nova oscila bastante (de 11kg – SUGGAR a 80kg – LG) por causa do uso de plástico ou chapa de aço, mas a WHIRLPOOL, com as marcas BRASTEMP (35 a 40kg) e CONSUL (30 a 37kg), detêm cerca de 2/3 do mercado (56). Assim considerando um peso médio de 35kg/lavadora, encontramos um custo de R\$ 0,08/kg

No levantamento de Lenort e Besta o tempo médio por kg é de 0,79/min por kg, equivalente a custos de R\$ 0,11/kg.

Outro fator a ser considerado no quesito mão-de-obra é o do custo de supervisão e administração.

No trabalho de Esteves, 2006 foi realizado um amplo levantamento da indústria no que diz respeito à proporção de supervisores versus supervisionados num universo de 60.297 empresas com 3.975.000 empregados. Foi encontrada a média de 0,057, equivalentes a 17,5 operários/supervisor. (57)

Entretanto, acreditamos que devido à baixa qualidade da mão-de-obra empregada no desmonte, a diversidade de itens processados, a variabilidade do fluxo, entre outras dificuldades organizacionais, será necessário uma supervisão mais efetiva de pelo menos o dobro na razão supervisão/empregado, o que geraria um custo adicional de cerca de 25%, considerando o custo mais elevado do supervisor na faixa de R\$ 3.000 com encargos. A isso deve ser adicionado o custo da administração, que calculamos como 25% do total de salários diretos.

Considerando-se as diversas incógnitas, como os tipos de equipamentos encontrados no nosso WEEE e a produtividade da mão-de-obra, preferimos utilizar a média mais elevada de tempo, de 0,79min/kg. Assim, o custo de mão-de-obra para o desmonte sobe para R\$ 0,165/kg (0,11+ 50%).

## STANDARDS DE RECICLAGEM E TRATAMENTO

Para cada tipo de equipamento deverão ser desenvolvidos padrões para o desmonte com o auxílio da indústria, de vez que muitos produtos têm especificações técnicas únicas de montagem e, conseqüentemente, de desmontagem.

## COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

Acreditamos que a indústria e o governo terão que fazer muitas campanhas para a educação do consumidor.

A COMLURB realiza a coleta seletiva e a coleta de itens extraordinários, como grandes eletrodomésticos, conforme solicitação do domicílio. O processo é restrito a certos bairros e recolhe cerca de 1% do lixo doméstico.

Entretanto, em 2008, foi realizada uma análise do lixo coletado de um modo geral (58). 44% era composto de material considerado reciclável (os principais sendo papel e papelão, plástico, vidro, metal e pano). O lixo considerado eletroeletrônico montou a 0,133%, demonstrando o enorme trabalho de conscientização necessário para educar a população a recolher adequadamente o WEEE, de vez que

estimamos volume do mesmo acima de 1% do lixo recolhido em 2009 pela COMLURB (2.860.000 tons), conforme apresentado no ANEXO V.

## EXPERIÊNCIA ACUMULADA

Não existe experiência acumulada no Brasil, mas espera-se que uma vez implementada a PNRS ela tenha um acúmulo rápido.

## PROJETO CONCEITUAL

Para fins de análise, vamos comparar duas alternativas para colocarmos em prática o PNRS no tocante aos resíduos eletroeletrônicos.

Por ser praticamente impossível prever o desenrolar do processo de logística reversa do WEEE no presente estágio das negociações da indústria com os governos, no Acordo Setorial, bem como a adesão da população ao esquema acordado, fizemos uma estimativa de custos baseado no recolhimento de todo o WEEE gerado.

Evidentemente, essa é uma premissa impossível de ocorrer, provavelmente demandando uma lenta evolução para se chegar a um volume expressivo de recolhimento do WEEE gerado na região do Grande Rio.

As duas alternativas, um projeto totalmente público (TOPUB) e outro totalmente privado (TOPRI), têm em comum que em ambos o custo será pago pela indústria (fabricantes e importadores), recaindo no custo pago pelo consumidor. O objetivo desse trabalho é de fazer a comparação de estimativas de custos entre as duas possíveis soluções de modo a verificar qual será a de menor custo para a sociedade.

O projeto básico é relativamente simples, mas não é semelhante para ambos os casos, pois o TOPRI vai necessitar de instalar centros de coleta nos diversos

municípios, bairros ou regiões dependendo do volume de WEEE, enquanto o TOPUB fará a coleta nas residências e levará diretamente aos centros de acumulo de que já dispõe:

- 1 - Disponibilização de Centros de Coleta (CC) em locais onde a população, as pequenas indústrias e comércio entregariam seu WEEE no projeto TOPRI e coleta seletiva/residencial no modelo TOPUB de vez que os serviços de limpeza urbana já o fazem em algumas áreas;
- 2 - Transporte desses CC (TOPRI) ou diretamente da coleta residencial (TOPUB) para o Centro de Processamento (CP);
- 3 - Montagem de um CP onde será realizado o desmonte do WEEE, recebido dos CC e das grandes indústrias e do comércio, obrigados a ter Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, e a preparação de materiais para destinação para reciclagem industrial ou descarte em local adequado.

#### CENTROS DE COLETA (CC)

Para o TOPRI consideramos essencial que exista um número bastante expressivo de locais de coleta, onde o consumidor possa levar seu WEEE, para evitar deslocamentos muito grandes e a desistência por parte do consumidor. Mesmo assim, em diversos municípios não haverá a possibilidade de um grande número pelo pequeno volume de WEEE gerado e, evidentemente, o custo. A solução provável deverá ser a de colocar containers menores em parcerias com locais de comércio, tipo estacionamento de supermercados. Para fins dessa estimativa, calculamos que seria justificável um local de coleta para cada 30.000 habitantes, com um mínimo de cinco locais. No Rio de Janeiro, devido à maior densidade de muitos bairros, consideramos um local de coleta por 40m<sup>3</sup>/semana (equivalendo a dois containers, apesar dos containers terem uma capacidade de até 30m<sup>3</sup> cada). O resultado encontrado foi de que serão necessários 318 pontos de coleta. Estimamos que cada local gerará um custo médio mensal de R\$ 500 por conta de aluguel do espaço, seguro contra terceiros, materiais de consumo, manutenção e iluminação, entre outros.

O local da coleta, no caso da solução TOPRI, precisará também de ter pessoal para atender ao público. Calculamos três pessoas por local de coleta, ao custo mensal de R\$ 1.790,00/homem.

Entretanto, o transporte é um principal item de custo e tem um peso grande na coleta e processamento do WEEE, principalmente devido à baixa relação peso/m<sup>3</sup>.

Para verificar essa medida, realizamos um cálculo considerando o peso e as medidas das principais classes de WEEE, levantados a partir das informações detalhadas por produto no site de vendas AMERICANAS.COM (59), e a participação relativa de cada classe de produto conforme a informação fornecida pelo WEEE Forum (Tabela 10 - Capítulo X acima). Esse cálculo encontra-se no ANEXO VI e encontramos um peso significativamente maior que o do WEEE Forum, de 118 kg/m<sup>3</sup>, que decidimos utilizar nos cálculos de custo de transporte. O peso médio, no caso do Brasil e do Rio de Janeiro, provavelmente será um pouco maior, pois o “estoque” de produtos eletroeletrônicos tem uma participação relativa menor dos grandes eletrodomésticos que puxam a média para baixo – só 44% das moradias têm lavadoras e 15% tem freezer, como relatado no Capítulo XI.

O orçamento para o transporte, no TOPRI, foi baseado na informação da firma KOLETA Ambiental, apresentado no ANEXO VII.

No caso da solução TOPUB a coleta será residencial e não necessitará de mais locais de acumulo do que os já existentes.

Os dados publicados pela COMLURB, apresentados no ANEXO V, foram utilizados para calcular o custo de coleta e transporte até o Centro de Processamento. O valor considerado foi o da coleta seletiva, R\$ 664,42 por tonelada, conforme indicação da própria COMLURB (60). Apresentamos o cálculo do custo no ANEXO VIII.

## CENTRO DE PROCESSAMENTO (CP)

Pelas conclusões de Bridgwater e Anderson 2003 (51), adaptando-as para o caso em pauta, seriam necessárias três grandes linhas de desmontagem, mais uma estação de trabalho para retirar os fluidos e gases de equipamentos de refrigeração, a saber:

- grandes eletrodomésticos incluindo refrigeradores, lavadoras
- aparelhos com CRTs e telas
- aparelhos como computadores, eletrodomésticos e de pequeno porte

Possivelmente, essas três linhas terão sublinhas para melhor organizar e equalizar o fluxo de material, bem como criar uma certa especialização em determinadas desmontagens.

O processo de desmontagem e separação que escolhemos utiliza bastante mão-de-obra visando aproveitar o trabalho dos catadores retreinados e reduzir o investimento em equipamento. O processo separa manualmente os cabos e transformadores (cobre), vidros e CRTs, motores de geladeiras e freezers, carcaças e chassis (plástico, ferro, alumínio), placas e componentes eletrônicos para processamento e destinação separados.

Entretanto, existem inúmeras possibilidades de sistemas de processamento, dependendo dos objetivos políticos, no “trade off” da utilização dos insumos equipamento e mão-de-obra. Ou seja, menor ou maior investimento em equipamento e maior ou menor utilização da mão-de-obra. Provavelmente, a médio/longo prazo, na medida em que o insumo mão-de-obra encarecer, o sistema será mais mecanizado.

O processo de desmonte e separação intensivo em capital, é muito bem apresentado pela SIMS Recycling Solutions, uma empresa sediada na Inglaterra que opera 50 centros de processamento nos cinco continentes, por onde passam 475.000 toneladas/ano de WEEE/ano. (61)

Consiste basicamente nas seguintes processos:

A - Processamento de geladeiras e freezers

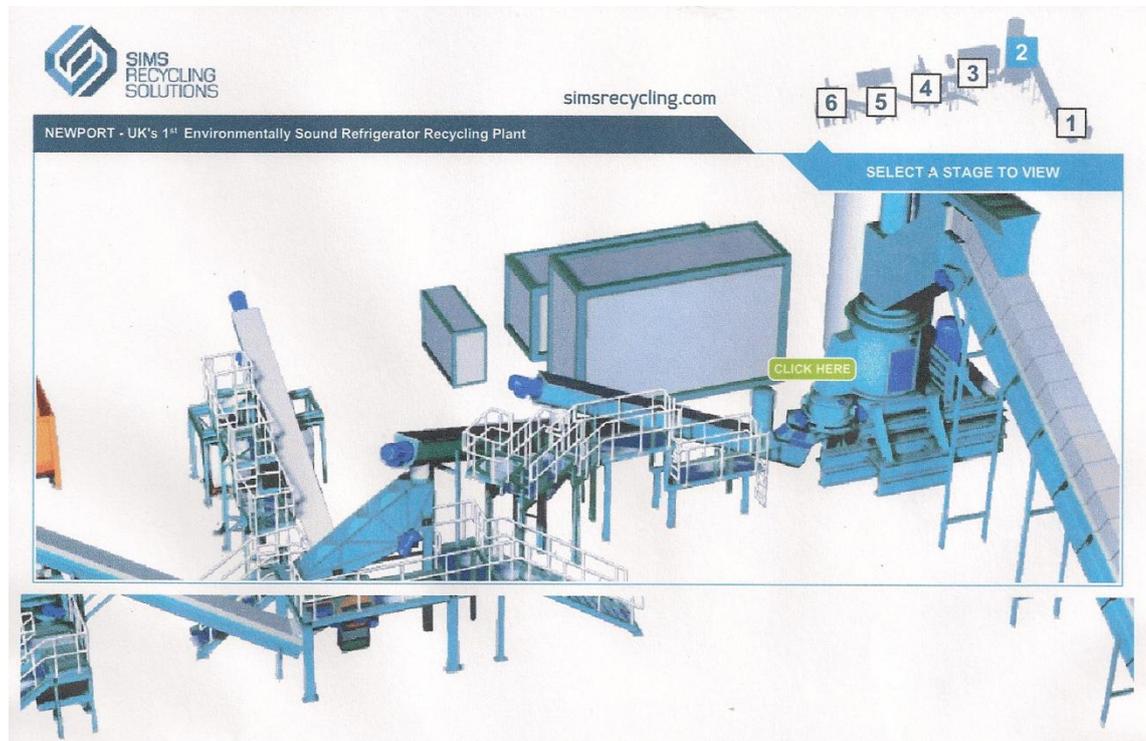


Figura 12 – Esquema do processamento de geladeiras e freezers

#### ETAPAS:

- 1 - Desmonte de componentes da geladeira como cabos, vidros, madeira, disjuntores, switches de mercúrio. Os equipamentos são então colocados numa câmara que é selada para evitar contaminação do ambiente por CFCs;
- 2 - Na câmara selada, que tem uma atmosfera rica em nitrogênio para evitar explosões e condensar os CFCs, os equipamentos são moídos;
- 3 - As aparas são aquecidas para retirar a umidade;
- 4 - As aparas passam por um conjunto de peneiras para retirar o material de isolamento (PUR – poliuretano expandido);
- 5 - O material ferroso é separado por atração magnética;
- 6 - Separação dos metais não ferrosos de plásticos, placas CI e outros através de aplicação de campo magnético variável, ou indução magnética (Corrente Foucault).

## B - Processamento de CRTs

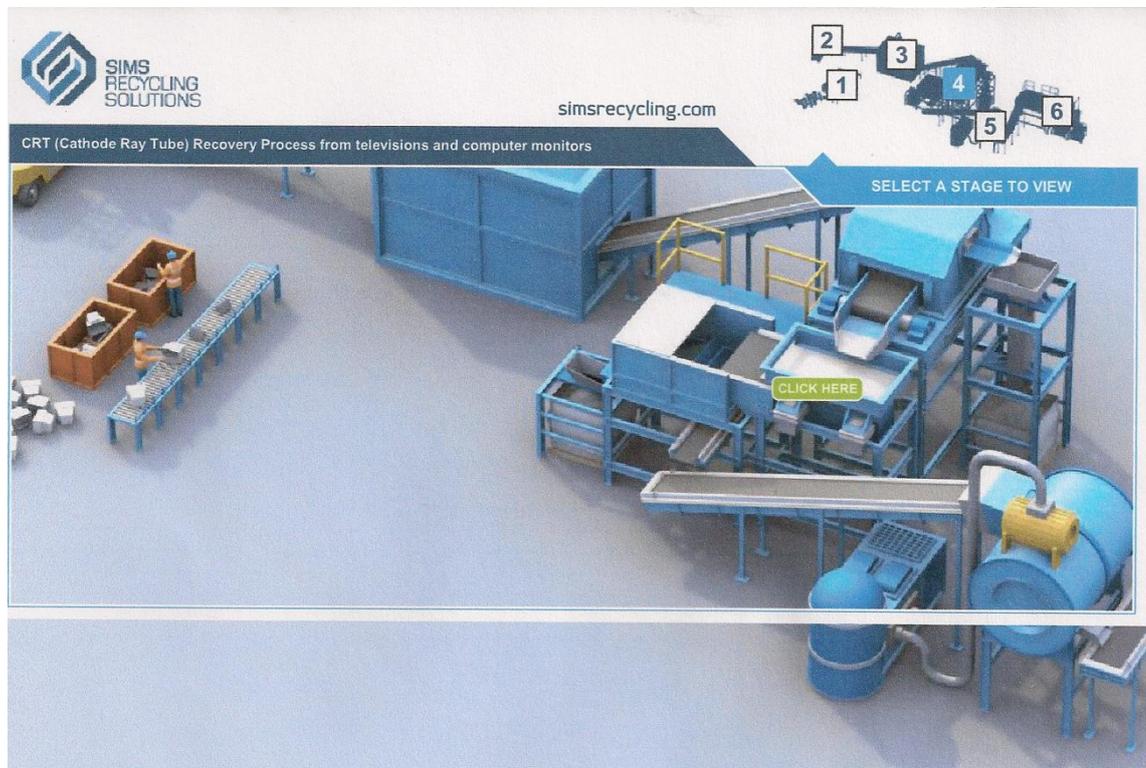


Figura 13 – Esquema de processamento de CRTs

### ETAPAS:

- 1 - Retirada do tubo (CRT) e das telas do aparelho de TV ou monitor, que é enviado para processamento como o resto do WEEE (C);
- 2 - CRTs e das telas espaçados por via mecânica (shaker);
- 3 - Os CRTs são separados em quatro partes: vidro da face, tela interna, vidro com chumbo, vidro do pescoço. Os vidros são quebrados em pequenos pedaços;
- 4 - Os vidros com metal ferroso são separados por magnetos;
- 5 - Os vidros restantes são levados a um tambor rotativo para limpeza de fósforo e óxidos;
- 6 - O vidro passa por um campo magnético variável, ou indução magnética (Corrente Foucault), para separação do vidro com chumbo.

C - Para computadores, eletrodomésticos e equipamentos de pequeno porte:



Figura 14 – Esquema de processamento de computadores e eletrodomésticos de pequeno porte

#### ETAPAS:

- 1 - Separação manual de cabos, baterias, lixo;
- 2 - Moagem grossa;
- 3 - Material espaçado por via mecânica (shaker) para ser colocado na correia transportadora;
- 4 - Moagem fina;
- 5 - Separação magnética dos metais ferrosos;
- 6 - Separação dos metais não ferrosos de plásticos, placas CI, vidro e outros através de aplicação de campo magnético variável, ou indução magnética (Corrente Foucault);
- 7 - Separação por via úmida de plásticos e de vidros e placas.

Acima, no item CUSTO DA MÃO-DE-OBRA, discutimos a produção esperada por trabalhador no desmonte varia de 0,57 (caso da lavadora) a 0,79min/kg (caso das televisões). Devido à pouca experiência e ao fato de que a composição do WEEE no Rio de Janeiro deve ter uma menor participação de equipamentos de maior porte, utilizamos o valor mais alto, 0,79/min/kg. Assim, considerando-se 43.695 toneladas de WEEE, serão necessários cerca de 220 operários diretos e cerca de 30 supervisores, totalizando 250 pessoas no “chão de fábrica”.

Em ambas as hipóteses, TOPRI e TPUB, utilizamos os mesmos dados relativos à mão-de-obra.

As outras despesas para a operação de desmonte são:

- aluguel – considerado como de 12m<sup>2</sup> por trabalhador direto, totalizando 3.000m<sup>2</sup> de chão de fábrica. Essa necessidade de espaço foi calculada na base de 662kg de WEEE a ser processado por operário/dia, ocupando cerca de 6m<sup>3</sup>, ou 6m<sup>2</sup> considerando pequenos containers de linha de 1m<sup>3</sup> de capacidade, adicionados da necessidade de espaço livre de outros tantos m<sup>2</sup>. O custo foi orçado através de informações da ZAP Imóveis ([www.zap.com.br](http://www.zap.com.br)) como de R\$ 12/m<sup>2</sup>/mês. Consideramos que a opção TOPUB também necessitará uma área igual, entretanto essa área pode já ser de propriedade da mesma, quando inexistiria a despesa;

- despesas diretas – relativas a água, energia, comunicação, ferramentas, limpeza e higiene, alimentação, calculadas a base de R\$ 25/dia/operário;

- despesas indiretas – relativas a administração geral, campanhas de esclarecimento para a população, manutenção, entre outras, calculadas à base de R\$ 100.000/mês.

## CÁLCULO DO CUSTO TOPRI E TOPUB

No ANEXO IX apresentamos o cálculo de custos detalhados para a opção TOPRI.

A seguir apresentamos uma planilha com os custos estimados.

<b>CUSTOS ESTIMADOS</b>		<b>R\$ 1.000</b>	
		<b>TOPRI</b>	<b>TOPUB</b>
Transporte (TOPRI) - Coleta (TOPUB)		23.203	29.032
Gerenciamento CC:	Aluguel/despesas (1)	1.908	0
	MO	20.491	0
<b>SUBTOTAL LOGÍSTICA</b>		<b>45.602</b>	<b>29.032</b>
Processamento no CP	MO (R\$ 0,165/kg)	7.210	7.210
	Aluguel (2)	432	432
	Despesas Diretas (3)	1.650	1.650
	Despesas Indiretas (4)	1.200	1.200
<b>SUBTOTAL DESMONTE</b>		<b>10.492</b>	<b>10.492</b>
<b>TOTAL DO CUSTO</b>		<b>56.094</b>	<b>39.524</b>

(1) Estimados a R\$ 500,00/mês/local de coleta

(2) 3.000m<sup>2</sup> a R\$ 12,00/mês

(3) Estimada a R\$ 25,00/operário/mês

(4) Estimadas a R\$ 100.000,00/mês

Tabela 17 – Cálculo do custo TOPRI e TOPUB

## **CÁLCULO DO PONTO DE EQUILÍBRIO TOPRI**

No ANEXO X apresentamos os cálculos do Ponto de Equilíbrio para a solução TOPRI já que, provavelmente, será a adotada. Serve também essa indicação para mostrar até quantas empreendimentos poderiam ser envolvidos nesse processo de recolhimento, tratamento e destinação do WEEE.

Consideramos como receita o valor da venda de sucata metálica e das placas de CI sem beneficiamento. Consideramos também que os pontos de recolhimento, no mínimo 5 por Município, seriam instalados desde o início, pois sem essa ampla rede dificilmente a Lei do PNRS “pegará” junto à população. Consideramos também as despesas do Centro de Processamento (CP) como totalmente variáveis, pois o impacto da porção das despesas fixas (aluguel e parte das despesas indiretas) é pequeno diante do total.

O cálculo, que considerou que a sucata chegará integralmente (isto é, sem catação prévia) ao CP, demonstrou que o Ponto de Equilíbrio, na média dos Municípios da RMRJ, está em 52% do total de WEEE projetado, dependendo principalmente da performance no Município do Rio de Janeiro, já que na maioria não será atingido.

### **13 DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Neste trabalho analisamos os diversos aspectos do WEEE, sua composição, a sustentabilidade do processo industrial, o problema ambiental, as opções de beneficiamento comparando o reuso com a reciclagem, quantificamos o volume de WEEE gerado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, analisamos a legislação brasileira, entrevistamos agentes do mercado, analisamos as experiências de outros países, analisamos as variáveis importantes para desenvolver um processo de recolhimento e tratamento, propusemos um modelo para execução, comparamos os custos da sua execução por um sistema totalmente privado (TOPRI) e um sistema totalmente público (TOPUB) e realizamos uma simulação para analisar qual seria o Ponto de Equilíbrio para a solução TOPRI.

Neste trabalho não nos detivemos na análise dos benefícios da coleta domiciliar que o sistema público terá mais facilidade de realizar devido à sua já exercida capilaridade. O aspecto de aderência à Lei pelo cidadão será muito facilitado por não ter que levar o seu WEEE a um local às vezes distante. O custo ambiental, com uma maior coleta no TOPUB, será reduzido em relação à opção TOPRI. Quanto ao aspecto do valor do material recolhido, provavelmente, também se encontrará em estado mais íntegro pelo menor manuseio e em maior quantidade.

Esse último ponto é de suma importância para viabilizar economicamente o sistema. Como foi visto, o cobre representa cerca de 37% e o PCI, 51% do valor da sucata recolhida. Se essa sucata for “catada” antes, o cobre e o PCI não chegarão à Central de Processamento e o sistema será transformado em gravoso.

Outro ponto interessante foi a disposição de venda do WEEE por parte dos respondentes da pesquisa domiciliar. Se os “sucateiros” mantiverem suas camionetes com alto falante “COMPRO SUA SUCATA, ALUMÍNIO, FERRO, COBRE, AR CONDICIONADO, GELADEIRA, etc...” concorrendo com a solução, qualquer que seja, vai tornar a organização do sistema mais difícil e menos eficiente do ponto de vista ambiental. Ou seja, da mesma forma que os catadores, também os sucateiros terão de ser cooptados pelo sistema a ser implantado, e ter suas

atividades reguladas em diversos aspectos técnicos, como nas práticas de desmonte e destinação da sucata inservível.

Conforme nossa estimativa, o custo da solução TOPRI é um bastante superior, 42%, a uma solução TOPUB, com o custo de coleta sendo o fator de diferenciação. Aliás, o custo da coleta corresponde a, aproximadamente, 3/4 do custo total da aderência à PNRS, nas duas alternativas (TOPRI – 81%, TOPUB – 74%), demonstrando que a logística será o principal fator de possíveis ganhos de produtividade.

Nesse estudo adotamos uma visão simplista de recolhimento de 100% do WEEE da região, quando sabemos que esse total nunca será alcançado, pois mesmo em países com políticas já em execução há muito tempo, com uma população mais ordeira, educada e homogênea em renda per capita, como na Europa, o objetivo é atingir 65% em média do WEEE de longo prazo (isto é, do peso total dos equipamentos eletroeletrônicos colocados no mercado naquele período).

Um aspecto relevante é de que o custo de recolhimento e processamento é menor do que o valor do WEEE, conforme estimado no Capítulo XI, Tabela 15, onde essa sucata foi avaliada em R\$ 134,3 milhões, podendo-se prever uma solução sustentável, no longo prazo, do ponto de vista econômico qualquer que seja a opção adotada, TOPRI ou TOPUB.

O cálculo do Ponto de Equilíbrio mostra que será necessário um recolhimento de 52% do WEEE gerado, meta que demorará um prazo razoável para ser atingida, demonstrando que o sistema deverá ser oneroso para o consumidor e para o fabricante/importador por um bom tempo.

Entretanto, a maioria dos Municípios da RMRJ não apresenta um volume de WEEE que o torne superavitário. O sistema, por esse cálculo, não justificará a execução por mais de uma empresa ou consórcio, já que o superávit obtido em poucos Municípios terá que ser direcionado para cobrir o déficit na maioria.

Apesar da PNRS determinar a responsabilidade do fabricante/importador, no final, esse encargo recairá sobre o consumidor. Pelo demonstrado acima, uma taxa, aberta ou embutida no preço, será instituída, tornando o bom funcionamento do sistema de suma importância para não onerar em demasiado o consumidor, com as consequências que isso acarreta para a economia como um todo.

Acreditamos que uma taxa aberta, transparente, na ocasião da compra do bem é a que produzirá os melhores resultados. Principalmente, se essa taxa valer na compra de um novo bem desde que demonstrado a devolução ao comerciante ou a entrega num ponto de coleta (o que exigirá uma fiscalização severa para não ser fonte de “malfeitos”).

Chamamos a atenção de que o problema é de difícil solução sem a participação da coleta domiciliar – como instalar e manter a rede de pontos de coleta para um volume muito baixo inicial? O investimento inicial deverá ser elevado para a instalação de postos de recolhimento, campanhas de divulgação e convencimento, treinamento da mão de obra, instalação do CP, financiamento da operação que terá um funcionamento mínimo no início da implantação e fiscalização de todo o sistema. Acreditamos que o Acordo Setorial em negociação vai levar esse aspecto em consideração.

Como recomendação para a POLÍTICA, uma solução compartilhada entre setor público e setor privado será mais vantajosa para a Sociedade como um todo, permitindo a implantação da Lei e obtendo melhores resultados num período mais curto.

Outros aspectos da questão também devem ser analisados.

O primeiro é a incidência de impostos na comercialização da sucata. Para viabilizar o sistema e reduzir o custo, a sucata deve ser isentada totalmente de impostos, que só recairão na etapa posterior de reciclagem.

A segunda diz respeito à falta de indústrias no Brasil de recuperação dos materiais das PCIs. Hoje, essas placas são coletadas, fragmentadas e colocadas em

containers exportados para outros países onde são processadas e os metais preciosos são recuperados. A perda de valor desse procedimento é espantosa quando se compara o preço do material sucata com o preço do material processado.

Na tabela abaixo repetimos a tabela da página 37 e incluímos mais duas colunas para o valor do material beneficiado por unidade de peso e seu valor total. Os primeiros itens (NP – não preciosos) são beneficiados no Brasil enquanto que os metais preciosos (MP) são beneficiados fora:

Valores em Reais

		Sucata/tons	Aproveitável	Preço/ton Sucata (*)	Valor Sucata	Preço/ton Beneficiado (**)	Valor Beneficiado
Ferro		18.400	14.720	350	5.152.000	719	10.583.680
Cobre		7.800	6.240	8.000	49.920.000	13.937	86.966.880
Chumbo		1.400	1.120	3.000	3.360.000	3.584	4.014.080
Alumínio		3.200	2.560	2.500	6.400.000	4.579	11.722.240
Zinco		2.300	1.840	250	460.000	3.530	6.495.200
<b>Subtotal NP</b>		<b>33.100</b>	<b>26.480</b>		<b>65.292.000</b>		<b>119.782.080</b>
Ouro	Placa CI	<b>11,5</b>	9	7.500.000	69.000.000	99.019.150	910.976.180
Prata	Placa CI	<b>29,9</b>	24	0	0	1.916.740	45.848.421
Platina	Placa CI	<b>2,3</b>	2	0	0	91.246.320	167.893.229
<b>Subtotal MP</b>		<b>43,7</b>	<b>34,96</b>		<b>69.000.000</b>		<b>1.124.717.830</b>
<b>Total</b>		<b>33.146</b>	<b>26.515</b>		<b>134.292.000</b>		<b>1.244.499.910</b>

(\*) Alumínio, Cobre Sucatas.com, Zinco/chumbo GBM Reciclagem, Ferro Ceclau Reciclagem, Metais preciosos/Placa CI Cimélia

(\*\*) London Metals Exchange 10/11/2011, Ferro ARAME GALVANIZADO GERDAU 14; Metais preciosos Kitco.com 10/11/2011 - R\$ 1,81 X USD 1,00

Tabela 18 – Valor do material da sucata ao preço de mercado de material beneficiado

A triste conclusão é de que exportamos a preço de sucata, R\$ 69 milhões, um material que, se for totalmente recuperado e beneficiado (o que provavelmente não ocorrerá, pois existem perdas no processo), pode valer até R\$ 1,124 bilhão, 16 vezes mais. E isso considerando apenas a Região Metropolitana do Rio de Janeiro – se considerarmos o país, o prejuízo deverá ser de 5 a 10 vezes esse valor.

Não nos ativemos a detalhar os processos físico-químicos para a separação dos metais preciosos, mas a tecnologia para isso existe em diversos países.

Os benefícios sociais e econômicos da instalação da solução TOPRI são bastante expressivos, do ponto de vista ambiental e econômico, justificando um incentivo governamental, tanto em forma de desoneração de impostos quanto de facilidades para a tramitação rápida pela burocracia.

- a) Provavelmente, o mais importante é a formalização de emprego e renda de cerca de 250 trabalhadores diretos no CP mais 950 nos centros de coleta, força de trabalho recrutada entre os catadores que serão forçosamente desalojados de suas funções, altamente degradantes, inseguras e prejudiciais à saúde. Os salários pagos anualmente totalizarão R\$ 17.3 milhões/ano e beneficiarão cerca de 6.000 pessoas, incluindo seus dependentes;
- b) Sobre esses salários incidirão encargos sociais da ordem de R\$5.5 milhões. O consumo gerado adicional deverá resultar em cerca de R\$ 1 milhão só de ICMS, considerando-se que a renda média do trabalhador em catação é hoje de aproximadamente R\$ 450/mês (62);
- c) A reciclagem dos materiais coletados e separados gerará novos postos de trabalho na indústria. Como uma estimativa grosseira, o setor de plásticos reciclados faturou R\$ 1,8 bilhões em 2007 e gerou 20.000 empregos, ou seja, cada R\$ 90.000 de faturamento geram 1 emprego (63). Se aplicarmos esse número ao valor da produção nacional de R\$ 119.782.000, teremos a criação de cerca de 1.300 empregos na indústria;
- d) Os impostos recolhidos a nível federal, estadual e municipal sobre os materiais possivelmente beneficiados no país atingirão cerca de R\$ 40 milhões, ou muito mais se os metais preciosos também forem recuperados;
- e) Por último, os benefícios para o meio ambiente devem ser também contabilizados – Qual é o custo da poluição dos lençóis freáticos? Qual é o custo da degradação ambiental, tanto a visível quanto a invisível?

Já vimos nas páginas 21 a 23 os ganhos expressivos, em termos ambientais, da reciclagem de metais, plásticos, vidros e outros elementos.

Finalmente, devemos ressaltar a importância da função do Estado na fiscalização do atingimento de metas, quantitativas e qualitativas, de recolhimento e destinação; dos métodos utilizados para o recolhimento e desmonte dos equipamentos e do seu resultado ambiental, social e econômico; do funcionamento equilibrado do sistema; da coibição de atividades ilícitas e corruptas. O Estado não pode simplesmente passar a responsabilidade da PNRS ao setor privado e abdicar da sua obrigação de gerir a coisa pública.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) “Recycling Rates of Metals: A Status Report”  
Dramatically Raising Low Metal Recycling Rates - Part of Path To Green Economy: UNEP / Less than one-third of 60 metals studied have end-of-life recycling rate above 50%; 34 are under 1% Among recommendations: Boost waste management in developing economies; End hoarding of old phones, other electronic products - London/Brussels, 26 May 2011.
- (2) *The Iroquois*, de Dean R. Snow, Blackwell Publishers Inc, 350 Main St, Maiden, Massachussets, USA, 1994.
- (3) [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Carlowitz\\_Sylvicultura.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Carlowitz_Sylvicultura.jpg).
- (4) The Sustainable Process Index a new dimension in ecological evaluation - **Christian Krotscheck and Michael Narodslawsky** Institute of Chemical Engineering, Graz University of Technology, A-8010, Graz, Inffeldgasse 25, Austria) **Journal of Hazardous Materials**, Volume 41, Issues 2-3, May 1995, Pages 383-397.
- (5) Ecological Footprint Analysis, Applied to Mobile Phones, *Sibylle D. Frey, David J. Harrison, and Eric H. Billett* Journal of Industrial Ecology Volume 10, Issue 1-2, Article first published online: 8 FEB 2008.
- (6) Computers and the Environment, editado por Ruediger Kuehr e Eric William (Eco-Efficiency in Industry and Science series de Kluwer Academic Publishers) October 2003.
- (7) Super Interessante, Editora Abril, abril 2009, Edição 264, pgs 30-31).
- (8) <http://www.grist.org/article/2011-03-04-chinas-scrap-metal-workers-are-human-recycling-machines>.
- (9) Global Perspectives on E-waste - Environmental Impact Assessment Review 25 (2005) p. 436–458.
- (10) [http://www.etecjbento.com.br/\\_kge/index.php?option=com\\_content&view=article&id=171:lixoeletronicogisele&catid=65:espacoabertotecnologia&Itemid=86](http://www.etecjbento.com.br/_kge/index.php?option=com_content&view=article&id=171:lixoeletronicogisele&catid=65:espacoabertotecnologia&Itemid=86).

- (11) [http://revistapiaui.estadao.com.br/edicao-15/e-lixo/ruinas-eletronica-Revista Piauí, dez/2007](http://revistapiaui.estadao.com.br/edicao-15/e-lixo/ruinas-eletronica-RevistaPiauí,dez/2007).
- (12) PARKINSON, H. J. THOMPSON, G., 2003. Analysis and Taxonomy of Remanufacturing Industry Practice. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 217, 243-256.
- (13) Adaptado de Allocation in Recycling Systems - An Integrated Model for the Analyses of Environmental Impact and Market Value - Joost G.Vogtländer, Han C. Brezet and Charles F. Hendriks - The International Journal of Life Cycle Assessment Volume 6, Number 6, 344-355, DOI: 10.1007/BF02978865.
- (14) End-Of-Life Strategy Selection: A Linear Programming Approach to Manage Innovations in Product Design, B. Willems<sup>1\*</sup>, W. Dewulf<sup>2</sup>, J. Duflou<sup>1, 2</sup>  
<sup>1</sup>Centre for Industrial Management, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium  
<sup>2</sup>Mechanical Engineering Department, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, International Journal of Production Engineering and Computers, Vol. 6 (7), 45-53.
- (15) Can large-scale disassembly be profitable? A linear programming approach to quantifying the turning point to make disassembly economically viable International Journal of Production Research, Volume 44, Issue 6, 2006, Pages 1125 – 1146, Authors: B. Willems; W. Dewulf; J. R. Duflou.
- (16) Aplicação de Layout Celular na Recuperação de Produtos: Uma Proposta *Lean* para Aumentar a Eficiência na Remanufatura, M. Bouzon, C. M. T. Rodriguez e A. A. de Queiroz.
- (17) <http://dl.dropbox.com/u/21130258/resources/InformationSheets/Glass.htm>.
- (18) <http://www.gpi.org/recycle-glass/environment>.
- (19) <http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/plastics.htm>.
- (20) Tradução livre - Hawks, Karen. VP Supply Chain Practice, Navesink. *Reverse Logistics Magazine* Winter/Spring (2006)  
<http://www.rlmagazine.com/edition01p12.php>.

- (21) Luiza Ferreira de Rezende Medeiros e Kátia Barbosa Macedo da Universidade Católica de Goiás, publicado na *Psicologia & Sociedade*; 18 (2): 62-71; mai./ago. 2006.
- (22) <http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/noticias/maior-da-america-latina-deixara-de-funcionar-em-dezembro-em-duque-de-caxias-20110215.html>.
- (23) Leonardo Lacerda (ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain - 10/01/2002 [http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=763&Itemid=74](http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=763&Itemid=74)).
- (24) **Jornal Brasil Econômico, 13/05/2010.**
- (25) Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas.
- (26) <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do#>.
- (27) Informação própria por ter participado da licitação.
- (28) [http://www.telebrasil.org.br/artigos/outros\\_artigos.asp?m=1145](http://www.telebrasil.org.br/artigos/outros_artigos.asp?m=1145).
- (29) <http://colunistas.ig.com.br/guilhermearros/2010/08/12/bancos-terao-de-readaptar-1734-mil-terminais-em-todo-o-pais-diz-febraban/>.
- (30) DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS (WEEE) 2010 Susane Meyer Portugal, Administradora, especialista em tecnologia ambiental, gestora do Projeto 3RsPCs Resíduos Eletroeletrônicos, do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR); Gabriela Büchi Dantés estudante de engenharia ambiental, estagiária do Projeto 3RsPCs Resíduos Eletroeletrônicos, do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) - *Revista Resíduos em Referência- Gestão de Resíduos e Sustentabilidade* #01. dez 2010).
- (31) [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2346\\_Similitudes%20e%20Diversidades%20da%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20do%20Rio%20de%20Janeiro.pdf](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2346_Similitudes%20e%20Diversidades%20da%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20do%20Rio%20de%20Janeiro.pdf), IBGE 2005, 2007, 2010 e estimativas extrapoladas do Censo IBGE divulgado em 2010.

- (32) <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> e cálculos efetuados baseados nas informações para cada Município.
  
- (33) [http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista\\_dos\\_munic%C3%ADpios\\_brasileiros\\_por\\_IDH](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_dos_munic%C3%ADpios_brasileiros_por_IDH).
  
- (34) <http://weeeman.org/>.
  
- (35) <http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/GNIPC.pdf>.
  
- (36) Dados IBGE 2008 –  
Brasil (PIB - R\$ 3.031.865mm; POP 190mm) – PIBpC – R\$ 15.980  
RJ - (PIB - R\$ 343.182mm; POP 16 mm) – PIBpC – R\$ 21.462  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista\\_de\\_estados\\_do\\_Brasil\\_por\\_PIB](http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_estados_do_Brasil_por_PIB)  
<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rj>  
[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=1272](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1272).
  
- (37) Extracting Gold from Printed Circuit Boards, Latest Tech News -Your Complete Technology Guide, <http://www.latest-technews.com/extracting-gold-from-printed-circuit-boards/>.
  
- (38) <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>.
  
- (39) [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm).
  
- (40) [http://www.cempre.org.br/servicos\\_eletroeletronicos.php](http://www.cempre.org.br/servicos_eletroeletronicos.php).
  
- (41) <http://www.sustentabilidade.philips.com.br/responsabilidade-ambiental/perguntas-frequentes-programa-philips-ciclo-sustentavel.htm>.
  
- (42) ITAÚ - RELATÓRIO ANUAL DE SUSTENTABILIDADE 2010 - <http://www.itaunibanco.com.br/relatoriodesustentabilidade/ra/33.htm>.
  
- (43) "Solving the E-Waste Problem" - <http://www.step-initiative.org/>.

- (44) WEEE recast: from 4kg to 65%: the compliance consequences - UNU Expert Opinion on the EU European Parliament Draft Report on the WEEE Directive with updates of the 2007 WEEE. Review study and estimated kilograms per head for 2013/ 2016 for all EU27+2 countries - <http://www.endseurope.com/docs/100309a.pdf>).
- (45) [www.WEEE-forum.org/index.php?page=home](http://www.WEEE-forum.org/index.php?page=home).
- (46) [www.WEEE-forum.org/doc/key\\_figures\\_2008.pdf?WEEEforum=4fb576c2eab9e69313e5f8d142fea5e6](http://www.WEEE-forum.org/doc/key_figures_2008.pdf?WEEEforum=4fb576c2eab9e69313e5f8d142fea5e6).
- (47) <http://www.bis.gov.uk/files/file30305.pdf>.
- (48) SWEEDISH ENVIRONMENTAL AGENCY - WEEE Directive in Sweden – Evaluation with future study- November 2009 - <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-421-9.pdf>; SWEDEN – WORLD LEADER IN WEEE COLLECTION AND TREATMENT, Elretur - Avfall Sveridge, El Krestsen, SALAR- 2008 [http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/elretur\\_eng.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/elretur_eng.pdf).
- (49) [www.WEEEireland.ie/documents/WEEERegisterCategoryListing5.3.pdf](http://www.WEEEireland.ie/documents/WEEERegisterCategoryListing5.3.pdf).
- (50) [http://www.unep.or.jp/letc/spc/news-jul10/Japan\\_%28Dr.Honda%29.pdf](http://www.unep.or.jp/letc/spc/news-jul10/Japan_%28Dr.Honda%29.pdf) - Shunichi Honda, PhD. Office of Waste Disposal Management Ministry of the Environment, Japan;  
[http://www.thaieei.com/conference/file/PPT\\_PDF/Aya\\_Yoshida.pdf](http://www.thaieei.com/conference/file/PPT_PDF/Aya_Yoshida.pdf) - Present Status of Reuse/Recycling of WEEE in Japan, Dr. Aya Yoshida, Dr. Rie Murakami-Suzuki, Dr. Atsushi Terazono, National Institute for Environmental Studies, JAPAN – 2007;  
[http://www.lumes.lu.se/database/alumni/03.04/theses/sasaki\\_kohei.pdf](http://www.lumes.lu.se/database/alumni/03.04/theses/sasaki_kohei.pdf) - Examining the Waste from Electrical and Electronic Equipment Management Systems in Japan and Sweden, Kohei Sasaki, Lund, Sweden, LUMES, Lund University Master's Programme in Environmental Science, Master's Thesis 2004.
- (51) [www2.rio.rj.gov.br/smu/paginas/pdf/plano\\_diretor\\_relatorio\\_291208.pdf](http://www2.rio.rj.gov.br/smu/paginas/pdf/plano_diretor_relatorio_291208.pdf).
- (52) CA site WEEE capacity in the UK - Eric Bridgwater (Network Recycling); Craig Anderson (Furniture Recycling Network), September 2003.

- (53) Acta Montanistica Slovaca Ročník 14 (2009), číslo 3, 268-274, 268, Logistics of scrapped electronics equipment disassembly, Radim Lenort and Petr Besta.
- (54) **LEI DO ESTADO RIO DE JANEIRO Nº 5.950 DE 13.04.2011.**
- (55) [www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/custostrabalhistas.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/custostrabalhistas.htm).
- (56) [www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2007/topofmind/tm2910200716.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2007/topofmind/tm2910200716.shtml)
- (57) Rev. Bras. Econ. vol.60 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2006, <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71402006000300002>, Uma nota sobre intensidade de supervisão nas indústrias brasileiras - Luiz Alberto Esteves, Universidade Federal do Paraná.
- (58) Caracterização Gravimétrica e Microbiológica dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município do Rio de Janeiro – 2008, COMLURB - GERÊNCIA DE PESQUISAS APLICADAS – IGP - <http://comlurb.rio.rj.gov.br/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%202008.pdf>.
- (59) [www.americanas.com](http://www.americanas.com).
- (60) Sr. José Henrique Penido, Assessoria da Presidência, 15/09/2011.
- (61) <http://uk.simsrecycling.com/weee-recycling-services>.
- (62) <http://www.reciclaveis.com.br/noticias/00511/0051117renda.htm>.
- (63) <http://prorecife.blogspot.com/> Cooperativa dos Catadores de Recife.

## **ANEXOS**

## ANEXO I – QUESTIONÁRIOS PARA PESQUISA

### PARA AS ASSOCIAÇÕES DE FABRICANTES E IMPORTADORES

#### COLETA, PROCESSAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (WEEE)

Respondente: .....

Data: .../.../2011

Representante: .....

- 1- Como a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, da POLÍTICA NACIONAL dos RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) afeta seus associados?
- 2- Já existe um acordo setorial para a indústria eletroeletrônica? Abrange outras Associações de fabricantes/importadores? Abrange outras indústrias grandes usuárias de equipamentos eletroeletrônicos como de operadoras de telefonia/internet, emissoras de TV/TV a cabo, instituições financeiras, distribuidoras de energia, empresas de grande porte de qualquer ramo, etc.?
- 3- A instituição está negociando com os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais? Qual tem sido o posicionamento dos mesmos – estão assumindo a sua responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos ou estão se eximindo e deixando por conta das empresas?
- 4- Da mesma forma, qual tem sido a reação dos outros elos da cadeia como varejistas, distribuidores, processadores de sucata, cooperativas de catadores, empresas privadas e públicas de coleta de lixo?
- 5- Espera algum tipo de ajuda ou incentivo por parte dos sistemas públicos, como as empresas de limpeza urbana ou outros órgãos municipais e/ou estaduais? Espera cessão de local para recebimento de WEEE?  
Favor detalhar.
- 6- Foi realizada alguma pesquisa junto aos consumidores? Qual foi o resultado?
- 7- O que a Associação recomenda aos seus associados para desincumbirem-se da execução da logística reversa obrigatória pela Lei 12.305?  
- organizando o próprio serviço?  
- terceirizando?  
- existe algum outro plano?  
Favor descrever as iniciativas nesse sentido, as facilidades e dificuldades de implementação, os custos previstos, como serão compartilhados entre os fabricantes/importadores, como será tratado o WEEE órfão (empresas que não estão mais no mercado), se o tratamento do WEEE é realizado no Brasil ou no exterior, os custos envolvidos e os resultados alcançados pelos que já implementaram o processo.
- 8- Seus associados, como responsáveis pelo financiamento do sistema de recolhimento/processamento/destinação final do WEEE, tem análises do custo real ou previsto? Favor detalhar os principais itens com valores, se possível.

- 9- Os seus associados pretendem repassar aos consumidores o custo abertamente ou aumentar o preço para absorver esse custo?  
Se repassar abertamente, já existe um valor para cada tipo de eletroeletrônico? quem vai cobrar? O valor será repassado ao fabricante ou a um órgão centralizador?  
No caso do fabricante/importador absorver o custo, qual tem sido a reação do comércio à possível elevação de preços? Já existe uma estimativa de valores por equipamento?
- 10- Considerando que o ideal seria que a cadeia de recolhimento/beneficiamento/destinação do WEEE fosse sustentável economicamente, quais são os maiores desafios ou entraves para tal?

**PARA AS ASSOCIAÇÕES DE COMÉRCIO**

**COLETA, PROCESSAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (WEEE)**

Respondente: .....

Data: ...../...../2011

Representante: .....

- 1 - Como a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, da POLÍTICA NACIONAL dos RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) afeta seus associados?
- 2 - Já existe um acordo setorial para a indústria eletroeletrônica? Como o comércio se insere nele?
- 3 - A instituição está negociando com os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais? Qual tem sido o posicionamento dos mesmos – estão assumindo a sua responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos ou estão se eximindo e deixando por conta das empresas?
- 4 - Da mesma forma, qual tem sido a reação dos outros elos da cadeia como indústria, importadores, processadores de sucata, cooperativas de catadores, empresas privadas e públicas de coleta de lixo?
- 5 - Espera algum tipo de ajuda ou incentivo por parte dos sistemas públicos, como as empresas de limpeza urbana ou outros órgãos municipais e/ou estaduais? Espera cessão de local para recebimento de WEEE? Favor detalhar.
- 6 - Foi realizada alguma pesquisa junto aos consumidores? Qual foi o resultado?
- 7 - O que a Associação recomenda aos seus associados para desincumbirem-se da execução da logística reversa obrigatória pela Lei 12.305?
  - recebendo na loja?
  - terceirizando?
  - existe algum outro plano?
 Favor descrever as iniciativas nesse sentido, as facilidades e dificuldades de implementação, os custos previstos, se e como serão compartilhados com os fabricantes/importadores, como será tratado o WEEE órfão (empresas que não estão mais no mercado), os custos envolvidos e os resultados alcançados pelos que já implementaram o processo.
- 8 - Seus associados, como responsáveis pelo recolhimento do WEEE quando repostos por outro equipamento similar, tem análises do custo real ou previsto? Favor detalhar os principais itens com valores, se possível.

- 9 - Os seus associados pretendem repassar aos consumidores o custo abertamente ou aumentar o preço para absorver esse custo?  
Se repassar abertamente, já existe um valor para cada tipo de eletroeletrônico? quem vai cobrar? O valor será repassado ao fabricante ou a um órgão centralizador?  
No caso do fabricante/importador absorver o custo, qual tem sido a reação do comércio à possível elevação de preços? Já existe uma estimativa de valores por equipamento?
- 10 - Considerando que o ideal seria que a cadeia de recolhimento/beneficiamento/destinação do WEEE fosse sustentável economicamente, quais são os maiores desafios ou entraves para tal?

## ANEXO II – RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS PARA PESQUISA

### PARA AS ASSOCIAÇÕES DE COMÉRCIO

#### COLETA, PROCESSAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS (WEEE)

Respondente: SIMERJ – Sindicato de Material Elétrico do Rio de Janeiro

Data: 09/09/2011

Representante: Antonio Florêncio de Queiroz Junior

- 1 - Como a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, da POLÍTICA NACIONAL dos RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) afeta seus associados? **Segundo o Art. 20 inciso II estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:**
  - a) gerem resíduos perigosos;
  - b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;**Dessa forma, todos os associados deverão ajustar-se em conformidade.**
- 2 - Já existe um acordo setorial para a indústria eletroeletrônica? **Não.** Como o comércio se insere nele? **Enquadram-se no Art. 33. que estabelece obrigatoriedade de estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. No § 5º Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos §§ 3º e 4º.**
- 3 - A instituição está negociando com os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais? **Sim, através da representação da CNC.** Qual tem sido o posicionamento dos mesmos – estão assumindo a sua responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos ou estão se eximindo e deixando por conta das empresas? **Estamos nos ajustando para o cumprimento da lei.**
- 4 - Da mesma forma, qual tem sido a reação dos outros elos da cadeia como indústria, importadores, processadores de sucata, cooperativas de catadores, empresas privadas e públicas de coleta de lixo? **Idem.**
- 5 - Espera algum tipo de ajuda ou incentivo por parte dos sistemas públicos, como as empresas de limpeza urbana ou outros órgãos municipais e/ou estaduais? **Não.** Espera cessão de local para recebimento de WEEE? **Não.** Favor detalhar.
- 6 - Foi realizada alguma pesquisa junto aos consumidores? **Sim.** Qual foi o resultado? **Dados confidenciais de produzidos para a Abinee.**

- 7 - O que a Associação recomenda aos seus associados para desincumbirem-se da execução da logística reversa obrigatória pela Lei 12.305? **Não há esta recomendação.**
- recebendo na loja? **Serão definidas quais as lojas que se enquadram nas condições necessários ao recebimento.**
  - terceirizando? **Não está definido.**
  - existe algum outro plano? **Não.**
- Favor descrever as iniciativas nesse sentido, as facilidades e dificuldades de implementação, os custos previstos, se e como serão compartilhados com os fabricantes/importadores, como será tratado o WEEE órfão (empresas que não estão mais no mercado), os custos envolvidos e os resultados alcançados pelos que já implementaram o processo.
- 8 - Seus associados, como responsáveis pelo recolhimento do WEEE quando repostos por outro equipamento similar, tem análises do custo real ou previsto? **Não há esse detalhamento.** Favor detalhar os principais itens com valores, se possível.
- 9 - Os seus associados pretendem repassar aos consumidores o custo abertamente ou aumentar o preço para absorver esse custo? **Essa avaliação ainda não foi realizada.**
- Se repassar abertamente, já existe um valor para cada tipo de eletroeletrônico? quem vai cobrar? O valor será repassado ao fabricante ou a um órgão centralizador? **Essa avaliação ainda não foi realizada.**
- No caso do fabricante/importador absorver o custo, qual tem sido a reação do comércio à possível elevação de preços? Já existe uma estimativa de valores por equipamento? **Essa avaliação ainda não foi realizada.**
- 10 - Considerando que o ideal seria que a cadeia de recolhimento/beneficiamento/destinação do WEEE fosse sustentável economicamente, quais são os maiores desafios ou entraves para tal? **Existem muitos entraves, tais como a cultura do reuso e repasse, legislação dos sacoleiros, importação ilegal, concentração das empresas desmanufatureiras na região Sudeste entre outras.**

## ANEXO III – PESQUISA DOMICILIAR

### RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

#### PESQUISA DOMICILIAR – RESULTADO (fev/2010)

Os aparelhos eletroeletrônicos, como geladeiras, freezers, máquinas de lavar, televisores e monitores, telefones fixos e celulares, rádios, gravadores e tocadores de fitas, CDs e DVDs, carregadores, computadores, impressoras, estabilizadores e no-breaks, para citar alguns, tem uma vida útil finita.

Ao perderem a utilidade, esses aparelhos devem ser descartados de forma correta, pois tem materiais poluentes que fazem mal a saúde e ao meio ambiente.

Estamos realizando uma pesquisa para saber como as pessoas dão destino aos aparelhos sem serventia, para orientar uma ação no sentido de dar destinação final adequada a esses potenciais produtos poluentes.

Nome: 29 \_\_\_\_\_

Bairro: Barra da Tijuca (2), Belford Roxo, Botafogo, Cachambi, Copacabana (2), Ipanema, Jacarepaguá (3), Laranjeiras, Leblon, Madureira (2), Olaria, Ramos, São Cristóvão, Tijuca (2), Vila Cosmos, Vila da Penha (2), Niterói (2), Nova Iguaçu, São Gonçalo, São João do Meriti.

Instrução: Primária ( ) Média ( 9 ) Superior ( 20 )

1 - Na sua residência existem aparelhos que já não lhe servem mais, quebrados, antigos, sem uso?

Sim (19)          Não (10)          Não sei ( )

2 - Abaixo listamos algumas categorias de aparelhos. Quais estão sem serventia na sua residência?

- Geladeiras e outros eletrodomésticos grandes	( 4 )
- Eletrodomésticos pequenos de cozinha e casa	( 9 )
- Televisores, computadores e periféricos	(12)
- Aparelhos de som	( 8 )
- Telefones, carregadores	(14)
- Outros _____	( )

- 3 - Como o Sr./Sra. descarta os equipamentos que tem em casa quebrados ou “aposentados”?

	Vende	Lixo	Esquece	Doação
- Geladeiras e outros eletrodomésticos grandes	(10)	( )	( )	(19)
- Eletrodomésticos pequenos de cozinha e casa	( 1 )	( 6 )	( 1 )	(16)
- Televisores, computadores e periféricos	( 8 )	( )	( 1 )	(18)
- Aparelhos de som	( 4 )	( 3 )	( )	(15)
- Telefones, carregadores	( 6 )	( 7 )	( 5 )	(11)
- Outros _____	( )	( )	( 2 )	( )

- 4 - Que tipos de aparelhos são mais difíceis de descartar? Por quê?

Geladeiras e eletrodomésticos grandes (citados em quase todos), televisores, monitores, celulares, baterias

- 5 - Que aparelhos pode listar que estão nessa situação (quebrados ou sem serventia) na sua residência no momento?

Celular (11), carregadores, baterias, computador (3), monitor/TV (5), impressora, scanner, vídeo (2), eletroeletrônicos pequenos, aparelho de som (3), cd player, geladeira (3), máquina de pão, fritadeira, ar condicionado

- 6 - Se houvesse um serviço que recolhesse esses aparelhos na sua residência ou escritório, o Sr./Sra. chamaria pelo telefone para agendar a coleta?

Sim (21) Não ( )

- 7 - Pagaria por esse serviço?

Sim ( 8 ) Não (13 )

- 8 - Se sim, quanto pagaria (R\$ por retirada de um ou mais aparelhos)?

- Geladeiras e outros eletrodomésticos grandes

50 ( 7 ) 80 ( 1 ) 100 ( )

- Televisores, computadores e periféricos (aparelhos porte médio)

30 ( 6 ) 50 ( 1 ) 70 ( )

- Eletrodomésticos de cozinha e casa, aparelhos de som, telefones, carregadores (aparelhos de pequeno porte)

10 ( 4 ) 20 ( 3 ) 30 ( 1 )

## ANEXO IV – LEGISLAÇÃO NA COMUNIDADE EUROPEIA

### DIRECTIVE ON WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT

#### Scope

This Directive applies to the following categories of electrical and electronic equipment:

- large and small household appliances;
- IT and telecommunications equipment;
- consumer equipment;
- lighting equipment;
- electrical and electronic tools (with the exception of large-scale stationary industrial tools);
- toys, leisure and sports equipment;
- medical devices (with the exception of implanted and infected products);
- monitoring and control instruments;
- automatic dispensers.

#### Product design

**Member States are to encourage the design and production of electrical and electronic equipment which take into account and facilitate dismantling and recovery, in particular the reuse and recycling of waste electrical and electronic equipment.**

#### Separate collection

**Member States are to minimise the disposal of waste electrical and electronic equipment (WEEE) as unsorted municipal waste and are to set up separate collection systems for WEEE.** In the case of electrical and electronic waste, Member States are to ensure that, as from 13 August 2005:

- final holders and distributors can return such waste free of charge;
- distributors of new products ensure that waste of the same type of equipment can be returned to them free of charge on a one-to-one basis;
- producers are allowed to set up and operate individual or collective take-back systems;
- the return of contaminated waste presenting a risk to the health and safety of personnel may be refused.

Producers must make provision for the collection of waste that is not from private households. Member States must ensure that all waste electrical and electronic equipment collected is transported to authorized treatment facilities.

By 31 December 2006 at the latest, a rate of separate collection of at least 4 kg on average per inhabitant per year of waste electrical and electronic equipment from

private households must be achieved. A new target rate to be achieved should be proposed by the Commission.

## **Treatment**

**Producers of electrical and electronic equipment must apply the best available treatment, recovery and recycling techniques.** Such treatment is to include the removal of fluids and selective treatment in accordance with Annex II to the Directive. Waste treatment and storage must be in conformity with Annex III to the Directive.

Establishments responsible for treatment operations must obtain a permit from the competent authorities. They are encouraged to participate in the Community eco-management and audit schemes (EMAS).

Treatment operations may also be undertaken outside the Member State concerned, or even outside the Community, subject to compliance with Council Regulation (EEC) No 259/93 on the supervision and control of shipments of waste within, into and out of the European Community. Treatment outside the Community only count for the fulfilment of the targets of the Directive if the exporter can prove that treatment operations took place under conditions that are equivalent to the requirements of this Directive.

## **Recovery**

**Producers must set up systems for the recovery of waste electrical and electronic equipment collected separately.**

By 31 December 2006, the rate of recovery by an average weight per appliance must be at least 80% in the case of large domestic appliances and automatic dispensers, 70% in the case of small domestic appliances, lighting equipment, electrical and electronic tools, toys, leisure and sports equipment and monitoring and control instruments, and 75% in the case of IT and telecommunications equipment and consumer equipment. By the same date, the rate of component, material and substance reuse and recycling by an average weight per appliance must be at least 80% in the case of discharge lamps, 75% in the case of large domestic appliances and automatic dispensers, 50% in the case of small domestic appliances, lighting equipment, electrical and electronic tools, toys, leisure and sports equipment and monitoring and control equipment, and 65% in the case of IT and telecommunications equipment and consumer equipment.

By 13 December 2008, the Commission is to lay down new rules on compliance with the rates specified. Producers or third parties acting on behalf of producers record the electrical and electronic waste entering and leaving treatment and recovery or recycling facilities in weight registers. The European Parliament and the Council are to set new targets for recovery, recycling and reuse.

## Financing

**By 13 August 2005, producers must provide for the financing of the collection, at least from the collection point, of the treatment, recovery and environmentally sound disposal of waste electrical and electronic equipment. In the case of products placed on the market later than 13 August 2005, each producer is responsible for providing financing in respect of his own products.** When a producer places a product on the market, he must furnish a guarantee concerning the financing of the management of his waste. Such a guarantee may take the form of participation by the producer in financing schemes, a recycling insurance or a blocked bank account. **In the case of products placed on the market before 13 August 2005 ('historical waste'), financing is to be provided by the producers existing on the market, who are, for instance, to contribute proportionately to their share of the market.**

By 13 August 2005, financing is to be covered by producers in the case of waste from holders other than private households and placed on the market after that date. In the case of waste from products placed on the market before 13 August 2005, management costs are to be borne by producers when supplying new equivalent products or new products fulfilling the same function. However, Member States may provide that users be made responsible, partly or totally, for this financing. When historical waste is not replaced, by new equivalent products, the costs shall be provided for by the users other than private households.

## Information

**Users of electrical and electronic equipment in private households must have access to the necessary information on the requirement not to mix this type of waste with unsorted municipal waste and to ensure separate collection, collection and take-back systems, their role in the recovery of waste, the effects of such waste on the environment and health, and the meaning of the symbol which must appear on the packaging of such equipment (a crossed-out wheeled bin).**

Producers must mark electrical and electronic equipment placed on the market after 13 August 2005 with the above-mentioned symbol.

For each new type of electrical or electronic equipment, producers must provide, within one year after it is placed on the market, information on its reuse and treatment. Such information is to identify the components and materials present in the equipment and the location of dangerous substances and preparations. Such information must be communicated to reuse centres and treatment and recycling facilities. Producers of electrical and electronic equipment placed on the market as from 13 August 2005 will be identifiable by a mark on each appliance.

## **Reporting and penalties**

**Member States are to draw up a register of producers and keep information on the quantities and categories of electrical and electronic equipment placed on the market, collected, recycled and recovered in their territory.** Every three years, they must also send a report to the Commission on the implementation of this Directive. The first such report will cover the 2004-2006 period. The Commission is then to publish a report on the same subject within nine months after receiving the reports from the Member States.

**Member States are to determine the penalties applicable to breaches of this Directive. These penalties must be effective, proportionate and dissuasive.**

## ANEXO V – DADOS DA COMLURB



[http://comlurb.rio.rj.gov.br/visualiza\\_panfleto.asp?nomeFoto=lixo2007a.jpg](http://comlurb.rio.rj.gov.br/visualiza_panfleto.asp?nomeFoto=lixo2007a.jpg)



**COMLURB**  
16.972 empregados

Frota: 1.071 ( 808 veículos e 263 máquinas )  
Própria: 290  
Terceirizada: 781



Município do Rio de Janeiro  
Área: 1.255 km<sup>2</sup>  
Habitantes: 5.924.834 \*  
Domicílios: 1.802.347 \*\*  
Praias: 59 km

\* Projeção da População - Armaazem de Dados  
http://www.armaazemdedados.rio.rj.gov.br/  
\*\* Características Demográficas-Armaazem de Dados  
http://www.armaazemdedados.rio.rj.gov.br/

**QUANTITATIVO DE LIXO 1998 a 2007 - Média Diária**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Domiciliar ( t/dia )	4.128	4.010	3.933	3.905	3.978	3.797	3.949	4.016	4.153	4.163
Público ( t/dia )	2.361	2.734	2.643	2.848	3.405	3.579	3.268	3.376	3.523	3.604
Hospitalar ( t/dia )	44	43	43	44	33	36	46	41	40	39
Grandes Geradores ( t/dia )	800	893	905	975	1.040	881	779	741	752	693
Outros ( t/dia )	323	801	596	388	416	295	305	242	346	280
Lixo Municipal ( t/dia )	7.656	8.481	8.120	8.160	8.872	8.588	8.347	8.416	8.815	8.779
Lixo per capita ( kg/hab.dia )	1,326	1,459	1,386	1,391	1,478	1,462	1,418	1,437	1,505	1,482



CTR GERICINO

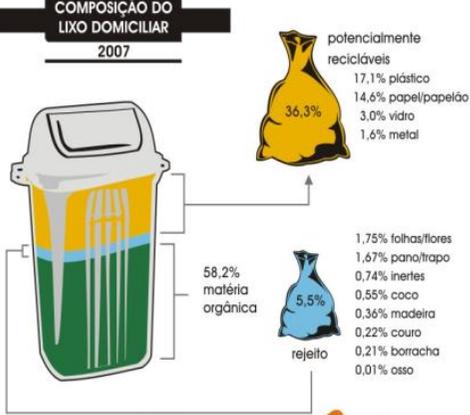
**DESTINO FINAL**

	CTR GERICINO	ATERRO DE GRAMACHO
Lixo domiciliar	1.132	3.724
Lixo público	1.391	2.493
Lixo hospitalar	0	39
Total	2.523	6.256
	8.779 t/dia	
Lixo Prefeituras	0	1.404

**TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO**

Tempo	Material
3 meses	Papel
6 meses	Palito de fósforo
1 a 5 anos	Papel plastificado
2 anos	Casca de banana
2 a 12 meses	Restos orgânicos
5 anos	Latas
10 anos	Chiclete
10 a 20 anos	Ponta de cigarro
30 anos	Couro
30 a 40 anos	Sacos plásticos
30 a 40 anos	Cordas de nylon
mais de 100 anos	Caixas longo-vida
mais de 100 anos	Garrafas plásticas
mais de 100 anos	Latas de alumínio
100 a 400 anos	Tecido
4.000 anos	Vidros
indefinido	Pneus

**COMPOSIÇÃO DO LIXO DOMICILIAR 2007**



potencialmente recicláveis

- 17,1% plástico
- 14,6% papel/papelão
- 3,0% vidro
- 1,6% metal

36,3%

58,2% matéria orgânica

5,5% rejeito

- 1,75% folhas/flores
- 1,67% pano/trapo
- 0,74% inertes
- 0,55% coco
- 0,36% madeira
- 0,22% couro
- 0,21% borracha
- 0,01% osso

**MOBILIÁRIO URBANO INSTALADO**

- 165 mil contêineres
- 100 mil papeladeiras
- 500 papeladeiras pilhas e baterias

**ENTULHO** 42.870 t/mês

**COMLURB**  
DADOS ESTADÍSTICOS 2007

[http://comlurb.rio.rj.gov.br/visualiza\\_panfleto.asp?nomeFoto=lixo2007b.jpg](http://comlurb.rio.rj.gov.br/visualiza_panfleto.asp?nomeFoto=lixo2007b.jpg)  
[http://comlurb.rio.rj.gov.br/emp\\_perfil.asp](http://comlurb.rio.rj.gov.br/emp_perfil.asp)

## HISTÓRICO DO RECEBIMENTO DE LIXO DOMICILIAR E PÚBLICO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

### Acumulado no Ano

Ano	Domiciliar	Público
1996	1.273.684,57	1.029.177,04
1997	1.478.808,50	901.327,93
1998	1.506.670,49	861.692,22
1999	1.463.642,94	997.785,90
2000	1.439.525,62	967.312,79
2001	1.781.064,00	1.039.695,78
2002	1.451.955,09	1.242.769,50
2003	1.385.929,57	1.306.223,93
2004	1.445.488,75	1.196.023,93
2005	1.445.992,53	1.232.085,67
2006	1.515.792,34	1.285.961,91
2007	1.519.337,59	1.315.377,06
2008	1.576.935,32	1.282.448,67
2009	142.405,81	113.042,34

\* parcial

<http://comlurb.rio.rj.gov.br/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%202008.pdf>

Composição do lixo

**ANEXO VI - CÁLCULO DO PESO POR M<sup>3</sup> DE WEEE**

	WEEE Forum WEEE Collected tons/2008	%	Peso Médio Est. kg/m <sup>3</sup>	Peso Médio Ponderado kg/m <sup>3</sup>
Grandes eletrodomésticos (1)	548	39,3	97	38,1
Equipamentos de frio (2)	278	19,9	106	21,1
Pequenos eletrodomésticos (3)	85	6,1	145	8,8
Informática/Telecom (ex monit.) (4)	109	7,8	80	6,3
Monitores (5)	76	5,4	175	9,5
Outros itens consumidores (6)	70	5,0	155	7,8
TVs (7)	173	12,4	175	21,7
Subtotal		96,0		113,3
<b>Total</b>	<b>1.395</b>	<b>100</b>		<b>118,1</b>

Tipo de aparelhos:

- (1) Lavadoras, fogões, secadoras
- (2) Geladeiras, freezers, condic. ar
- (3) Aspirador, purif. água, torradeira, liquidificador
- (4) Cent.tel, celul, smart, comp mesa, laptop
- (5) Monitores com CRT
- (6) Aparelho som, videocassete, DVD
- (7) TVs com CRT

## ANEXO VII - PREÇOS E CONDIÇÕES COMERCIAIS - KOLETA AMBIENTAL



## Preços e Condições Comerciais

Resíduo	Local	Equipamento	Preço Transporte	Mínimo Contratual	Destinação Final	Frequência	Custo da Destinação Final
Eletrônico	Duque de Caxias	Caixa de 30m³	R\$ 986,11 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Itaguaí	Caixa de 30m³	R\$ 1558,83 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Mangaratiba	Caixa de 30m³	R\$ 1986,72 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Nilópolis	Caixa de 30m³	R\$ 1078,28 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Nova Iguaçu	Caixa de 30m³	R\$ 1137,52 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	São Gonçalo	Caixa de 30m³	R\$ 1387,67 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Itaboraí	Caixa de 30m³	R\$ 1677,32 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Magé	Caixa de 30m³	R\$ 1446,92 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Maricá	Caixa de 30m³	R\$ 1789,23 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Niterói	Caixa de 30m³	R\$ 1262,60 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Paracambi	Caixa de 30m³	R\$ 1729,98 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Petrópolis	Caixa de 30m³	R\$ 1604,91 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	São João Meriti	Caixa de 30m³	R\$ 986,11 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Japeri	Caixa de 30m³	R\$ 1591,74 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Quelmadoc	Caixa de 30m³	R\$ 1315,26 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Belford Roxo	Caixa de 30m³	R\$ 1084,86 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Guapimirim	Caixa de 30m³	R\$ 1703,65 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente
Eletrônico	Rio de Janeiro	Caixa de 30m³	R\$ 1190,18 / caixa	01 caixa / viagem	Central do Cliente	06 vezes / semana	Por cota do cliente

## ANEXO VIII - TOPUB

<b>Município</b>	<b>População (1000)</b>	<b>PIBpC</b>	<b>WEEE gerado (tons)</b>	<b>CUSTO (1) (R\$ 1.000)</b>
Duque de Caxias	855	37.329,00	5.948	3.952
Itaguaí	109	28.661,00	582	387
Mangaratiba	36	14.237,00	96	63
Nilópolis	157	8.473,00	248	165
Nova Iguaçu	796	9.772,00	1.450	963
São Gonçalo	1.000	8.328,00	1.552	1.031
Itaboraí	218	7.555,00	307	204
Magé	227	6.954,00	294	195
Maricá	127	7.943,00	188	125
Niterói	488	19.318,00	1.757	1.167
Paracambi	47	7.729,00	68	45
São João de Meriti	459	7.420,00	635	422
Japeri	95	5.087,00	90	60
Queimados	138	7.379,00	190	126
Belford Roxo	470	7.140,00	625	416
Guapimirim	51	7.818,00	74	49
Rio de Janeiro	6.320	25.122,00	29.591	19.661
<b>TOTAIS</b>	<b>11.593</b>		<b>43.695</b>	<b>29.032</b>

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

WEEE por cada R\$ 1.000 de PIB  $4\text{kg}/\text{R}\$21,462 = 0,186376$

(1) Custo informado pela COMLURB - R\$ 664,42/ton coleta seletiva

## ANEXO IX - TOPRI

Município	População (1000)	PIBpC	PIB TOTAL R\$ MM	WEEE gerado (tons)	M³ equiv (1000 m³)	Container (20m³)	Viagens por semana	Locais coleta	Peso/semana (tons)	Custo R\$ por viagem(1)	Transporte Custo/ano	MO local coleta	Custo MO coleta/ano	Custo local coleta
Duque de Caxias	855	37.329,00	31.916,30	6.305	53,4	2.670	51	29	151	986,11	2.633.128	86	1.836.540	171.000
Itaguaí	109	28.661,00	3.124,05	617	5,2	261	5	5	15	1.558,83	407.428	15	322.200	30.000
Mangaratiba	36	14.237,00	512,53	101	0,9	43	1	5	2	1.986,72	85.191	15	322.200	30.000
Nilópolis	157	8.473,00	1.330,26	263	2,2	111	2	5	6	1.078,28	120.006	16	337.236	31.400
Nova Iguaçu	796	9.772,00	7.778,51	1.537	13,0	651	13	27	37	1.137,52	740.269	80	1.709.808	159.200
São Gonçalo	1.000	8.328,00	8.328,00	1.645	13,9	697	13	33	40	1.387,67	966.855	100	2.148.000	200.000
Itaboraí	218	7.555,00	1.646,99	325	2,8	138	3	7	8	1.677,32	231.122	22	468.264	43.600
Magé	227	6.954,00	1.578,56	312	2,6	132	3	8	7	1.446,92	191.091	23	487.596	45.400
Maricá	127	7.943,00	1.008,76	199	1,7	84	2	5	5	1.789,23	151.004	15	322.200	30.000
Niterói	488	19.318,00	9.427,18	1.862	15,8	789	15	16	45	1.262,50	995.744	49	1.048.224	97.600
Paracambi	47	7.729,00	363,26	72	0,6	30	1	5	2	1.729,98	52.577	15	322.200	30.000
São João de Meriti	459	7.420,00	3.405,78	673	5,7	285	5	15	16	986,11	280.980	46	985.932	91.800
Japeri	95	5.087,00	483,27	95	0,8	40	1	5	2	1.591,74	64.356	15	322.200	30.000
Queimados	138	7.379,00	1.018,30	201	1,7	85	2	5	5	1.315,26	112.053	14	296.424	27.600
Belford Roxo	470	7.140,00	3.355,80	663	5,6	281	5	16	16	1.084,86	304.582	47	1.009.560	94.000
Guapimirim	51	7.818,00	398,72	79	0,7	33	1	5	2	1.703,65	56.830	15	322.200	30.000
Rio de Janeiro	6.320	25.122,00	158.771,04	31.367	265,7	13.283	255	128	754	1.190,18	15.809.500	383	8.230.528	766.343
TOTAIS	11.593		234.447,31	46.317	392,3	19.615		318	1.113		23.202.716	954	20.491.312	1.907.943

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

WEEE por cada R\$ 1.000 de PIB 4kg/R\$20.247 = 0,19756

(1) Orçamento Coleta tons/m3 0,118

Custo MO coleta homem/mês 1.790

Custo por local de coleta/mês 500

## ANEXO X - PONTO DE EQUILÍBRIO

Município	WEEE gerado (tons)	Valor Médio (por ton)	Custo Var Médio Rec+Transp	Marg. Bruta (por ton)	Custo Process. (por ton)	Marg. Variável (por ton)	Custo MO Recolhimento	Custo Local Aluguel	Total Custo Fixo	EQUILÍBRIO (tons)	EQUILÍBRIO (%)
Duque de Caxias	6.305	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	1.836.540,00	171.000,00	2.007.540,00	2.153	34
Itaguaí	617	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	61
Mangaratiba	101	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	373
Nilópolis	263	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	337.236,00	31.400,00	368.636,00	395	150
Nova Iguaçu	1.537	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	1.709.808,00	159.200,00	1.869.008,00	2.004	130
São Gonçalo	1.645	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	2.148.000,00	200.000,00	2.348.000,00	2.518	153
Itaboraí	325	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	468.264,00	43.600,00	511.864,00	549	169
Magé	312	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	487.596,00	45.400,00	532.996,00	572	183
Maricá	199	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	190
Niterói	1.862	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	1.048.224,00	97.600,00	1.145.824,00	1.229	66
Paracambi	72	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	526
São João de Meriti	673	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	985.932,00	91.800,00	1.077.732,00	1.156	172
Japeri	95	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	396
Queimados	201	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	296.424,00	27.600,00	324.024,00	348	173
Belford Roxo	663	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	1.009.560,00	94.000,00	1.103.560,00	1.184	179
Guapimirim	79	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	322.200,00	30.000,00	352.200,00	378	480
Rio de Janeiro	31.367	1.659,92	500,96	1.158,96	226,52	932,44	8.230.527,93	766.343,38	8.996.871,31	9.649	31
<b>TOTAIS</b>	<b>46.317</b>	<b>134.292.000,00</b>	<b>23.203,00</b>				<b>20.491.311,93</b>	<b>1.907.943,38</b>	<b>22.399.255,31</b>	<b>24.022</b>	<b>52</b>

Valor Médio por ton R\$ 1.659,92 (materiais recuperáveis)  
 Fator de reciclagem 0,715633569 (volume do material reciclavel no total do material recolhido)  
 Fator de aproveitamento 0,8 (volume de metais efetivamente recuperáveis)  
 Custo Recolhimento + Transporte 23.203.000 500,96  
 Custo Processamento 10.492.000 226,52  
 Marg. = Margem