

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE ADOÇÃO DA
RECICLAGEM ENQUANTO SOLUÇÃO MITIGADORA DOS
IMPACTOS ADVERSOS DA PRODUÇÃO ELETRÔNICA**

ROBERTA SALES MUNIZ MIRANDA
matrícula nº: 109023763

ORIENTADOR(A): Prof^a. Valéria Vinha

SETEMBRO 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE ADOÇÃO DA
RECICLAGEM ENQUANTO SOLUÇÃO MITIGADORA AOS
IMPACTOS ADVERSOS DA PRODUÇÃO ELETRÔNICA**

ROBERTA SALES MUNZI MIRANDA
matrícula nº: 109023763

ORIENTADOR(A): Prof^a. Valéria Vinha

SETEMBRO 2013

RESUMO

Este estudo foi motivado pela observação da dinâmica que rege o mercado brasileiro de eletrônicos e respectiva percepção da premência de se encontrar uma solução conciliatória entre as características da demanda atual e a gestão sócio ambientalmente responsável dos resíduos produzidos. O trabalho tem início com a exposição de algumas estatísticas a respeito das taxas de comercialização e faturamento setorial, durante a primeira década do novo milênio, que ilustram e justificam a preocupação expressa. Em seguida, a pesquisa de distribui em duas vertentes: uma que procura investigar os danos socioambientais potencialmente envolvidos no descarte inadequado dos materiais, e outra que analisa os desafios e oportunidades associados à transformação secundária dos resíduos tecnológicos no Brasil. Por fim serão listados os benefícios às empresas nacionais identificados na introdução do sistema de reciclagem, através de uma comparação entre as propostas teóricas encontradas na literatura disponível sobre o tema e a vivência prática da empresa Itaotec, membro do Grupo Itaúsa – Investimentos Itau S.A., que, desde 2003 trabalha a reciclabilidade de seus produtos. A conclusão obtida foi de que o sistema é economicamente viável e compatível com o crescimento sustentável da indústria de eletrônicos.

ABSTRACT

This study was born due to the observation of the dynamics which rules the market of electronics and the consequent perception of the urgency in finding some compromise between features of the current demand and socio environmental responsibility above produced waste. The presentation begins showing some statistics about the marketing fees and financial gains of electronic industry, during the first decade of the new millennium, which illustrate and justify the concern expressed. The research was lead by two fronts: one that investigates the environmental damage potentially involved in the improper disposal of materials, and another that examines the challenges and opportunities related to introduction of recycling process within technological waste in Brazil. At last, the benefits found and suggested for domestic companies will be listed through a comparison between theoretical proposals available in literature and practical experiences of Itaotec Company, a member of Itaúsa - Investimentos Itau SA, which since 2003 has been working on the recyclability of its products. The conclusion lead by the study is that technological waste recycling is economically feasible and supports sustainable growth of the electronics industry.

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

Ao suporte para cada conquista, à motivação de cada vitória.
Meu exemplo, força, origem, meios e fim: Vania Muniz.
Cada gesto e cada sorriso, será sempre por e para você.

LISTA DE SIGLAS

Abinee - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica,
ATMs - Automatic Teller Machine (caixa automática ou terminal bancário, em português)
BM&F - Bolsa de Mercadorias & Futuros
Cedir - Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática
Cempre - Compromisso Empresarial para Reciclagem
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRT - Cathodic Ray Tube (tubo de raios catódicos, em português)
CSI - Confederação Sindical Internacional
EPA - Environmental Protection Agency
EPEAT - Electronic Product Environmental Assessment Tool
FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente
GEC - Green Electronics Council.
ICLEI - International Council for Local Environmental Initiatives
IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados
LCD - Liquid Crystal Display (display de cristal líquido, acrônimo de LCD (em inglês)
MMA - Ministério do Meio-Ambiente
OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIE - Organização Internacional de Empregadores
OIT - Organização Internacional do Trabalho
ONU – Organização das Nações Unidas
PBB - Polibromobifenilo
PBDE - Éter difenil polibromado
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
Poli-USP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPB – processo produtivo básico
PPM – partes por milhão
PPP - Princípio do Poluidor Pagador
REEE - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
Rohs - Restriction of Hazardous Substances Directive
Sisnama – Sistema Nacional do Meio Ambiente
TBBPA - Tetrabromobisfenol
TI - Tecnologia da Informação
TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação
TV – Television
UE – União Européia
UNEP - United Nations Environment Programme
WEEE - Waste Electrical and Electronic Equipment
ZFM – Zona Franca de Manaus

ÍNDICE DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

FLUXOGRAMA 1 – CICLO DE VIDA DOS BENS PRODUZIDOS PELA ITAUTEC	33
GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO NO FATURAMENTO DA INDÚSTRIA NACIONAL DE ELETRO-ELETRÔNICOS ENTRE 2004 E 2012	11
GRÁFICO 2 – CRESCIMENTO RELATIVO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE APARELHOS DE TV EM RELAÇÃO AO ANO DE 2004	12
GRÁFICO 3 – TAXA ANUAL DE EXPANSÃO NA QUANTIDADE DE PONTOS DE CONEXÃO DE BANDA LARGA INSTALADOS NO BRASIL.....	13
GRÁFICO 4 – EXPANSÃO DAS VENDAS NACIONAIS DE CELULARES ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2012.....	14
GRÁFICO 5 – COMPARAÇÃO ANUAL ENTRE O VOLUME DE TICS (TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO) COMERCIALIZADO NO BRASIL NA ÚLTIMA DÉCADA	15
GRÁFICO 6 – PARTICIPAÇÃO MÉDIA POR MATERIAL NO PESO DO COMPUTADOR	32
GRÁFICO 7 – RECICLABILIDADE POTENCIAL DOS METAIS.....	33
GRÁFICO 8 – COTAÇÃO MÉDIA ANUAL DOS METAIS NOBRES NO MERCADO INTERNACIONAL	34
GRÁFICO 9 – CONSUMO APARENTE E PRODUÇÃO EM GRUPOS DE METAIS SELECIONADOS.....	36

GRÁFICO 10 – DINÂMICA DE CUSTOS DO FABRICANTE A PARTIR DA INTRODUÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA RECICLADA	41
GRÁFICO 11 – DESLOCAMENTO DA CURVA DE OFERTA DA FIRMA	42
GRÁFICO 12 – DINÂMICA DO EQUILÍBRIO DE MERCADO APÓS INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA DE RECICLAGEM.....	43
QUADRO I – LIMITES SUPERIORES PARA PARTICIPAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS NA FABRICAÇÃO DE ELETRO-ELETRÔNICOS, CONFORME EXPRESSO NA DIRETIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDOUS SUBSTANCES DIRECTIVE)	27
TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DE 01 TONELADA DE SUCATA ELETRÔNICA	35

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO I – A ECONOMIA DE EXTERNALIDADES .....	.20
I.1 – CONCEITO E DISCUSSÃO .....	.20
I.2 – RISCOS POTENCIAIS E DANOS EFETIVOS .....	.22
I.3 – APLICAÇÃO PRÁTICA DA TEORIA ECONÔMICA .....	.23
I.3.1 – Instrumentos de Comando e Controle Aplicados .....	.24
I.3.1.2 – Legislação Nacional .....	.24
I.3.1.2.1 – <i>EPEAT</i> .....	.25
I.3.1.2.2 – <i>ROHS</i> .....	.26
I.3.1.3 – Legislação Internacional .....	.27
I.3.1.3.1 – <i>Política Vigente</i> .....	.27
I.3.1.3.2 – <i>Prós e Contras da Logística Reversa</i> .....	.29
CAPÍTULO II – A RECICLAGEM.....	.31
II.1 – OS EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS .....	.31
II.2 – A OPERACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO.....	.36
II.3 – AS OPORTUNIDADES NA INDÚSTRIA.....	.38
II.4 – IMPACTOS SOBRE O MERCADO E A SOCIEDADE.....	.39
II.4.1 – Vantagens de Custos.....	.39
II.4.2 – Novo Equilíbrio no Mercado de Eletrônicos.....	.39
II.4.3 – Incentivo à Indústria Nacional.....	.43
II.4.4 – Evolução Institucional do Complexo Eletrônico e Distribuição Espacial .....	.44
II.4.5 – Perfil Psicológico e Comportamento do Consumidor .....	.45
II.5 – BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS.....	.45
II.5.1 – Inclusão Social .....	.46
II.5.2 – Emprego e Renda.....	.47
II.5.3 – Saúde Pública.....	.48
II.5.4 – Preservação Ambiental.....	.49
CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO .....	.51
CONCLUSÃO.....	.56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	.60
APÊNDICE .....	.67

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a conseqüente redução do custo produtivo permite aos fabricantes disponibilizar novidades ao consumidor final com valores acessíveis e em intervalos cada vez menores de tempo. A queda dos preços mundiais, sobretudo aqueles relacionados às tecnologias de informação e comunicação (TICs), em conjunto com um trabalho incisivo por parte das empresas para a divulgação de novos e periódicos lançamentos, têm resultado em grande incremento das vendas no setor.

O marketing empresarial explora o formato vigente do capitalismo que associa o padrão de consumo ao status social, promovendo o aumento do consumo supérfluo dentre os mais variados extratos sociais. Uma das estratégias adotadas neste sentido é a constante atualização das versões disponíveis para consumo, através de inovações incrementais de utilidade restrita, que condenam à obsolescência prematura milhares de equipamentos ainda perfeitamente operantes.

Assim, o mercado de bens de informática e telefonia móvel conserva seu dinamismo. Em contrapartida, a quantidade de lixo tecnológico gerado se expande progressivamente. Conseqüentemente, intensifica-se o acúmulo de metais pesados na natureza, dado que são essenciais para condução de corrente elétrica, ou seja, são componente obrigatório dos equipamentos. A proliferação deste tipo de substância, entretanto, é alarmante em razão de seu potencial de toxicidade e graves riscos a que submete o meio ambiente. Por estes motivos, torna-se importante a análise de alternativas capazes de reverter os impactos negativos envolvidos no processo, de forma a viabilizar a irrefutável tendência de expansão do setor.

A pesquisa desenvolvida teve como finalidade levantar os possíveis benefícios associados à reciclagem, como forma de avaliar o seu potencial de se transformar em uma solução mitigadora para os problemas supracitados.

CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TEMA

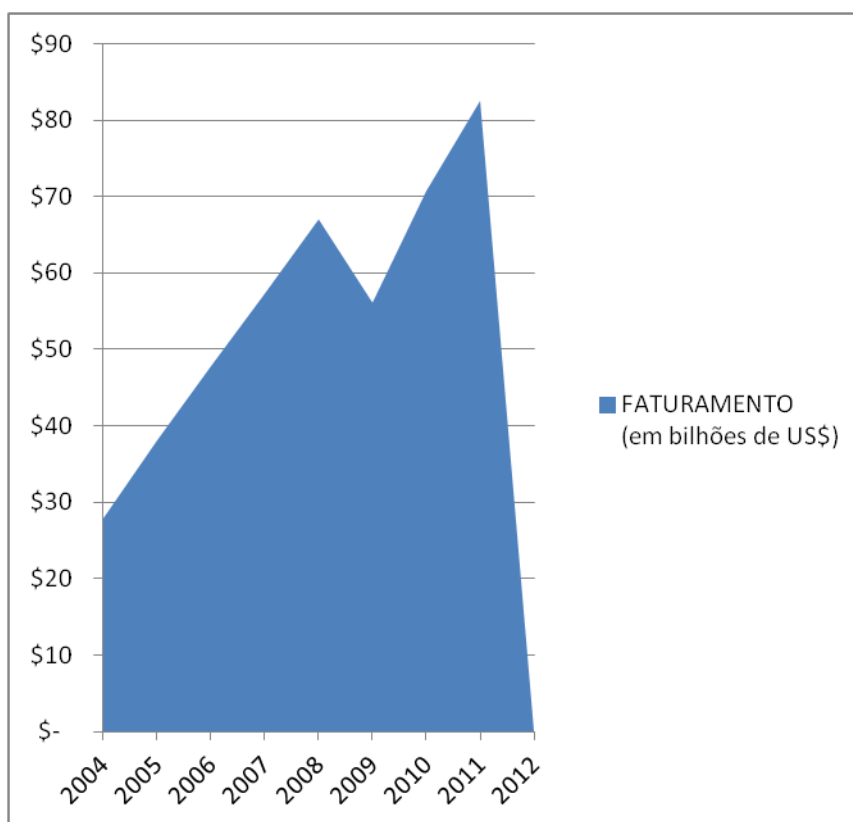
Em pesquisa realizada pela PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, organismo da ONU, o Brasil foi classificado como o maior gerador de lixo eletrônico per capita, em uma comparação entre os 11 países em desenvolvimento mais representativos no mercado. Estimou-se um descarte individual médio de meio quilo de lixo eletrônico por habitante. A informação divulgada pelo Recycling – from E-Waste to Resources, documento emitido pela agência PNUMA, foi de que a geração global de lixo eletrônico estaria crescendo a uma taxa média entre 20 e 50 milhões de toneladas por ano. O relatório anual da UNEP, publicado em fevereiro de 2010, ratificou o alarme, ao apontar o Brasil como o país emergente cujo mercado de computadores pessoais encontrava-se em mais vertiginoso crescimento. Os dados trabalhados ao longo de 2009 sugeriram um abandono médio anual de 96,8 mil toneladas de computadores pessoais em âmbito nacional.

Dados mais recentes, extraídos do Seminário Internacional sobre Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos, ministrado por José Cláudio Junqueira Ribeiro em Belo Horizonte, em 22 de fevereiro de 2011, quantificaram o descarte nacional em uma média de 678.960 toneladas anuais. De acordo com a projeção realizada, estes valores culminariam em um total de 22,4 milhões de toneladas acumuladas entre 2001 e 2030.

O cenário econômico que retrata o desempenho contemporâneo do mercado de eletrônicos ilustra a tendência irreversível de expansão da indústria. Tal movimento está associado ao conceito de telemática, termo pelo qual se designa o conjunto de serviços de informática fornecidos através de uma rede de telecomunicações que permite a comunicação em longas distâncias, transformando o mundo e as relações sociais. O gráfico 1 permite observar a evolução do faturamento no setor ao longo dos últimos oito anos. O ponto de quebra na tendência progressiva verificada é, provavelmente, explicado pela crise financeira internacional, desencadeada a partir do colapso no mercado hipotecário estaduinese em 2008. A despeito do ocorrido, em 2009 o setor já retomara o crescimento, alcançando a marca de US\$ 82,5 bilhões movimentados em 2011, um montante próximo dos R\$138 bilhões, quando ponderado pela cotação

cambial média daquele ano. Em 2012 verifica-se uma nova queda no volume de recursos produzido, que corresponde a um total de aproximadamente US\$ 74 bilhões (R\$ 144,54 bilhões). Ainda assim, a taxa de expansão ao longo do período é notável, atingindo uma média de 138%.

GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO NO FATURAMENTO DA INDÚSTRIA NACIONAL DE ELETRO-ELETRÔNICOS ENTRE 2004 E 2012



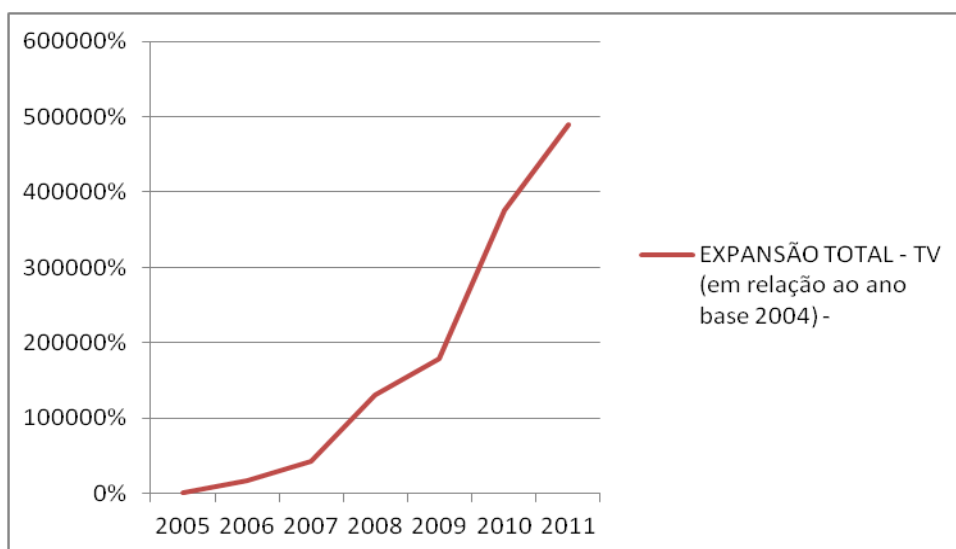
Fonte: ABNINEE(Associação brasileira da indústria eletro-eletrônica)

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 1 do Apêndice 1.

A produção nacional de TVs foi fortemente impactada pela introdução dos novos modelos de telas LCD e Plasma que, desde então, vem substituindo os equipamentos CRT. De acordo com os dados extraídos na Zona Franca de Manaus, o

incremento na produção destes dois modelos alcança taxas de praticamente 500.000% em relação ao ano base (2004), quando eram fabricadas pouco mais de mil unidades de cada um dos tipos. O gráfico 2 exibe a progressão na quantidade total de aparelhos fabricados, abrangendo tanto a arcaica tecnologia CRT quanto as versões de monitores recentes.

GRÁFICO 2 - CRESCIMENTO RELATIVO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE APARELHOS DE TV EM RELAÇÃO AO ANO DE 2004



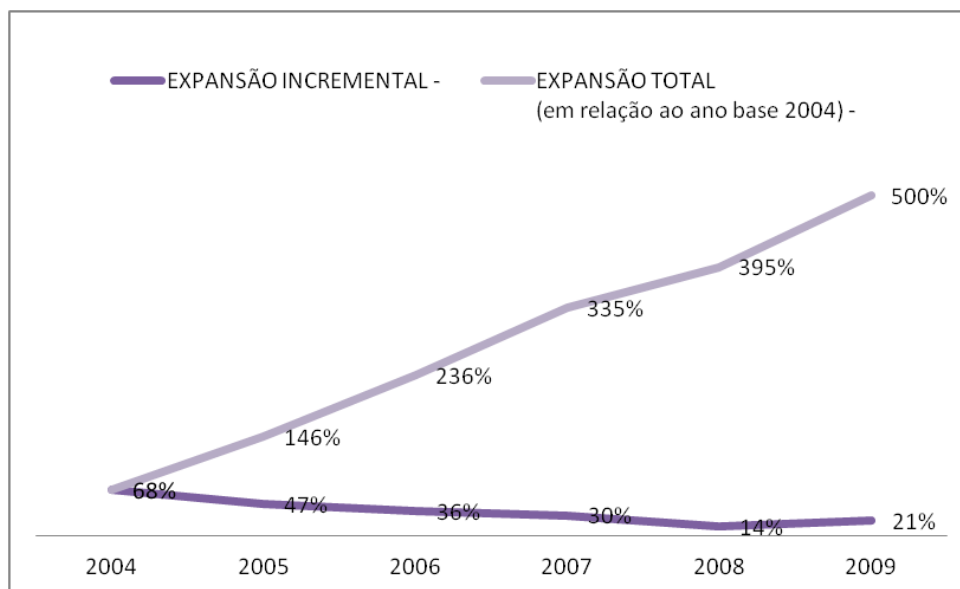
Fonte: ABINEE (Associação brasileira da indústria eletro-eletrônica)

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 2 do Apêndice 2.

Em relação ao grupo de bens de informática, é possível conferir o processo de expansão corrido na última década a partir da contagem dos pontos de conexão de internet via banda larga instalados no Brasil entre 2004 e 2010. O gráfico 3 ilustra o crescimento absoluto e relativo das instalações realizadas no período. Ainda que a taxa decrescentes, à medida que é saturada a demanda por novos acessos, a quantidade de pontos de conexão registrados em território brasileiro mais do que quintuplicou durante estes seis anos. É importante destacar que são os mesmos equipamentos que no presente

atendem aos usuários que, em um curto espaço de tempo, se transformarão em lixo tecnológico a ser adequadamente descartado.

GRÁFICO 3 - TAXA ANUAL DE EXPANSÃO NA QUANTIDADE DE PONTOS DE CONEXÃO DE BANDA LARGA INSTALADOS NO BRASIL

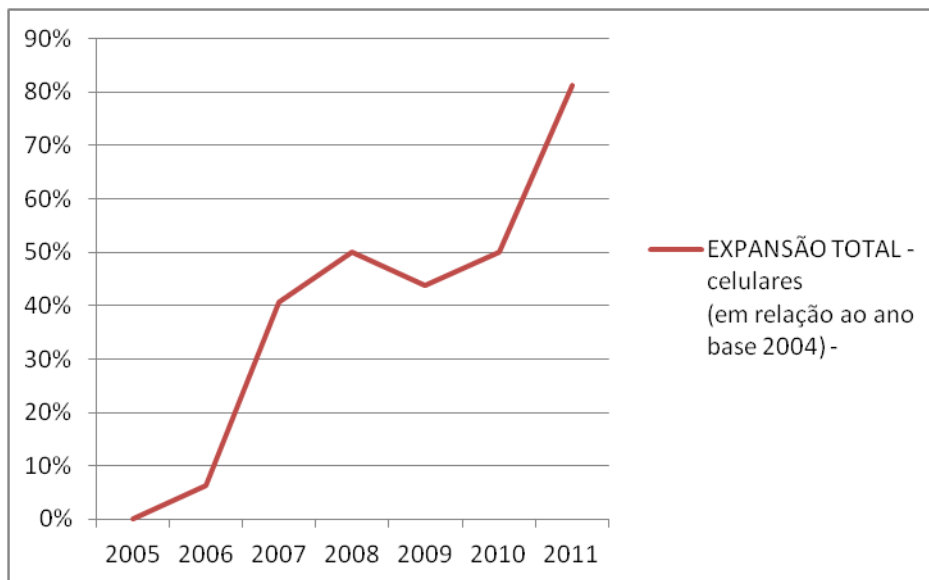


Fonte: ABINEE (Associação brasileira da indústria eletro-eletrônica)

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 3 do Apêndice 3.

O volume transacionado no mercado interno de celulares também aumentou em relação ao ano base. As taxas de crescimento registradas, entretanto, foram inferiores às verificadas nos casos anteriores. Isso se deve ao fato do mercado de celulares já estar plenamente consolidado no intervalo temporal considerado. Ainda assim, as vendas realizadas em âmbito nacional praticamente dobraram entre 2004 e 2012, como pode ser observado no gráfico 4.

GRÁFICO 4 - EXPANSÃO DAS VENDAS NACIONAIS DE CELULARES ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2012

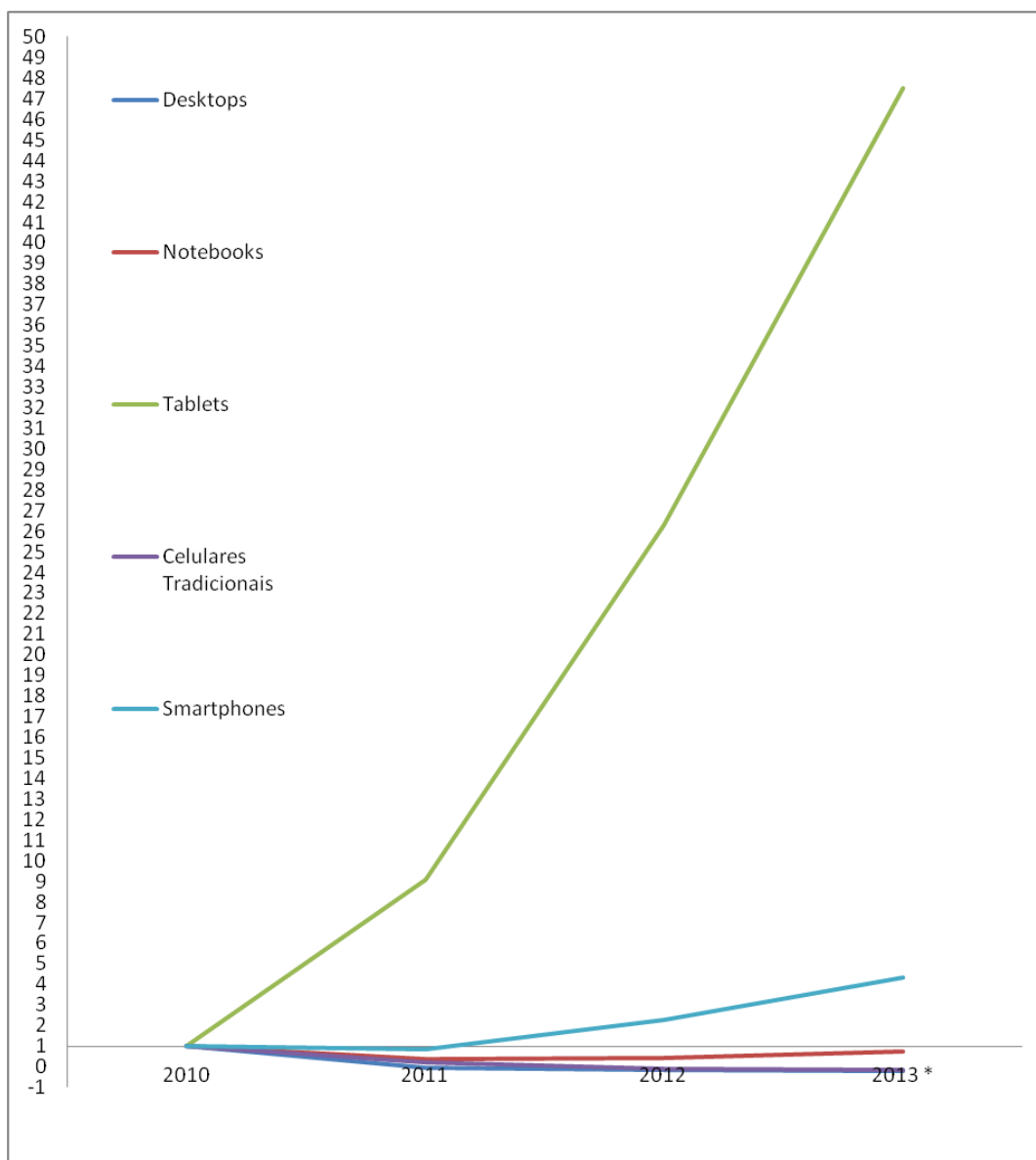


Fonte: ABINEE (Associação brasileira da indústria eletro-eletrônica)

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 2 do Apêndice 2.

Sobre a dinâmica do mercado de celulares, é importante ressaltar o impacto recente do surgimento dos smartphones – ‘telefones inteligentes’, em português - termo usado para designar tecnologias de comunicação operacionalizadas através de sistemas semelhantes aos executados em computadores. A partir de então, os aparelhos de telefonia tradicionais foram cedendo espaço às novas versões, em uma sinalização clara da preferência do consumidor pela atualização tecnológica. A diferença entre o volume transacionado em cada categoria é visível no gráfico 5.

GRÁFICO 5 - COMPARAÇÃO ANUAL ENTRE O VOLUME DE TICS (TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO) COMERCIALIZADO NO BRASIL NA ÚLTIMA DÉCADA



Fonte: ABINEE (Associação brasileira da indústria eletro-eletrônica)

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 4 do Apêndice 4.

O gráfico 5 confirma a suposição da obsolescência programada dos eletrônicos como estratégia de dinamização do mercado. Conforme os dados levantados, detalhados na tabela 4 do Apêndice 4, a demanda por desktops também foi progressivamente transferida a bens substitutos próximos, capazes de atender às mesmas finalidades, mas dotados de novas funcionalidades e design. Dentre estes, o comércio de tablets se constitui no exemplo mais evidente.

A percepção do caráter estrutural do crescimento setorial, atribuído à própria lógica do consumo nas sociedades contemporâneas, se torna alvo de grande preocupação em razão da composição dos aparelhos eletrônicos.

As características naturais dos materiais põem em risco de contaminação solos e lençóis freáticos, além de sujeitar a população à contração de diversas doenças, sem que, sequer, tenham consciência disso. Um exemplo é o caso dos retardantes de chama que, quando incinerados, liberam toxinas passíveis de inalação pelos indivíduos circundantes.

A reciclagem, em contrapartida, combateria os danos potenciais do descarte inadequado de eletrônicos e proporcionaria à economia nacional uma importante fonte de recursos. O trabalho desenvolvido pretende levantar as dificuldades e oportunidades relacionadas ao processo, fornecendo insumos para o debate sobre a sua capacidade de se transformar em uma solução para a questão.

ENQUADRAMENTO MERCADOLÓGICO

A percepção dos danos provenientes do descarte inadequado de eletrônicos enquanto ineficiências produtivas sugere que se adotem mecanismos de internalização do passivo resultante. Em contrapartida, a gestão eficiente do material é alvo de propostas economicamente promissoras.

Conforme definição apresentada pelo autor Miguel Mansur, em trabalho desenvolvido junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq) “resíduo eletrônico” seria todo material construído a partir de componentes eletroeletrônicos. Segundo o autor, o termo “resíduo” diferencia-se do termo “lixo” por pressupor a possibilidade de reaproveitamento no processo produtivo, ao contrário deste último que não retém mais valor mercadológico de qualquer espécie.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) incorpora esta visão, uma vez que aborda os resíduos como “bens econômicos detentores de valor social” (Lei nº 12.305, Art. 6º Parágrafo VIII). A norma estabelece clara distinção entre os resíduos sólidos e rejeitos, discriminando a destinação ambientalmente compatível com cada grupo.

A importância do acondicionamento dos materiais ao final de sua vida útil também é amplamente debatida no cenário internacional. Há anos a Comunidade Europeia aborda o tema através das diretivas WEEE e Rohs, que aconselham a reciclagem de aparelhos eletro-eletrônicos descartados e identificam as substâncias comumente presentes em sua composição que devem ser erradicadas. Já os EUA, que não possuem legislação nacional centralizada sobre o tema, trabalham com o selo EPEAT, uma iniciativa privada que visa criar instrumentos para comparação entre produtos ambientalmente responsáveis, de modo a auxiliar os agentes em suas decisões de consumo e investimento.

INTERESSE ECONÔMICO DOS AGENTES

De acordo com pesquisa divulgada em 2012 pela Abinee, hoje é consenso entre cientistas internacionais que a economia circular - ou seja, a reinserção dos componentes no processo produtivo - se apresenta como a única forma de suprir a demanda de futura de metais. Os resíduos eletrônicos já são denominados por alguns autores como ‘minas urbanas’. A reportagem “Fabricação de cada computador consome 1800 quilos de materiais”, escrita por Agostinho Rosa, para o site Inovação Tecnológica ilustra esta percepção, ao tratar da questão do índio, cuja produção é dependente da mineração do zinco, um metal escasso em reservas naturais. O índio, entretanto, é essencial à fabricação dos monitores de tela plana ou LCD e de telefones celulares. De

acordo com a matéria, ele está presente em mais de 1 bilhão de equipamentos vendidos todos os anos. Como consequência inevitável da dinâmica mercadológica capitalista, o fator escassez contraposto à demanda crescente, teria gerado, nos últimos cinco anos, uma alta de preços do índio de 600%, tornando-o, hoje, mais caro do que a prata.

O exemplo é apropriado para demonstrar a atratividade comercial do produto das recicladoras sobre indústrias que consomem elementos escassos e, principalmente, provenientes de fontes de recursos não renováveis.

O investimento em atividades de pesquisa e desenvolvimento associados à reciclagem aparece, portanto, como uma proposta economicamente viável para internalização do passivo socioambiental decorrente da fabricação de bens eletrônicos e mitigação dos impactos do descarte inadequado.

OBJETIVOS DO TRABALHO

- Situar o papel dos resíduos eletrônicos na teoria econômica
- Elucidar o direcionamento conferido pela legislação nacional vigente à questão e confrontá-lo com as práticas internacionais.
- Avaliar a viabilidade econômica e demonstrar a importância socioambiental do investimento em reciclagem de componentes eletrônicos.

METODOLOGIA

O presente trabalho se propôs a investigar a adequação da reciclagem enquanto estratégia de combate à deterioração ambiental e humana decorrentes da produção eletrônica. A pesquisa utilizou como base o Relatório Anual da UNEP - United Nations Environment Programme, divulgado em 2011; a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, promulgada em 2010 na forma da Lei 12.305/10; o manual de orientação para elaboração de Planos de Gestão de Resíduos Sólidos, uma iniciativa da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio-Ambiente – MMA, em

associação com o escritório de projetos brasileiro do International Council for Local Environmental Initiatives - ICLEI (Secretariado para América do Sul), e com o apoio da Embaixada Britânica em Brasília; além de artigos encontrados em jornais e revistas especializados no tema.

A situação da cadeia de reciclagem no Brasil foi levantada e confrontada com seus equivalentes externos, a diretiva europeia ROHS - Restriction of Hazardous Substances Directive e o selo norte americano EPEAT - Electronic Product Environmental Assessment Tool, lançado pelo GEC - Green Electronics Council. Em seguida, os desafios e benefícios reais e potenciais envolvidos para os diferentes segmentos da economia foram destacados, com base em estudos encomendados por entidades públicas, a exemplo do diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais, divulgado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM e desenvolvido em parceria com o Swiss e-waste programme, das séries de dados anuais a respeito do “Comportamento da Indústria Elétrica e Eletrônica” divulgados periodicamente pela Abinee - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, além das projeções para o ano de 2013 divulgadas pela mesma e trabalhos desenvolvidos por particulares, como relatórios de consultorias internacionais e a coletânea “Publicações sobre Contaminação Ambiental decorrente de Resíduos Sólidos de Equipamentos Eletro-eletrônicos (e-waste), durante o período de 1990 a 2010”, apresentada no IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - ECOECO entre 04/10/2013 e 08/10/2013, em Brasília – DF.

Por fim, o caso da empresa Itaotec foi exposto como uma ilustração do sucesso da proposta sobre o setor. Através de visita ao estabelecimento da empresa em Jundiaí, SP, foi possível registrar em que medida os resultados alcançados se assemelham às hipóteses sugeridas. Um questionário para investigação qualitativa foi direcionado ao gerente ambiental Mário Célio Lozano Costa, como forma de se produzir artefatos para análise futura de riscos e novas oportunidades que permeiam a economia circular dos componentes eletrônicos.

CAPÍTULO I - A ECONOMIA DE EXTERNALIDADES

1. CONCEITO E DISCUSSÃO

A teoria das externalidade foi levantada, pela primeira vez em 1890, por Alfred Marshall. O autor constatou que, ocasionalmente, os preços de mercado dos bens não refletiam fielmente os custos e benefícios decorrentes da sua produção. Na maior parte dos casos, os agentes econômicos consumiam artigos cujo custo real excedia sua utilidade individual. O conceito foi estendido por Pigou que, em 1920, formulou que o valor de mercado só constituiria uma medida precisa para avaliação de perdas e ganhos sociais do consumo quando se verificassem simultaneamente duas condições ideais: se, em concorrência perfeita, o preço refletisse rigorosamente a opinião dos usuários acerca do bem estar proporcionado pelos produtos e se o valor final da produção fosse igual ao custo dos fatores em sua melhor utilização alternativa.

De acordo com Mankiw (2003) uma externalidade surge quando a ação de um indivíduo repercute sobre o bem estar de outro que não participe da ação em questão, sem que o agente pague ou receba compensação pelo referido impacto.

A teoria econômica separa essas externalidades em positivas e negativas, sendo a qualificação do impacto que exercem sobre terceiros o que as diferencia. Quando adverso é denominada de externalidade negativa e, caso seja benéfico, conceitua-se como externalidade positiva.

As externalidades negativas são, portanto, a consequência de ações que diminuem o bem estar de terceiros, sem que lhes seja atribuída qualquer compensação . A teoria econômica clássica afirma que, em mercados competitivos, a quantidade ofertada e a quantidade demandada se ajustam através de preços e salários. Na indústria de eletrônicos, entretanto, há um custo social relacionado à produção que não é contabilizado para composição do valor comercial dos equipamentos.

Assim sendo, o equilíbrio entre oferta e a demanda não reflete um ponto de eficiência econômica e as quantidades necessárias para maximizar o excedente do consumidor e do produtor, concomitantemente, não são alcançadas.

Neste cenário ganha destaque a proposta institucionalista, enunciada através dos estudos do economista Ronald Coase, a qual se baseia na hipótese de que, se os agentes econômicos privados puderem negociar livremente, sem incorrer em qualquer custo de transação, o mercado será suficiente para gerar uma alocação eficiente quanto à produção da externalidade.

Os custos de transação podem ser entendidos como os custos para monitorar o cumprimento do acordo, o tempo gasto para a negociação, o tempo e os recursos necessários para coordenar as partes envolvidas, entre outros.

A ideia de Ronald serviu de base para o desenvolvimento da teoria que ficou mundialmente conhecida como Teorema de Coase, segundo a qual a definição dos direitos de propriedade eliminaria os custos de transação. Muitos autores, entretanto, questionaram esta proposta, argumentando que a demarcação prévia dos direitos de propriedade apenas influenciaria a determinação de sobre quem recairia o ônus das externalidades e quem seria beneficiado na transação, sendo a alocação final variável e não necessariamente eficiente.

Outra crítica comum ao teorema se deve às dificuldades de gestão para compatibilizar os interesses de todas as partes envolvidas na negociação. Este aspecto fica evidente no caso do segmento de eletrônicos, que envolve fabricantes, importadores, comerciantes e consumidores, e cujos danos potenciais incidem sobre todos os tipos de organismos vivos que integram a sociedade.

2. RISCOS POTENCIAIS E DANOS EFETIVOS

A preocupação relacionada ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos e a necessidade de acompanhamento de sua gestão fundamentam-se nas características físico-químicas de seus componentes. Destacam-se, dentre tais, os metais pesados, altamente tóxicos, cujo descarte irresponsável representa grave risco à vida sob todas as suas formas de apresentação na natureza.

Os danos ao organismo humano podem advir de exposição direta ou indireta às substâncias nocivas. O primeiro é o caso em que se enquadram os trabalhadores que manipulam placas e circuitos eletrônicos sem qualquer proteção física. Além disso, os poluentes orgânicos presentes nas peças podem ser absorvidos por inalação. Já a via indireta de exposição, está associada ao consumo de água de abastecimentos ou alimentos contaminados. Neste caso, o problema surge em função do descarte realizado em locais inadequados ou aterros destituídos de controle apropriado. A lixívia gerada pode infiltrar o solo, poluindo, inclusive, lençóis freáticos.

Ressalta-se, ainda, a propriedade de bioacumulação inerente a estes elementos, ou seja, uma vez ingeridos por qualquer organismo, são transmitidos por toda a cadeia trófica, disseminando, nível a nível, a contaminação de seus agentes. Outro agravante é o risco associado à combinação com material residual de outros processos, resultando em compostos químicos ainda mais perigosos para o ambiente.

A intensidade dos danos potenciais à saúde humana pode ser ilustrada pelo estudo conduzido por cientistas chineses com amostras de ar coletadas de Taizhou, uma província de Zhejiang. O complexo industrial de Taizhou é palco do desmanche de eletrônicos a céu aberto, um processo que envolve mais de 60 mil pessoas que trabalham mais de dois milhões de toneladas de lixo recebidas a cada ano.

Os pesquisadores expuseram células pulmonares cultivadas em laboratório aos exemplares de ar coletados. A partir de então, testaram o nível de interleucina-8 (IL-8) e de moléculas quimicamente reativas de oxigênio, indicadores da resposta inflamatória e

do estresse oxidativo, respectivamente, nos lotes da amostragem. Em seguida, foram executados procedimentos para verificar a ocorrência da proteína p53, um supressor de tumores, cuja expressão denotaria existência de danos celulares. Os resultados obtidos demonstraram aumentos significativos nos três marcadores.

Outro caso notável foi a resposta de uma investigação clínica realizada em Gana, um dos principais receptores de eletrônicos europeus descartados. Os testes realizados em uma escola local, próxima a um centro de recebimento informal de resíduos, demonstraram níveis de chumbo, cádmio e outros poluentes cerca de 50 vezes acima dos patamares considerados seguros.

3. APLICAÇÃO PRÁTICA DA TEORIA ECONÔMICA

A literatura sugere a intervenção do setor público, enquanto representante do interesse comum, sobre os mercados incapazes de gerar alocações eficientes. De acordo com Mankiw (2003) “*o governo é uma instituição concebida para agir em nome da coletividade*”.

O Estado goza, pois, de dois principais instrumentos para assegurar a internalização das externalidades: políticas de comando e controle, traduzidas em regulamentos de conduta por parte dos agentes econômicos, e política fiscal, alocando recursos entre impostos e subsídios como forma de conduzir as escolhas dos investidores.

O sistema de incentivos econômicos é fundamentado nas ideias de Arthur Pigou, da escola econômica neoclássica, concebida no início do século passado. A proposta de Pigou se baseia no princípio do poluidor pagador e determina que o responsável pela poluição deva ressarcir a sociedade através de uma taxa que neutralize os danos oriundos das externalidades. Assim, seria promovida a equalização entre custos social e privado, decorrente da arrecadação governamental destinada à reparação dos danos gerados pela fabricação de eletrônicos.

A implementação deste tipo de medida, entretanto, esbarra nas dificuldades para mensuração do nível aceitável de poluição sobre o qual se basearia a taxação e sobre os parâmetros para sua valoração. Afinal, não existe um instrumento assertivo para quantificar os incentivos necessários a uma determinada conduta por parte dos agentes em ambientes de incerteza e informação assimétrica.

A opção da maioria dos governos foi, de fato, a regulação do comportamento dos agentes via instrumentos de comando e controle. Uma ilustração é a diretiva RoHS, que aborda a gestão de equipamentos eletrônicos fabricados no âmbito da União Europeia. Nacionalmente observa-se o exemplo dos mecanismos de controle constantes na versão vigente da Política Nacional do Meio Ambiente.

Neste sentido, é importante destacar-se o atendimento aos critérios internacionais de respeito socioambiental enquanto condicionante do acesso a mercados externos. De acordo com Maria Cecília J. Lustosa e Carlos Eduardo F. Young (2002), quando um produto e/ou seu método de produção geram um passivo ambiental, o país importador pode impor-lhe barreiras comerciais não-tarifárias, uma vez que a restrição ao comércio internacional tem a finalidade de proteger o meio-ambiente.”

3.1 INSTRUMENTOS DE COMANDO E CONTROLE APLICADOS

3.1.2. LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

A conscientização popular sobre a importância de se desenvolver uma economia socialmente responsável, apresentada sob a égide de um mundo globalizado e firmas transnacionais, imputa aos fabricantes de eletrônicos a obediência aos requisitos internacionais, quer seja para viabilizar a exportação, quer seja para atender aos clientes internos pressionados por exigências de seus consumidores externos.

Os critérios de sustentabilidade preconizados são apresentados, principalmente, através da diretiva europeia RoHS e do selo norte-americano EPEAT. Ambos representam padrões de projeção mundial, cujos princípios são detalhados a seguir:

3.1.2.1 EPEAT

Os EUA não dispõem de uma legislação nacional centralizada para regulamentar o descarte de eletrônicos. Por maior que tenha sido a pressão de alguns estados norte-americanos sobre o Congresso Nacional - como, por exemplo, Califórnia e Massachusetts - até o final de 2012, apenas 24 estados haviam criado normas próprias e a maior parte dos REE continuava sendo exportada para China, Índia ou países africanos, onde a legislação ambiental é falha.

Como alternativa, Green Electronics Council – GEC, uma organização sem fins lucrativos em Portland, no estado de Oregon, lançou em 2004 um projeto para incentivar a produção de eletrônicos ambientalmente responsáveis. Trata-se de um programa voluntário para avaliação de produtos eletrônicos a partir de indicadores ecológicos, que contou com a adesão da maior parte das indústrias norte-americanas do setor.

A iniciativa se traduz no selo EPEAT (Electronic Product Environmental Assessment Tool), o qual se transformou em uma ferramenta de reconhecimento internacional, que auxilia agentes públicos e privados em suas decisões de consumo. O instrumento permite a comparação entre as opções disponíveis no mercado com base em 51 atributos relevantes à preservação do meio ambiente, que vão desde quantidades limite à presença de determinados metais, até a utilização de embalagem em materiais recicláveis.

A certificação EPEAT é concedida pela GEC, que gerencia o atendimento aos parâmetros definidos e classifica os produtos de acordo com três diferentes níveis de registro: Bronze, Silver e Gold. A conformidade com o programa Energy Star – um esforço conjunto entre a agência de proteção ambiental dos EUA (EPA), o departamento de energia nacional e as empresas para promover a eficiência no consumo de energia - e com a norma RoHS da União Européia são condições necessárias à emissão do selo em sua categoria mais simples: bronze. Os estágios subsequentes, Silver e Gold, requerem o atendimento a critérios adicionais, mais complexos, sendo

que o silver demanda cumprimento de 50% dos pontos opcionais e o Gold exige a satisfação de 75% destes.

3.1.2.2 ROHS

A diretiva 2002/95/CE foi adotada pela União Européia em fevereiro de 2003, entrando em vigor no dia 1º de julho de 2006, com o objetivo de orientar a conduta dos países membros no que tange à fabricação de eletro-eletrônicos, definidos pela diretiva WEEE (2002/96/CE) como sendo:

- Eletrodomésticos de grande e pequeno porte
- Equipamentos de TI
- Equipamentos de telecomunicação
- Equipamentos de consumo
- Equipamentos de iluminação (inclusive lâmpadas)
- Ferramentas elétricas e eletrônicas
- Brinquedos e equipamentos de lazer e esporte
- Distribuidores automáticos

Ou seja, permanecem excluídos equipamentos médicos, instrumentos de monitoramento e controle e instalações e ferramentas industriais fixas.

A recomendação é pelo respeito a determinados limites no uso de seis materiais avaliados como de maior risco à saúde humana e ambiental, conforme ilustrado no quadro1.

QUADRO 1 - LIMITES SUPERIORES PARA PARTICIPAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS NA FABRICAÇÃO DE ELETRO-ELETRÔNICOS, CONFORME EXPRESSO NA DIRETIVA ROHS (RESTRICTION OF HAZARDOUS SUBSTANCES DIRECTIVE)

SUBSTÂNCIA	% LIMÍTROFE DA COMPOSIÇÃO
Chumbo (Pb)	0,10%
Mercúrio (Hg)	0,10%
Cádmio (Cd)	0,01%
Cromo hexavalente (Cr(VI) ou Cr 6+)	0,10%
Bifenis polibrominados (PBB)	0,10%
Éteres difenis polibrominados (PBDE)	0,10%

Fonte: ROHS - Restriction of Hazardous Substances Directive

Cabe destacar que a versão da RoHS adotada pela China, em vigor desde 1º de março de 2007, desconsidera os casos de exceção previstos pelo modelo europeu, incluindo em seu escopo aparelhos médicos, eletrônicos automotivos, radares e ferramentas produtivas, além de componentes de embalagem.

3.1.3 LEGISLAÇÃO NACIONAL

3.1.3.1 POLÍTICA VIGENTE

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente e surgiu com o objetivo de alinhar as empresas brasileiras às políticas de sustentabilidade já existentes há anos em países da Europa e nos Estados Unidos.

A versão vigente da PNRS foi aceita pela Câmara de Deputados em março de 2010 e, em julho do mesmo ano, aprovada pelo Senado. No mês seguinte, em 02 de

agosto de 2010, foi sancionada pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva na forma da Lei 12.305/10. Em seu Artigo 6, VIII trata do resíduo sólido em termos gerais, e no Artigo 33, VI dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A norma se baseia nos valores de “Responsabilidade Compartilhada” e “Princípio do Poluidor Pagador – PPP”. De acordo com Paulo de Bessa Antunes (2005), a responsabilidade no sistema jurídico brasileiro decorre sempre de lei ou contrato e, em geral, no âmbito do direito ambiental, emana diretamente do Ministério do Meio Ambiente. O conceito se faz presente em todas as resoluções que determinem que a sociedade assuma, em caráter coletivo, a responsabilidade conjunta pela preservação de meio ambiente, em função de sua natureza pública. Ainda de acordo com o autor, o princípio do poluidor pagador se justifica na concepção de que o mercado não age livremente quando se trata da questão ambiental. Ele considera que a repartição equânime dos custos de limpeza e recuperação dos recursos naturais, através de taxações que incidam sobre toda a coletividade, representa um subsídio implícito ao poluidor, que desfruta sozinho do benefício correlato. Como solução para combater tal efeito, foi introduzido pela organização para cooperação e desenvolvimento econômico – OCDE, o PPP, lançado em 26 de maio de 1972, sob a recomendação C(72) 128 do Conselho Diretor. A aplicabilidade concreta dos dois conceitos teóricos está ilustrada pela própria PNRS.

Assim, a partir da avaliação do grau e extensão do impacto de cada tipo de resíduo à saúde pública e ao meio ambiente, a lei estabelece ou não a obrigatoriedade de implementação de sistemas de logística reversa por parte das empresas. A determinação abrange, no momento, as cadeias produtivas de agrotóxicos (seus resíduos e embalagem); pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes (conteúdo ou continente); lâmpadas fluorescentes (de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista); e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Os comerciantes e distribuidores ficam, a partir de então, intuídos da responsabilidade pelo retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Caberá a estes agentes efetuar a devolução dos materiais recolhidos aos fabricantes ou importadores dos produtos.

Fabricantes e importadores, por sua vez, respondem pelo encaminhamento dos rejeitos para disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, caso exista, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

Aos consumidores, fica implícita a contribuição com o retrocesso dos materiais à origem através da devolução dos produtos no momento em que se esgota sua utilização.

3.1.3.2 PRÓS E CONTRAS DA LOGÍSTICA REVERSA

O decreto nº 7404, de 23 de Dezembro de 2010, como forma de dar suporte à PNRS, oficializou a instituição do Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa, composto pelos Ministros de Estado do Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Saúde, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério da Agricultura e Ministério da Fazenda. A resolução publicada confere ao órgão competência para estabelecer as diretrizes de implantação dos sistemas, a partir da análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes estratégias.

A regulamentação do processo deve obedecer às premissas legislativas, segundo as quais é de titularidade privada o custo de recolhimento dos materiais descartados em nacionalmente. Ao contrário, em nações como Portugal, por exemplo, cabe ao Estado a contratação das firmas recolhedoras, remuneradas de acordo com as características e classificação dos materiais apresentados. Neste modelo, surge um novo ramo de prestação de serviços de utilidade coletiva, dotado de todas as prerrogativas associadas ao atendimento de interesse público.

A política brasileira, portanto, sobrecarrega o setor empresarial. A título de ilustração podem ser observados os levantamentos mercadológicos empreendidos no

ano de 2010 pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), os quais retornaram a informação de que empresas que investem em ecodesign e logística reversa apresentam diferencial competitivo negativo, em função do alto dispêndio requerido. Entre as causas do gasto elevado foi atribuída maior importância aos vetores de transporte e à política de tributação, fatores marcantes em um país de dimensões continentais como o Brasil. Adicionalmente, verificou-se o impacto dos custos de transação relativos à contratação e fiscalização de recicladoras, além da composição de artefatos para conscientização de clientes sobre a importância do descarte apropriado.

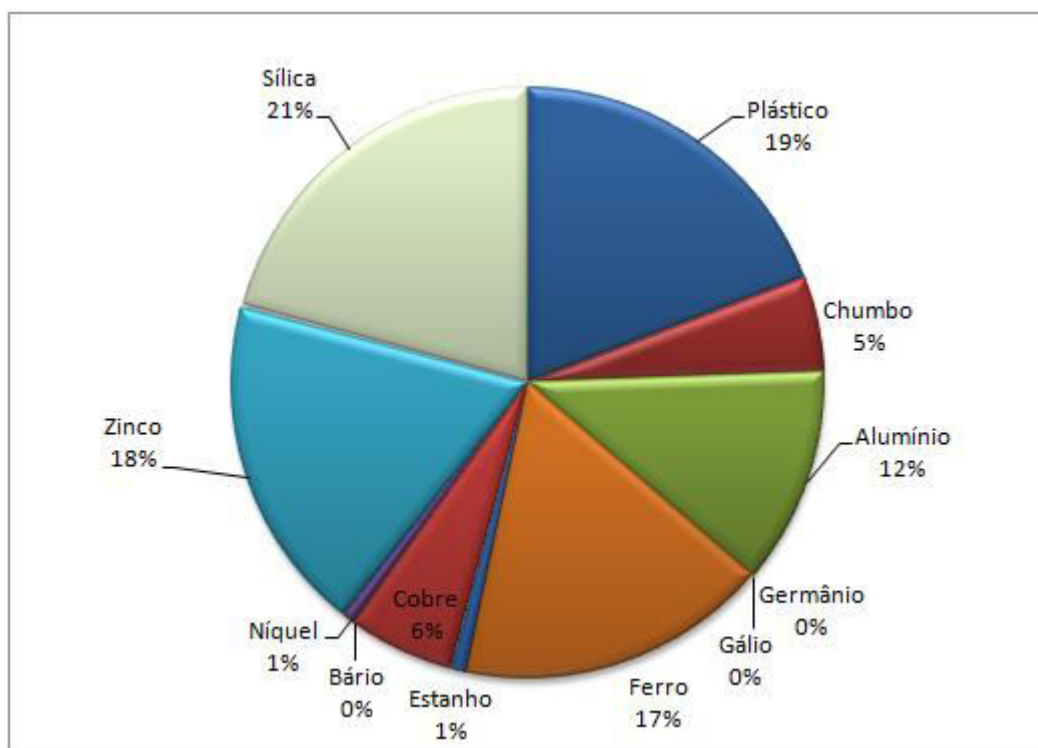
CAPÍTULO II - A RECICLAGEM

1. OS EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

A categoria ‘equipamentos eletrônicos’ é formada a partir de em uma integração complexa de numerosos elementos químicos, dotados de funções, potencial de aproveitamento e cotações de mercado específicos, cujo tratamento requer que se abordem variadas tecnologias.

A breve observação sobre a estrutura física dos computadores de mesa – desktops – é suficiente para identificar altas concentrações de metais de grande importância econômica. O gráfico 6 ilustra a distribuição entre o peso dos componentes, enquanto o gráfico 7 compara a reciclabilidade potencial dos principais metais consumidos pela indústria eletro-eletrônica. Alumínio, Ferro e Zinco, são exemplos de elementos que combinam grande relevância para o funcionamento dos computadores, extensa aplicabilidade no setor secundário e alguns dos maiores índices de reciclabilidade existentes entre os metais.

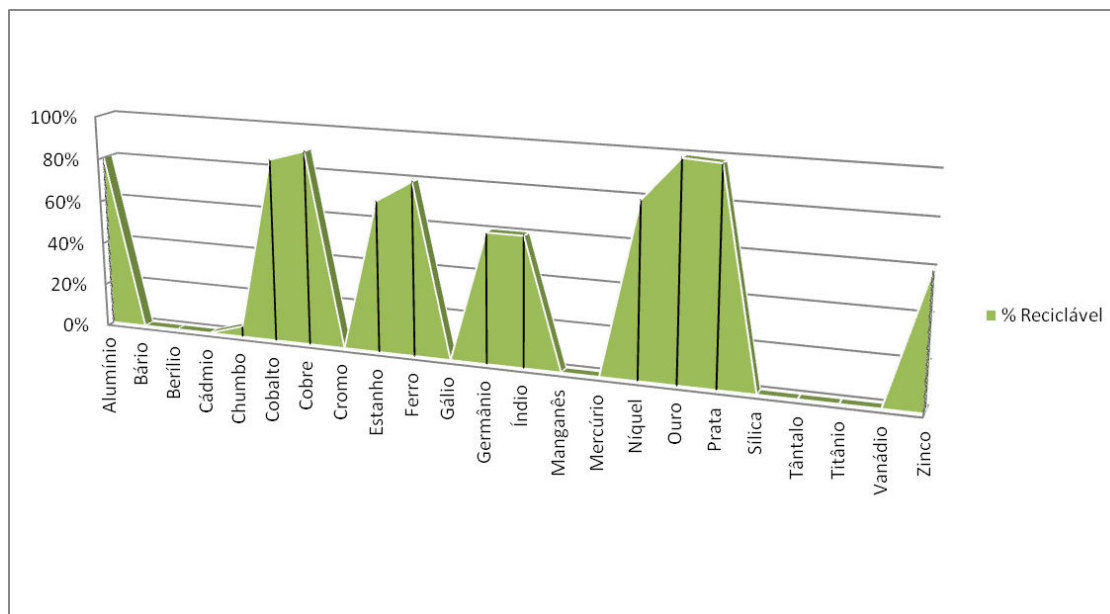
GRÁFICO 6 - PARTICIPAÇÃO MÉDIA POR MATERIAL NO PESO DO COMPUTADOR



Fonte: CEAVI - Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 5 do Apêndice 5.

GRÁFICO7 - RECICLABILIDADE POTENCIAL DOS METAIS



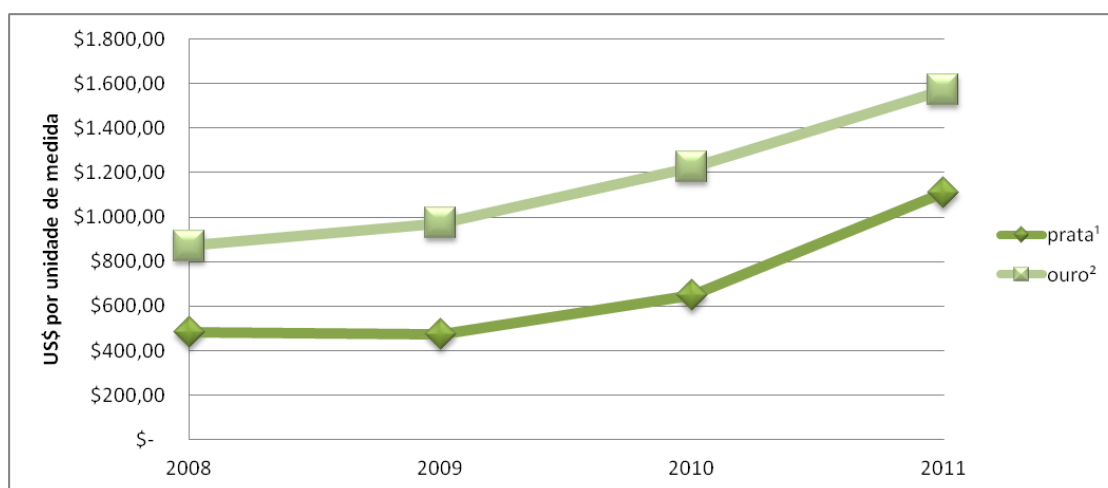
Fonte: CEA VI - Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí.

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 5 do Apêndice 5.

As placas de circuito impresso também são um produto útil para ilustrar a importância estratégica de se recuperar os eletrônicos pós-consumo. Esta peça, fundamental ao funcionamento dos bens de informática, possui a superfície coberta – em uma ou nas duas faces - por fina película de cobre, prata, ou ligas à base de níquel e ouro, nas quais são desenhadas as pistas condutoras que formam os circuitos onde serão fixados os componentes eletrônicos. Em modelos recentes, estima-se a existência de 250 ppm de ouro, 1000 ppm de prata e 100 ppm de paládio. A estimativa do Laboratório Federal para Ciência e Tecnologia de Materiais da Suíça (Empa) é que em 100 mil celulares haja cerca de 2,4 quilos de ouro e 25 quilos de prata. Tais elementos, classificados como metais nobres, possuem alto valor de mercado e baixa disponibilidade para extração na superfície terrestre. Além disso, por seu valor intrínseco, ouro e prata são importantes, inclusive, como opção de investimento, apresentando grande repercussão sobre o mercado financeiro. A cotação média de

ambos em Bolsas de Investimento Internacionais – a saber, Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) e Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque, respectivamente – nos últimos anos, indica uma tendência de valorização permanente dos elementos, conforme demonstrado pelo gráfico 8.

GRÁFICO 8: COTAÇÃO MÉDIA ANUAL DOS METAIS NOBRES NO MERCADO INTERNACIONAL



Fonte: DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral)

¹ Preço da prata cotado na Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque em dólares por quilograma (US\$/Kg); ² Preço do ouro cotado na Bolsa de Mercadorias & Futuros - BM&F em dólares por onça (US\$/oz);

NOTA: Os dados consultados para construção do gráfico estão disponíveis na tabela 6 do Apêndice 6.

Os aparelhos de telefonia móvel, por sua vez, concentram uma variedade de mais de 40 elementos químicos, dentre os quais cobre, estanho, índio e antimônio, responsáveis por cerca de 20% de seu peso e dotados de intenso grau de reciclabilidade. Estudando as propriedades dos elementos individualmente, observa-se que o cobre, por exemplo, é um excelente condutor de eletricidade, que atende, além da demanda de setores de energia elétrica e telecomunicações, ao complexo automobilístico e à

construção civil, com intenso consumo previsto para os próximos anos, em virtude da realização das obras de infraestrutura necessárias para sediar a Copa do Mundo e as Olimpíadas. O estanho, por sua vez, é essencial às indústrias siderúrgica (folhas de flandres), de soldas e química. Assim, percebe-se que a reciclagem dos metais básicos também detém grande importância para a economia nacional. Além destes, os instrumentos de comunicação telefônica incluem, ainda, metais valiosos como prata, ouro e paládio, em percentuais menores.

Em linhas gerais, é possível atribuir aos metais uma posição de predomínio entre os elementos que compõem a massa de eletrônicos descartados. Sob uma perspectiva agregada, o grupo chega a representar mais de 70% do peso dos resíduos, de acordo com os dados divulgados no 3rd International Workshop - Advances in Cleaner Production, realizado em São Paulo, entre os dias 18 e 20 de maio de 2011. A tabela 1 lista as principais substâncias encontradas em meio à sucata mista:

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DE 01 TONELADA DE SUCATA ELETRÔNICA

Componente	Porcentagem (%)
Ferro	Entre 35 e 40
Cobre	17
Fibras e plásticos	15
Alumínio	7
Papel e embalagem	5
Zinco	Entre 4 e 5
Resíduos não recicláveis	Entre 3 e 5
Chumbo	Entre 2 e 3
Ouro	0,0002 a 0,0003
Prata	0,0003 a 0,001
Platina	0,00003 a 0,00007

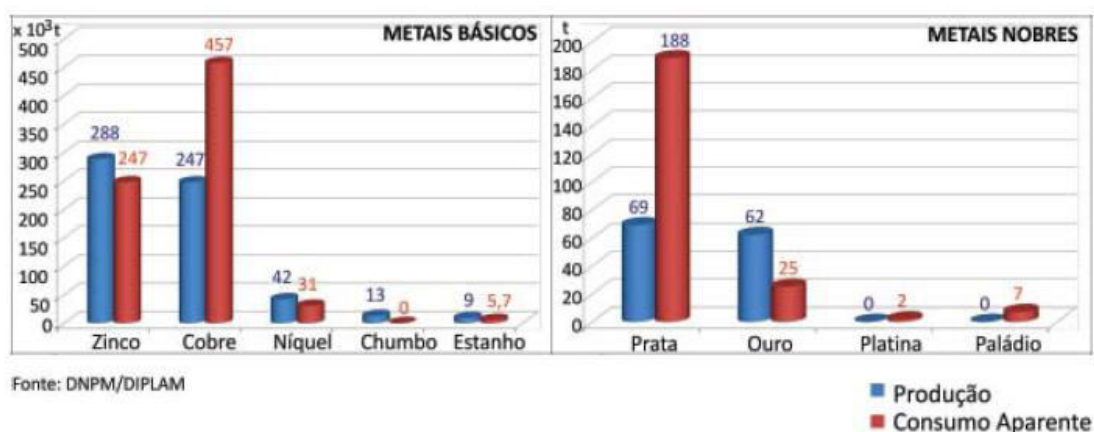
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2007) e Meius Engenharia Ltda (2009)

Observa-se, pois, que apenas uma fração muito restrita da massa descartada não pode ser reinserida no ciclo produtivo. Dentre alguns dos componentes de maior participação relativa na sucata, destacam-se do alumínio, cobre e ferro, cuja

porcentagem reciclável situa-se entre os 80% e 90%. Ouro e prata alcançam percentuais ainda mais elevados, sendo viável reaproveitá-los praticamente em caráter integral, conforme apresentado no gráfico 7.

Estatísticas divulgadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, publicadas no Sumário Mineral de 2012, indicam a defasagem verificada entre a produção e o consumo – desconsideradas variações de estoque - de alguns destes metais. O maior hiato existente é atribuído à prata, cuja demanda representa mais de 270% da produção nacional, seguido pelo cobre, com proporções superiores a 185%. Trata-se, porém, de dois elementos com enorme capacidade de transformação secundária, estando os respectivos percentuais de reaproveitamento em torno de 98% e 90%. Estas estimativas exemplificam o motivo de se adotar hoje a expressão ‘mina terrestre’ para designar os resíduos eletrônicos.

GRÁFICO 9 – CONSUMO APARENTE E PRODUÇÃO EM GRUPOS DE METAIS SELECIONADOS



2. A OPERACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO

Os resíduos são, essencialmente, submetidos a 3 macro etapas genéricas: coleta, pré-processamento (desmanche, fragmentação e separação) e processamento final, de acordo com as características físico-químicas dos elementos envolvidos.

O primeiro passo – coleta – deve ser titulado a distribuidores e importadores de eletrônicos, em conformidade com a PNRS, e contar com a colaboração do Estado e da população. Às empresas cabe instituir sistemas que viabilizem o fluxo de retorno dos produtos vendidos, enquanto ao consumidor consciente cabe atuar suportando o modelo previsto. Além disso, o Estado deve auxiliar o processo, promovendo iniciativas coletivas, como mutirões e canais diretos de coleta, e nomear pontos oficiais de entrega.

O momento seguinte - pré-processamento - engloba os estágios de manufatura reversa, onde os produtos são desmontados e os itens que os compõem classificados tecnicamente, e de neutralização das substâncias tóxicas, submetidas a diversos processos físico-químicos para torná-las menos nocivas ao ambiente.

Por fim, os materiais que podem ser reincorporados ao ciclo produtivo são encaminhados para reciclagem e os demais são dispostos conforme legislação vigente: incinerados ou encaminhados a aterros regulamentados.

Os resíduos recebidos pelas recicladoras são submetidos a procedimentos de valoração econômica: Inicialmente, a sucata é triturada e produz uma mistura homogênea, da qual é retirada uma amostra, encaminhada para laboratórios onde é analisada sua composição. O conteúdo da massa avaliada determina o preço pago pelo lote, servindo como parâmetros as quantidades e tipos de metais encontrados.

A seguir, a massa obtida é reunida a outros materiais, de diferentes origens, e procede-se à etapa de refino dos lotes maiores. Hoje, a maioria das firmas trabalha com 3 linhas de processo, subdivididas de acordo com os metais coletores utilizados: o cobre é empregado para atrair, sobretudo, ouro, paládio e selênio; o chumbo captura prata, estanho e bismuto; e o níquel age como ímã para platina e ródio, principalmente. O produto deste método serão três diferentes ligas, cujos metais formadores serão, a partir de sua estrutura química, destacados.

3. AS OPORTUNIDADES NA INDÚSTRIA

As oportunidades de inovação no ramo da reciclagem de eletrônicos são vastas. Trata-se de um setor relativamente novo, com amplo espaço para investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, que explorem vantagens competitivas de custos e ganhos de escala, decorrentes da associação entre indivisibilidade técnica das plantas de reciclagem e sinergia pela integração a outros setores da economia.

A unificação das três linhas de processo utilizadas para refino do agregado reciclável é um exemplo de avanço tecnológico já alcançado na atividade. Através de uma planta comum que reúna os três coletores empregados para separar as ligas metálicas, foi possível aumentar a escala da operação e reduzir seu custo médio.

Outra experiência notável foi desenvolvida na China. Os pesquisadores da Universidade Shanghai Jiao Tong descobriram um método capaz de recuperar metais sem liberar fumaças tóxicas. A técnica envolve a moagem das peças e utilização de um campo elétrico de alta voltagem para separação entre componentes metálicos e não-metálicos. Os primeiros podem, então, ser submetidos à destilação fracionada a vácuo, enquanto o restante é compactado para utilização como material de construção. A equipe testou o procedimento com 400 quilos de placas de circuito impresso coletadas em depósitos de oficinas eletrônicas e lixo doméstico. Uma máquina com cortadores rotativos as esmagou e um moinho de martelos pulverizou em partículas com menos de 1 milímetro de diâmetro. Foi, então, acionado o campo elétrico de alta voltagem, que permitiu a separação dos elementos em função da diferença entre a condutividade elétrica das duas categorias.

Segundo os dados divulgados pela pesquisa “e-Wastes Recovery and Recycling”, realizada pela ABI Research, a taxa anual de crescimento prevista para o mercado mundial de reciclagem de eletrônicos supera os 20%, o que significaria uma expansão no volume de recursos movimentados de US\$ 5,7 bilhões em 2009, para quase US\$ 14,7 bilhões até o final de 2014.

O campo disponível para investimentos em eficiência no setor é, portanto, enorme e crucial para as empresas, devido às oportunidades de apreensão de lucros extraordinários envolvidas. As novas tecnologias criadas são contempladas pelo registro de patente e podem se transformar em poder de mercado para as firmas.

4. IMPACTOS SOBRE O MERCADO E A SOCIEDADE

4.1 VANTAGENS DE CUSTOS

De acordo com Porter, uma das fontes básicas de obtenção de vantagem competitiva é a estratégia de liderança de custos. Nesse caso, a empresa se empenha em se tornar o produtor com mais baixos custos em um determinado ramo de atividades. Em geral, se direciona à produção de um bem standardizado, trabalhando seus aspectos essenciais com foco no barateamento do processo, em termos absolutos e relativos. Para tanto, explora especificidades mercadológicas e tecnológicas, tais como efeitos de aprendizagem, economias de escala, preço dos insumos e integração vertical.

Em relação à indústria de transformação primária, a manufatura reversa apresenta vantagens comparativas por conseguir gerar os mesmos produtos – os metais - a um custo inferior, uma vez que o processo dispensa diversas etapas necessárias à extração bruta, além de economizar energia. O valor comercial dos metais reciclados, entretanto, obedece à cotação de mercado, que não distingue sua procedência, ou seja, será único para matéria primária ou secundária. Logo, a receita marginal obtida supera o custo marginal, concedendo às recicladoras o poder de modificar a estrutura econômica da cadeia em que estão inseridas.

4.2 NOVO EQUILÍBRIO NO MERCADO DE ELETRÔNICOS

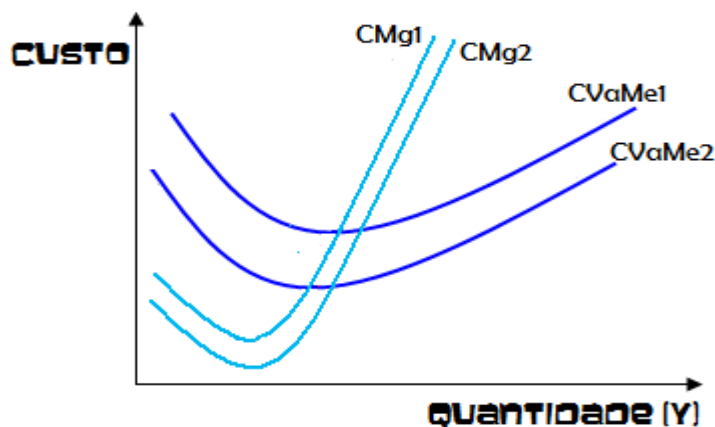
A reversão dos metais ao ciclo produtivo é responsável por incrementar a oferta dos bens e conter seu valor de mercado, uma vez que reduz o custo médio de produção em relação à extração bruta e alivia o fator escassez.

Conforme Varian (2003), a curva de custos de uma empresa é a função que relaciona os insumos consumidos no processo e sua cotação de mercado, determinando o dispêndio total necessário ao exercício produtivo. Assim, o emprego da matéria secundária geraria uma grande economia em termos de valor da matéria-prima consumida por unidade de produto fabricado. Equacionando-se a relação descrita, os custos totais - $C(y)$ - de empresas que trabalham com metais como insumos estariam expressos em:

$$C(y) = c(y) + F$$

onde F se refere aos custos fixos do processo - inalterados pela introdução dos materiais reciclados - e $c(y)$ representa o custo variável como uma função da quantidade de unidades produzidas. O valor deste coeficiente seria modificado a partir do uso dos metais secundários, acarretando a redução tanto dos custos marginais, quanto dos custos variáveis médios do fabricante, conforme exposto no gráfico 10.

GRÁFICO 10 - DINÂMICA DE CUSTOS DO FABRICANTE A PARTIR DA INTRODUÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA RECICLADA



LEGENDA:

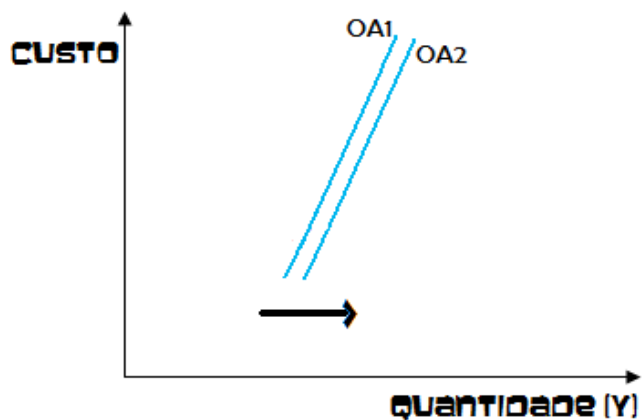
CMg1: Custo Marginal da firma em um mercado restrito à disponibilidade de matéria-prima primária; CMg2: Custo Marginal da firma após introdução da matéria-prima reciclada; CVaMe1: Custo Variável da firma em um mercado restrito à disponibilidade de matéria-prima primária; CVaMe2: Custo Variável da firma após introdução da matéria-prima reciclada

O gráfico ilustra o movimento de retração no custo variável médio por bem eletrônico produzido, devido à diminuição no custo da matéria-prima consumida. Concomitantemente, observa-se a queda no custo unitário do produto incremental.

A partir dos microfundamentos da economia clássica é válido supor que, em mercados competitivos, a curva de oferta da firma corresponderá graficamente à parcela da linha de custo marginal superior à curva de custos médios incorridos por unidade. Nesta região ocorre a equalização marginal entre custo e receita (equivalente, no caso, ao preço unitário de mercado).

Logo, a introdução dos materiais reciclados resultará em um deslocamento paralelo da Curva de Oferta da firma no sentido da direita, como apresentado pelo gráfico 11, em resposta à redução na razão entre custos e quantidade fabricada.

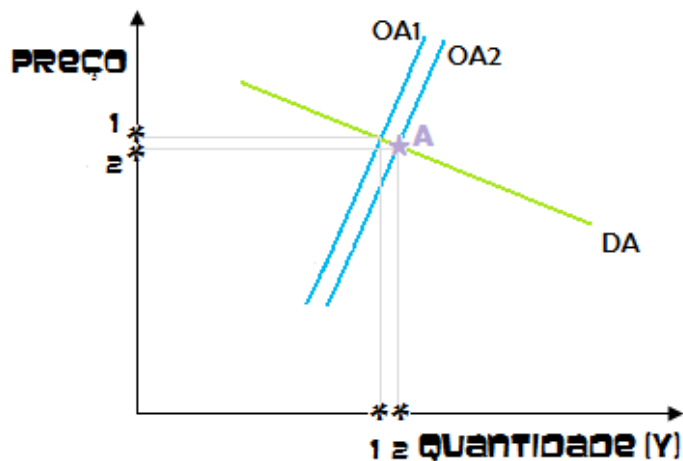
GRÁFICO11 - DESLOCAMENTO DA CURVA DE OFERTA DA FIRMA

**LEGENDA:**

OA1: Oferta Agregada da firma em um mercado restrito à disponibilidade de matéria-prima primária; OA2: Oferta Agregada da firma após introdução da matéria-prima reciclada

Uma vez que a demanda existente no complexo eletrônico é permanente, independente do tipo de matéria-prima empregada na produção, e negativamente inclinada em relação ao valor comercial dos produtos, o movimento de queda dos preços será concomitante à expansão da quantidade demandada, culminando em um novo ponto de equilíbrio do mercado: A (Y_2, P_2). O gráfico 12 ilustra a transição.

GRÁFICO 12 - DINÂMICA DO EQUILÍBRIO DE MERCADO APÓS INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA DE RECICLAGEM



LEGENDA:

DA: Demanda Agregada, indiferente quanto à origem da matéria-prima empregada; OA1: Oferta Agregada da firma em um mercado restrito à matéria-prima primária; OA2: Oferta Agregada da firma após introdução da matéria-prima reciclada

Por fim, cabe ressaltar que todos os bens que consomem metais em sua fabricação seriam beneficiados a partir da redução no custo dos insumos. Dentre estes segmentos, os que exercem maior impacto sobre a economia nacional são o complexo automotivo, que já emprega a matéria reciclada na construção de novos catalisadores, e o setor agrícola, por influência da indústria de fertilizantes.

4.3 INCENTIVO À INDÚSTRIA NACIONAL

O complexo eletrônico se apresenta historicamente como um setor deficitário frente à concorrência externa. A política adotada pelo Estado privilegiou a atração do capital externo e a instalação de multinacionais, em detrimento do investimento em tecnologia proprietária. O mercado interno permaneceu, então, desde sua origem, abastecido prioritariamente por importações, o que contribuiu para a vulnerabilidade da

economia nacional e o endividamento externo brasileiro. Além disso, sujeitou os consumidores às oscilações cambiais e a patamares de preços demasiado elevados, como consequência de sobretaxações, impostos e custos adicionais em logística de longas distâncias para armazenamento, transporte, suporte técnico e manutenção. As medidas fiscais deferidas pela administração pública reforçaram a instalação de um parque industrial dominado por empresas multinacionais, onde prevaleceu a montagem final de equipamentos.

A reciclagem, ao reduzir internamente o custo da matéria-prima, aumenta a competitividade nacional, favorecendo a indústria local.

4.4 EVOLUÇÃO INSTITUCIONAL DO COMPLEXO ELETRÔNICO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

O ambiente institucional consolidado no Brasil, sobretudo a partir da década de 1970, propiciou a concentração territorial dos empreendimentos instalados nos setores de informática, telecomunicações e eletrônica de consumo. A Zona Franca de Manaus, criada pelo decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967 (alterado pelo Decreto-Lei nº 1.435, de 16 de dezembro de 1975 e pela Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991), demarcou a região como área de livre comércio para efeitos de importação e exportação, além conceder incentivos fiscais específicos às indústrias locais, como a isenção de IPI, condicionada à aprovação do PPB. A ZFM como um todo movimentava cerca de 20 bilhões de reais, sendo 84% do faturamento devido aos bens eletrônicos, e gera cerca de 50 mil empregos diretos.

O planejamento Estatal, via promoção de tecnopolos, também contribuiu para concentrar incubadoras e empresas de alta tecnologia das áreas de microeletrônica, computação e telecomunicações. É o caso do chamado “Vale do Silício brasileiro”, localizado em Campinas, no interior de São Paulo. Outro exemplo é o “Porto Digital”, parque tecnológico situado no centro de Recife, do qual participam 150 empresas de TI. Conforme informações divulgadas pela Agência Brasil, o faturamento médio por unidade teria sido de, aproximadamente, R\$ 1 bilhão em 2012.

A concentração espacial da indústria de alta tecnologia, por sua vez, gera uma vantagem territorial para instalação das recicladoras no território brasileiro, uma vez que a proximidade cria oportunidades para eliminação de alguns dos custos logísticos relativos ao abastecimento e operação das firmas, além de facilitar o acesso a um dos grandes nichos de potenciais consumidores – os próprios fabricantes de eletrônicos.

4.5 PERFIL PSICOLÓGICO E COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

A análise das decisões de consumo do brasileiro permite traçar um perfil genericamente preocupado com o status social, onde mesmo os extratos sociais de menor poder aquisitivo reproduzem as características da demanda de classes de renda superior. As quantidades consumidas, no caso, derivam diretamente da restrição orçamentária de cada grupo, motivo pelo qual a economia proporcionada pelo uso da matéria secundária seria relevante para o aumento das vendas no setor.

Paralelamente, em um cenário onde a sustentabilidade adquire cada vez maior projeção, a incorporação de mecanismos de preservação ambiental configura um atributo de sofisticação da mercadoria, ampliando seu poder de atração sobre o consumidor. Sob tal perspectiva, destaca-se a previsão de Paulo Roberto Leite que, mesmo antes da homologação da PNRS, propusera que desta maneira a imagem corporativa ganharia espaço no ambiente competitivo, visto que as organizações buscam relacionamentos duradouros com os clientes, e estes, devido à crescente consciência ecológica, teriam passado a exigir-lhes maior responsabilidade socioambiental.

5. BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS

O ‘Princípio da solidariedade transgeracional’ é um dos pilares de sustentação do direito ambiental, derivado de pesquisas científicas que retrocedem à origem da civilização humana. Assim, tendo a existência do planeta sido datada em milhões de anos, é previsto que ainda perdure por muitos outros. A partir desta suposição, destaca-

se a relevância de se respeitar a natureza no presente como forma de assegurar um futuro sustentável para as gerações vindouras.

De acordo com Maria Cecília J. Lustosa e Carlos Eduardo F. Young (2002), o princípio do desenvolvimento sustentável enuncia que, devido aos recursos naturais consumidos nos processos industriais serem finitos e, muitas vezes, não renováveis, sua utilização deve ser racional a fim de que atendam, também, às gerações futuras.

A mesma ideia é expressa por Ignacy Sachs, em sua obra “Desafio do século XXI”, cuja primeira publicação data de 2005. O livro aborda a sustentabilidade como o grande foco de conflitos da sociedade contemporânea, explicando o impacto que exerce sobre a coletividade em suas diferentes formas de organização ao longo do tempo. Segundo o autor, a sustentabilidade dependerá da capacidade humana de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza. Para ele, o termo deveria ser desdobrado em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo.

A reciclagem está, portanto, perfeitamente alinhada ao conceito de sustentabilidade. Os novos empregos gerados e o combate à marginalização da massa operária de baixa escolaridade ilustram sua função social. Do ponto de vista ambiental, a atividade preserva e recupera recursos naturais, o que é economicamente relevante, já que permite dinamizar o setor secundário e reduzir o custo da operação, refletido no preço final ao consumidor.

5.1 INCLUSÃO SOCIAL

O barateamento dos equipamentos populariza o uso de tecnologias de informação e comunicação, contribuindo para homogeneizar o acesso ao conhecimento e intensificar a interação entre indivíduos de classes econômicas distintas. Quanto ao consumo individual, é importante destacar o valor de utilidade atribuído pelos usuários a variáveis como entretenimento, comodidade e lazer, que se estende para diferentes extratos da população, favorecendo a equidade social.

5.2 EMPREGO E RENDA

As atividades de seleção e separação de componentes recicláveis se apresentam como uma alternativa de ocupação formal para indivíduos de baixa escolaridade. Trata-se de uma competência técnica de rápida aprendizagem, que vai ao encontro de uma grave demanda social brasileira, onde, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) apenas 51,6 % da população cursou o ensino médio.

O treinamento de profissionais para triagem de materiais é um processo simples que não requer graduação completa, como pôde ser verificado através da experiência empreendida no Instituto Gea-Ética e Meio Ambiente, em parceria com o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (Cedir), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

O projeto, denominado Eco-Eleto, promoveu, ao longo de 2012, cursos para formação de recursos humanos especializados na separação dos materiais recicláveis. A iniciativa incluiu mais de 50 cooperativas de catadores no Estado de São Paulo. Como um benefício adicional do programa, a instituição ressaltou o fato dos profissionais capacitados se transformarem em multiplicadores dos conhecimentos adquiridos, originando, inclusive, uma categoria de trabalhadores responsável por ensinar os procedimentos corretos a outros candidatos. A institucionalização da prática incentiva a vinculação direta e permanente da nova classe às grandes indústrias de eletrônicos.

O potencial do setor em absorver mão de obra é visível na pesquisa “Empregos Verdes: Trabalho decente em um mundo sustentável e com baixas emissões de carbono”, encomendada em 2008 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em iniciativa conjunta à Organização Internacional do Trabalho (OIT), a Organização Internacional de Empregadores (OIE) e a Confederação Sindical Internacional (CSI). O relatório estima que na China 10 milhões de pessoas estejam empregadas em indústrias recicladoras, sendo mais de 700 mil estritamente na reversão de eletrônicos. Já o Bureau of International Recycling (Federação Internacional das

Indústrias de Reciclagem), com sede na Bélgica, calcula que seus membros empreguem mais de 1,5 milhão de pessoas em 60 países.

A reciclagem oferece, inclusive, oportunidades promissoras para profissionais de alta qualificação, dado que se trata de um segmento industrial recente, com enorme potencial de expansão e lucratividade, que demanda pesquisadores e desenvolvedores com elevado nível de conhecimento tecnológico para se dedicarem à busca por inovação.

5.3 SAÚDE PÚBLICA

A reciclagem se apresenta como ação mitigadora aos riscos da disposição inadequada da sucata eletrônica, contribuindo para preservar a saúde humana. O abandono dos materiais em aterros sem homologação sujeita à contaminação milhares de pessoas que diariamente reviram os lixões em busca de subsistência, bem como moradores das regiões circunvizinhas que são indiretamente expostos aos riscos.

Os ‘Retardantes de Chama Bromados’, por exemplo, são compostos utilizados para aumentar a resistência ao fogo. Quando em combustão, porém, liberam emissões tóxicas que se acumulam no corpo e podem levar a malformações fetais, diminuição da fecundidade e das taxas de crescimento, além de causar doenças no sistema imunológico. Os três tipos principais - o Polibromobifenilo (PBB), o Éter difenil polibromado (PBDE) e o Tetrabromobisfenol - A (TBBPA) – estão presentes em grande quantidade em aparelhos eletroeletrônicos. Já o cloro, comumente empregado na indústria eletrônica - sobretudo no formato de cloreto de polivinila, o popular plástico PVC - produz grandes quantidades de cloreto de hidrogênio, caso seja queimado. O gás, uma vez inalado, compromete o sistema respiratório e, quando combinado com a água, forma o ácido clorídrico.

Grande risco de intoxicação decorre, também, da exposição ao cobre, associado, ainda, a disfunções hepáticas. Já o chumbo está entre os metais que envolve maior perigo de contaminação, sendo proibido em concentrações superiores a 0,1%. A

substância se acumula desde os cabelos e unhas, até os ossos, cérebro, fígado e rins, causando sintomas, que incluem vômitos, diarreia, perda de apetite, dor abdominal, constipação, fadiga, insônia, irritabilidade, dores de cabeça e convulsões, mesmo em baixas concentrações. Uma vez prolongado o intervalo de contato, pode afetar irreversivelmente rins e conexões nervosas, causando quadros graves de anemia e distúrbios cerebrais. A prata é outro caso extremo de dano à saúde resultante do efeito cumulativo dos metais. Juntos, 10 g de nitrato de prata são considerados letais.

Os bifenilos policlorados são outro composto químico que merece destaque, em razão da respectiva propriedade de bioacumulação. Assim, devido à elevada solubilidade lipídica e baixa taxa de metabolismo que detêm, se acumulam em tecidos ricos em gordura e são transmitidos ao longo da cadeia alimentar. Quanto aos malefícios decorrentes, constituem fator cancerígeno, verificado através de estudos com animais, e são responsáveis por disfunções nos sistemas imunológico, reprodutor, nervoso e endócrino.

5.4 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

Além de proteger o meio ambiente da exposição aos efeitos nocivos dos materiais descartados, a reciclagem oferece uma fonte importante para obtenção de novos recursos, prevenindo a escassez e o desgaste ambiental. Sob este aspecto, é importante ressaltar que a qualidade da matéria-prima e suas propriedades originais não se alteram ao longo do processo de transformação secundária.

Outra oportunidade que surge com a prática está relacionada à preservação da matriz energética nacional. O relatório elaborado pelo Worldwatch Institute, atendimento à demanda do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), no ano de 2008, apresenta dados que demonstram a economia de recursos energéticos que poderia ser obtida caso a reciclagem de metais no setor de alta tecnologia alcançasse a taxa da indústria tradicional. De acordo com o documento divulgado, isso ocorreria porque a reversão dos metais gasta entre duas e dez vezes menos energia do que a fundição dos minérios brutos.

Como ilustração cabe citar o caso do alumínio, cuja fabricação de uma tonelada demanda cinco outras de bauxita, um recurso natural não-renovável, que seria economizado caso fosse empregada matéria secundária. Neste caso, também se observaria redução no consumo energético, sendo gasto apenas 5% do potencial exigido pela extração primária (95% poupado). Como vantagem adicional, verifica-se, ainda, a contenção da poluição atmosférica, uma consequência natural da redução no combustível demandado pelo processo.

Outro exemplo diz respeito à reinserção do aço no circuito produtivo. O material é fruto da combinação entre agregados de ferro e carvão com baixíssimas quantidades de outros metais, como molibdênio, cromo, níquel, tungstênio, nióbio, etc. O reaproveitamento de uma liga de uma tonelada poupa praticamente 1,5 toneladas de minerais de ferro e aproximadamente 150 kg de carvão, além de colaborar com uma economia média de 70% do gasto energético da operação e reduzir em 40% o consumo de água.

A contribuição da reciclagem à preservação ambiental envolve, portanto, a economia de materiais escassos e esgotáveis, a preservação da energia e água, demandadas para transformação dos itens em matéria-prima, a redução das áreas degradadas pela extração de minérios, a prevenção da poluição e, por fim, o aumento na disponibilidade nos lixões, viabilizando o recebimento de outros tipos de lixo, para os quais não haja possibilidade de reinserção no processo produtivo.

CAPÍTULO III - ESTUDO DE CASO

Como forma de avaliar o resultado concreto das práticas de reciclagem analisadas, foi estudado o caso da Itautec, membro do Grupo Itaúsa – Investimentos Itaú S.A.

A empresa foi fundada em 1978 e, desde então, produz equipamentos de automação bancária e comercial, computadores e notebooks.

A implementação de seu sistema interno de proteção ambiental data de 2001, ano em que recebeu a certificação ISO 14000 em suas fábricas de São Paulo e Manaus. Em 2003, empreendeu os primeiros estudos sobre a desmontagem de material eletrônico obsoleto com o objetivo de conhecer o potencial de reciclagem de seus componentes. Desta forma constatou que 100% dos bens de informática com os quais trabalhava eram recicláveis e aplicou R\$ 350 mil na construção de uma área destinada ao seu acondicionamento e tratamento adequado.

Como resposta às novas demandas do mercado internacional, entre 2006 e 2007, a Itautec destinou mais de R\$ 3 milhões para adequação de suas linhas produtivas à diretriz RoHS. O investimento consistiu em um processo produtivo inteiramente “lead free” - ou seja, livre de chumbo - compatível com os requisitos europeus.

A maior dificuldade para substituição das técnicas de soldagem baseadas no padrão Estanho/Chumbo residiu em encontrar ligas capazes de reproduzir tal comportamento mecânico. O trabalho de P&D realizado consistiu na análise dos elementos In, Sb, Bi, Cu e Ag, cujas propriedades químicas permitem sustentar um baixo ponto de fusão nas ligações com o estanho, o que era necessário para assegurar a integridade dos invólucros (empacotamentos) em montagens eletrônicas.

O primeiro exemplar isento de metais pesados foi lançado em fevereiro de 2009 - o notebook Infoway W7650 – sem que a medida onerasse o preço final. Hoje, o processo de soldagem sem chumbo está plenamente incorporado e emprega o chamado

modelo SAC (Sn – Estanho, Ag – Prata e Cu – Cobre). Os desktops e notebooks fabricados são livres de chumbo ou outras substâncias nocivas ao meio ambiente, sem que isto resulte no encarecimento da produção.

No mesmo ano, registrou sua linha de produção de bens de informática junto à Electronic Product Environmental Assessment Tool (Epeat) em sua classificação mais alta – o nível Gold - por atender com excelência a mais de 75% dos 51 requisitos da organização. Hoje, o selo de qualidade ambiental EPEAT está presente em 89 produtos.

Em 2010, o programa atingiu o volume recorde de 3.842 toneladas de resíduos reciclados – dos quais: cerca de 140 mil desktops e mais de 5,6 mil ATMs – o que, conforme informado, significa um acréscimo de 524% em comparação com o ano anterior. Do montante, 53,8 toneladas de placas eletrônicas foram entregues à recicladoras externas, já que o Brasil ainda não possui tecnologia disponível para o processo. O restante foi integralmente processado por empresas nacionais.

No ano passado, a empresa despachou para a reciclagem cerca de 470 toneladas de materiais. O volume inclui 22 toneladas de placas, 180 toneladas de metal e 148 toneladas de plástico, além de 141 toneladas de cabos e borra de solda.

Segundo informado, os clientes externos passaram a incluir nos contratos cláusulas sobre a destinação das máquinas pós-consumo, o que demonstra a importância competitiva do sistema de reciclagem implementado. Além disso, destaca-se a importância atribuída à questão entre corporações e organizações do setor público, que também integram a cartela de clientes da empresa. Atualmente, os lotes recebidos são desmontados, descaracterizados, pesados e têm suas partes segregadas por tipo de material e encaminhadas a recicladores homologados.

O fluxo de retorno dos produtos pós-consumo tem início com sua devolução por clientes particulares, recolhimento após o término de contratos corporativos, ou, ainda, através da retirada de peças comprometidas em visitas de assistência técnica. Os resíduos são, então, destinados à sede da Itautec, em Jundiaí/SP.

Em visita às instalações da empresa foi possível observar o processo completo de reciclagem que ocorre no local. A figura 1 exibe a entrada da fábrica, que funciona como sede da empresa e o fluxograma 1 ilustra as fases do processo de reciclagem, detalhadas à diante.

FLUXOGRAMA 1 - CICLO DE VIDA DOS BENS PRODUZIDOS PELA ITAUTEC



Fonte: Itautec

Etapa 1. Recebimento e Desmontagem: Os equipamentos recolhidos em todas as 35 filiais distribuídas pelo Brasil e demais pontos autorizados são encaminhados à fábrica em Jundiaí, onde são completamente desmontados.

Etapa 2. Descaracterização: São adotados procedimentos específicos para inviabilizar que qualquer parte dos equipamentos possa ser utilizada para outra finalidade senão a reciclagem. A empresa emite aos clientes (quer pessoais ou corporativos) relatórios de detalhamento da atividade, ilustrados, inclusive, com fotografias do processo e instrumentos empregados para descaracterização, como indicador físico de sua execução.

Etapa 3. Segregação: Neste momento os materiais são distribuídos em compartimentos específicos para cada tipo: metal, plástico, fios, placas de circuito interno, fontes de alimentação e baterias e alumínio.

Etapa 4. Destinação final: Todos os elementos viáveis são direcionados a recicladoras especializadas, aqueles que não são passíveis de renovação são destinados a aterros regulamentados, ou incineração, conforme necessidade. Atualmente, apenas as placas dos processadores precisam ser enviadas para reciclagem fora do País. Para a reciclagem de todas as outras peças já há tecnologia interna disponível, sendo a preferência concedida às transformadoras nacionais.

Em relação ao retorno financeiro da venda dos resíduos, a empresa ressaltou a importância das borras de solda. Por serem compostas por metais nobres, sua reciclagem se torna tão lucrativa que proporciona recursos suficientes para custear o tratamento final de todos os outros elementos.

Etapa 5. Reaquisição da Matéria Prima: Algumas matérias-primas que são originadas da reciclagem, como metais e alguns tipos de plásticos são comprados pela empresa para produção de novos equipamentos.

Etapa 6. Produção: O novo exercício produtivo é procedido de forma independente da origem da matéria prima utilizada. A operação é executada em conformidade com os requisitos constantes na diretiva europeia Rohs e no programa norte-americano EPEAT.

Etapa 7. Uso: Uma vez vendidos, os equipamento serão utilizados pelos consumidores até, novamente, ocorrer o descarte final.

Etapa 8. Descarte: a Itaotec trabalha no sentido da conscientização do usuário a respeito da importância de destinar o produto descartado a uma autorizada da Itaotec. Neste sentido, a empresa destaca que há anos vêm desenvolvendo um estudo para identificar maneiras de coletar os computadores vendidos a pessoas físicas. Até o momento, entretanto, a rastreabilidade de cada produto em caráter individual se mostrou inviável.

Quanto à possibilidade de adotar programas de reembolso aos consumidores que devolverem seus antigos eletrônicos, se mostra desfavorável, por considerar que o usuário não aceitará a perda de valor intrínseca e por avaliar que os custos da iniciativa impediriam sua execução.

Um diagnóstico quantitativo do processo, realizado em 2010, estimou um total de 3.842 toneladas de resíduos reciclados, cujo saldo foi uma contribuição financeira capaz de cobrir 66% dos gastos com gestão ambiental. Atualmente, enxerga-se na recuperação das borras de solda a oportunidade de custear todo o processo de destinação final dos equipamentos pós-consumo. Estes resultados demonstram a importância do Centro de Reciclagem como ferramenta de redução de custos para a empresa.

CONCLUSÃO

O presente trabalho surgiu em resposta ao alarme emitido pela ONU, ao divulgar ranking em que o Brasil aparece classificado como o maior gerador de lixo tecnológico per capita dentre os países em desenvolvimento avaliados. Frente à irrevogável tendência expansiva do segmento de eletrônicos, contraposta ao entrave inevitável do esgotamento dos recursos não renováveis consumidos no processo, foi proposta a economia circular como alternativa conciliatória para atender a todas as necessidades do mercado.

A análise físico química das propriedades dos elementos contidos nos resíduos eletrônicos serviu, então, ao respectivo enquadramento no conceito de externalidades negativas, em função de suas características orgânicas e repercussão mercadológica. Desta forma, demonstrou-se a importância do acompanhamento e gestão dos bens ao longo de sua vida útil, até o destino final.

O estudo desenvolvido baseou-se na proposição de que os custos sociais da produção eletrônica tendem a aumentar continuamente a taxas marginais crescentes, consonantes à expansão setorial. Como instrumento de contenção - ou mesmo reversão - da progressividade dos custos foi sugerida a reinserção dos materiais descartados no ciclo produtivo. Neste sentido, foi abordada a conformação técnica da planta de operação das recicladoras, cuja estrutura prevê oportunidades para obtenção de custos marginais decrescentes e ganhos de escala, a serem alcançados por meio de atividades de pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica. A observação foi apresentada como um argumento a favor do investimento no setor, como forma de se tornar economicamente rentável e auto-sustentável. Na sequência, foi possível constatar que a reinserção dos materiais no circuito produtivo se constitui em uma significativa fonte de recursos futuros. Trata-se de uma legítima mina sobre o solo, capaz de solucionar a escassez futura, além de superar a atividade extrativa tanto em termos de quantidades produzidas, quanto em relação aos custos financeiros e ambientais decorrentes.

Ainda sob o enfoque da sustentabilidade econômica, foram apresentados dados sobre o grau de reciclabilidade dos componentes eletrônicos, aos quais foram incluídas informações comparativas entre os níveis de energia consumida pelo beneficiamento da matéria bruta ou transformação secundária, ratificando as contribuições potenciais do projeto.

Outros benefícios foram identificados, como resultado do levantamento realizado a respeito da empregabilidade no setor: Verificou-se a existência de oportunidades promissoras para profissionais de diferentes níveis de qualificação, tanto em serviços simples, como coleta e triagem dos materiais, quanto na área de pesquisa e desenvolvimento, direcionados à inovação tecnológica. Além disso, os registros acerca da mão de obra ativa aplicada na fabricação de eletrônicos no Brasil demonstram uma taxa de crescimento inferior a do faturamento. O valor absoluto de profissionais contratado internamente é, também, muito ao baixo quando comparado às referências internacionais.

Quanto à normatização que rege a cadeia nacional de eletrônicos, verificou-se a preferência por instrumentos de comando e controle, em detrimento de taxações ou subsídios, como estratégia de condução do comportamento dos agentes. A justificativa está em não existirem ferramentas precisas para mensuração do valor suficiente para assegurar uma determinada conduta em mercados reais não idealizados. O mesmo formato foi adotado internacionalmente, conforme ilustrado pelo detalhamento da diretiva Rohs.

Ainda em relação à legislação aplicável ao setor, verificou-se a importância do atendimento aos parâmetros internacionais de sustentabilidade como forma de combater possíveis barreiras externas, de caráter não-tarifário, por parte dos países importadores.

A análise dos dados divulgados pela ABNEE sobre as exportações brasileiras aponta crescimento das parcelas destinadas aos EUA e UE. Assim, fica evidente a necessidade de adequação às diretrizes Rohs, WEEE e aos critérios EPEAT – detalhados neste trabalho - para sustentação da competitividade externa. Iniciativas

como a implantação dos processos Lead Free, adotada pela empresa Itaotec, exemplificam a aderência aos padrões. Observou-se, então, que, hoje, os equipamentos eletrônicos destinados à exportação são submetidos a procedimentos de avaliação laboratorial minuciosa para detecção e aferição dos compostos químicos regulamentados.

O sistema de gestão sustentável implementado pela Itaotec foi, portanto, empregado como ilustração de um caso concreto de sucesso real. A vivência prática da empresa, que há anos atua sob as égides das orientações emitidas internacionalmente, foi descrita e confrontada com a proposta teórica apresentada. O resultado foi a negação de algumas das hipóteses levantadas: De início já foi possível notar que a percepção da área de marketing contradizia a suposição sobre a sensibilidade das vendas ao programa de sustentabilidade empreendido. Segundo as entrevistas realizadas, apenas os investidores atribuíam valor econômico ao tema, sendo seu impacto restrito ao mercado de capitais, à margem das oscilações comerciais.

Outra contribuição foi o questionamento acerca do impacto final do custo técnico da reciclagem sobre o orçamento empresarial. No caso específico da Itaotec, ficou comprovada capacidade do sistema em compensar seus próprios gastos, através da venda dos componentes obsoletos às recicladoras, com destaque para a borra de solda, empregada para soldagem das peças na placa de circuito impresso dos equipamentos eletrônicos. Conforme informado em entrevista, o retorno obtido deriva do elevado valor intrínseco dos elementos químicos que as compõem, tendo sido essencial para demonstrar o potencial de auto sustentação do sistema.

Expandindo o panorama da análise, ainda foi possível constatar que o modelo de gerenciamento adotado afeta toda a sociedade, incluindo suas esferas ambiental, humana e organização econômica. A conclusão básica é que todos os agentes atuantes no segmento de eletrônicos devem apoiar e colaborar com a reciclagem, agindo coordenadamente para combater as ineficiências econômicas características do mercado em questão.

O sucesso do projeto preconiza a concessão de incentivos e isenções fiscais, além de assessoria creditícia por parte do governo. A adesão e o comprometimento dos consumidores também são essenciais para incentivar e viabilizar o seu custeio. A expectativa em relação ao trabalho desenvolvido foi contribuir com a divulgação dos benefícios socioambientais envolvidos, ressaltando as oportunidades econômicas relacionadas à difusão da reciclagem e à consolidação de um novo padrão de gestão dos resíduos eletrônicos até sua destinação final. A síntese da discussão levantada é que se trata de um modelo capaz de conciliar responsabilidade socioambiental e crescimento econômico, à medida que cresce a população e o nível de resíduos produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA.

Comportamento da Indústria Eletrônica. Ano 2012. Projeções para 2013.

Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/dados12.pdf>

Último acesso 08/08/2013

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL –Logística

Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Análise de Viabilidade Técnica e

Econômica Brasília 2012. Disponível em:

http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf Último acesso:

8/8/2013

AGÊNCIA FASEP. Poli/USP inaugura laboratório de sustentabilidade .2010

Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/12800>

Último acesso: 20/ 07 2013

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Produtos para a saúde. In:

Seminário Internacional sobre Diretivas WEEE e RoHS .

Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Produtos+para+Saude/Assunto+de+Interesse/Publicacoes/Seminario+Internacional+sobre+Diretivas+WEEE+e+RoHS>

Último acesso: 19/07/2013

AISSE, Miguel Mansur, OBLADEN, Nicolau Leopoldo, SANTOS, Arnaldo Scherer.

Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos. Curitiba: CNPq/ ITAH/ IPPUC/

LHISAMA- UCPr, 1982.

AMBIENTE BRASIL. Ambiente Reciclagem. Reciclagem de Metal

Disponível em:

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_metal.html?query=BAUXITA

Último acesso: 20/07/2013

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 8ª edição. Editora Lumen Juris..2005.

BM&F BOVESPA. Mercadorias e Futuros.

Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/mercadorias-e-futuros.aspx?idioma=pt-br> Último acesso: 19/07/2013

BORGES, J T Resíduos de origem eletrônica. Reciclagem e acondicionamento de resíduos de equipamentos eletrônicos no Pólo Industrial de Manaus visando à inserção social e digital.2010 THTAMBIENTAL.artigos.

Disponível em: <http://www.thtambiental.com.br/wp-content/uploads/2010/02/E-Waste.pdf> Último acesso: 20/07/13

BRASIL .DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Sumário Mineral . Coordenadores Thiers Muniz Lima e Carlos Augusto Ramos Neves Brasília: 2012.ISSN 0101 2053

BREJÃO, A.S. e SILVA, M.L.P. Análise preliminar do descarte de equipamentos eletrônicos pelos consumidores: um desafio. In: VII workshop de pós-graduação e pesquisa do Centro Paula Souza. , 2012.

Disponível em : <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/007-workshop-2012/workshop/trabalhos/ambsaudeseg/a-analise-premilar.pdf> Último acesso :19/07/2013

CALVÃO, A. M. e cols. O Lixo Computacional na Sociedade Contemporânea. In:I ENINED - Encontro nacional de informática e educação.2009 disponível em :

<http://www.inf.unioeste.br/enined/2009/anais/enined/A29.pdf>
Último acesso: 19/07/2013

COASE, R. H. "The Problem of Social Cost. Journal of Law and Economics .1960 Vol. 3 (Oct., 1960), pp. 1-44

FARIAS A.B. e JUCÁ, JFT Propriedades físicas dos resíduos sólidos do aterro da Muribeca .2000 In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-038.pdf>
Último acesso: 19/07/2013

GANDRA, A. Recife garante recursos para implantar núcleo de economia criativa no Porto Digital. 2013. Agência BRASIL. Empresa Brasil de Comunicação. Economia. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2013-05-23/recife-garante-recursos-para-implantar-nucleo-de-economia-criativa-no-porto-digital>
Último acesso 20/07/2013

GUERRA, R S. 2011. Dimensões do consumo na vida social . 261 fls. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas
Disponível em:
http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8G9NSW/dimensoes_do_consumo_na_vida_social.pdf?sequence=1
Último acesso 20/07/2013

INSTITUTE OF PHISICS. E-waste pollution' threat to human health, 2011
Disponível em: http://www.iop.org/news/11/may/page_51103.html
Último acesso: 19/07/2013

ITAUTEC .Itautec e sustentabilidade. Guia do usuário consciente de produtos eletrônicos.2ª edição. 2011. Disponível em:
http://www.itaute.com.br/media/652018/af_gui_a_usuario_consciente__bx.pdf
Último acesso: 8/8/2013

ITAUTEC. APIMEC 2012. ANSELONI, A. Disponível em:
http://www.itaute.com.br/media/744561/apresentacao%20itaute%20s.a._apimec_25.09.2012.pdf Último acesso: 8/8/2013

ITAUTEC .Itautec e sustentabilidade. Guia para o gestor sustentável.

Disponível em: <http://www.itautechnet.com.br/download/GuiaGestorTISustentavel.pdf>

Último acesso 8/8/2013

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa - Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2003

LIMA PCR. Os minerais estratégicos e as cadeias produtivas na China, 2012 In: 1ª Reunião do CAEAT Conselho de altos estudos de avaliação tecnológica. Camara dos Deputados. Consultoria Legislativa.

Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/altosestudos/aconteceu-no-caeat>

Último acesso: 8/8/2013

LUSTOSA, M. C. J. ; YOUNG, C. E. F. POLÍTICA AMBIENTAL. Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002, v. p. 570-580

MANKIW, N.G. Principles of Economics . South-western Cengage Learning. 5 ed.2011

MARSHALL, Alfred. Principles of Economics. Online Library of Liberty: Principles of Economics 8 ed.1920

MARTÍNEZ ALIER, J. O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração. Trad. Mauricio Waldman. São Paulo: Contexto, 2007.

MEDEIROS, R. e cols. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 2011 disponível em: <http://www.pnuma.org.br/publicacoes.php> Último acesso: 19/07/2013

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. ICLEI –Brasil. Planos de gestão de resíduos sólidos:manual de orientação. Brasília, 2012 ISBN: 978-85-99093-21-4

NATUME, R.Y; SANT' ANNA, F.S.P. Resíduos Eletroeletrônicos: Um Desafio Para o Desenvolvimento Sustentável e a Nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: 3rd International workshop Advances in cleaner production São Paulo, 2011.

Disponível em:

http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5B/6/Natume_RY%20-%20Paper%20-%205B6.pdf Último acesso: 8/8/2013

Portal todos pela educação. Números do Brasil Disponível em :

<http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-no-brasil/numeros-do-brasil/brasil/>
Último acesso: 20/ 07 2013

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva. Editora Campus.1991

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2011, Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão. Disponível em :

http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_pt.pdf
Último acesso: 20/ 07 2013

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Empregos verdes: Trabalho decente em um mundo sustentável e com baixas emissões de carbono, 2008. Disponível em:

http://www.oitbrasil.org.br/sites/default/files/topic/green_job/pub/empregos_verdes_rumos_257.pdf Último acesso: 20/ 07 2013

ROSA, A. Fabricação de computador consome 1800 quilos de materiais. 2007.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.Disponível em:

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070309>
Ultimo acesso: 19/07/2013

SANTOS, F. H. S. e SOUZA, C.E. G . Resíduos de origem eletrônica. Série tecnologia ambiental rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

Disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-57.pdf

Último acesso 20/07/2013

SARTI, F e HIRATUKA, C (coords.), Rocha,F. e cols. Perspectivas do investimento na indústria Rio de Janeiro: Synergia: UFRJ, Instituto de Economia; Campinas:

UNICAMP, Instituto de Economia, 2010.(Projeto PIB – Perspectiva do investimento no Brasil; v. 2) ISBN 978-85-61325-47-3

SCHLUEP, M. e cols. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies. 2009 Disponível em: http://www.unep.org/pdf/pressreleases/E-waste_publication_screen_finalversion-sml.pdf último acesso: 19/07/2013

STEUBING B, BÖNI H, SCHLUEP M, SILVA U, LUDWIG C Assessing computer waste generation in Chile using material flow analysis, 2010. Waste Management 30 (3): 473-482 Último acesso: 20/07/2013

United Nations Environment Programme. 2012 Division of Communications and Public Information. ISBN: 978-92-807-3244-3

Disponível em: www.unep.org/annualreport Último acesso: 8/8/2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. A USP e os resíduos sólidos. 2012 Disponível em ; <http://www.usp.br/imprensa/?p=24445> Último acesso: 20/07/2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. CEDIR - Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática. Disponível em: <http://www.cedir.usp.br/>

Último acesso: 20/07/2013

VARIAN, Hal R. Microeconomia: princípios básicos. 7.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

VASCONCELLOS, M. A. S. e OLIVEIRA, R. G. Manual de Microeconomia, São Paulo: Atlas, 2000.

VILHENA , A. Reciclagem: compromissos e benefícios. Compromisso Empresarial para reciclagem .CEMPRE.artigos.

Disponível em: http://www.cempre.org.br/compromisso_beneficios.php.

Último acesso: 19/07/2013

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Tabela 1: Evolução no Faturamento Anual da Indústria Brasileira de Eletro-eletrônicos entre 2004 e 2012									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FATURAMENTO (em bilhões de US\$)	27,9	38,1	47,8	57,3	67	56,1	70,7	82,5	* 73,9
NÚMERO de EMPREGADOS (em mil)	132,9	133,1	142,9	156,1	161,9	159,8	174,7	180,3	183
FATURAMENTO/EMPREGADO (em mil US\$)	209,9	286,6	334,6	367,3	413,8	350,8	404,8	457,5	
EXPANSÃO TOTAL FATURAMENTO		37%	71%	105%	140%	101%	153%	196%	165%
TAXA MÉDIA DE EXPANSÃO ANUAL DO FATURAMENTO	138%								
Fonte: ABINEE									
*O valor foi corrigido com base na média anual da cotação cambial do período, uma vez que só foram encontrados resultados divulgados sobre o faturamento medido em moeda nacional. O histórico da valoração cambial apresentado segundo médias mensais está disponível na tabela XXX.									

APÊNDICE 3

Tabela 3 - Pontos de Conexão de Internet via Banda Larga em Território Brasileiro							
TECNOLOGIA	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ADSL ¹	1.907	3.152	4.341	5.590	7.001	7.678	8.975
TV ASSINATURA/via CABO	342	629	1.200	1.753	2.589	3.132	3.824
OUTROS/via RÁDIO	50	75	115	375	420	570	1.000
TOTAL	2.299	3.856	5.656	7.718	10.010	11.380	13.799
EXPANSÃO INCREMENTAL	-	68%	47%	36%	30%	14%	21%
EXPANSÃO TOTAL (em relação ao ano base 2004)	-	68%	146%	236%	335%	395%	500%
* em mil unidades							
¹ ADSL - Assymmetric Digital Subscriber Line ou "Linha Digital Assimétrica para Assinante".							
Fonte: Abinee							

APÊNDICE 4

Tabela 4 - Evolução nas Vendas por TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação				
EQUIPAMENTO	2010	2011	2012	2013 *
Desktops	7.981	7.500	6.582	6.407
Notebooks	6.208	8.353	8.931	10.826
Tablets	113	1.140	3.086	5.479
Celulares				
Tradicionais	47.899	58.011	43.493	39.235
Smartphones	4.872	8.999	16.010	26.064
Expansão % em relação ao ano base (2010)				
Desktops	1	-6%	-18%	-20%
Notebooks	1	35%	44%	74%
Tablets	1	909%	2631%	4749%
Celulares				
Tradicionais	1	21%	-9%	-18%
Smartphones	1	85%	229%	435%
* Em mil unidades comercializadas				
Fonte: Dados divulgados pela Abinee, estimativas calculadas pela IDC - International Data Corporation				

APÊNDICE 5

Material	Participação na composição de um computador	Percentual do Peso de um computador	Percentual Reciclável
Plástico	23	19%	20%
Chumbo	6	5%	5%
Alumínio	14	12%	80%
Germânio	0,0016	0%	0%
Gálio	0,0013	0%	0%
Ferro	20	17%	80%
Estanho	1	1%	70%
Cobre	7	6%	90%
Bário	0,0315	0%	0%
Níquel	0,8503	1%	80%
Zinco	22	18%	60%
Tântalo	0,0157	0%	0%
Índio	0,0016	0%	60%
Vanádio	0,0002	0%	0%
Berílio	0,0157	0%	0%
Ouro	0,0016	0%	98%
Európio	0,0002	0%	0%
Titânio	0,0157	0%	0%
Rutênio	0,0016	0%	80%
Cobalto	0,0157	0%	85%
Paládio	0,0003	0%	95%
Manganês	0,0315	0%	0%
Prata	0,0189	0%	98%
Antinomia	0,0094	0%	0%
Bismuto	0,0063	0%	0%
Cromo	0,0063	0%	0%
Cádmio	0,0094	0%	0%
Selênio	0,0016	0%	70%
Nióbio	0,0002	0%	0%
Ítrio	0,0002	0%	0%
Mercúrio	0,0022	0%	0%
Arsênio	0,0013	0%	0%
Sílica	25	21%	0%
Total:	120	100%	

FONTE: CEAVI - Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí

APÊNDICE 6

Tabela 6 - Cotação Anual Média de Ouro e Prata					
Metal Nobre	Unid de Medida	2008	2009	2010	2011
prata ¹	(US\$/Kg)	\$ 482,91	\$ 472,29	\$ 649,44	\$ 1.109,20
ouro ²	(US\$/oz)	\$ 872,09	\$ 972,90	\$ 1.225,55	\$ 1.571,82
¹ Preço cotado na Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque					
² Preço cotado na Bolsa de Mercadorias & Futuros - BVM&F					
Fonte: DNPM/DIPLAM; MDIC/SECEX-DPPC-SERPRO; USGS - Mineral Commodity Summaries - 2012; The Silver Institute; Vale; Min. Caraíba; Jacobina Mineração; MFB; RPM; Anglogold Ashant Mineração; Min. Tapiporã; Caraíba Metais; Umicore					

APÊNDICE 7

Tabela 7: Evolução semestral na cotação média dos Metais Básicos, conforme LME

Período	Cobre*	Zinco*	Alumínio*	Chumbo*	Estanho*	Níquel*
jan/08	\$7.061,02	\$2.340,11	\$2.445,52	2 490,86	\$16.337,27	\$27.689,55
jul/08	\$8.414,04	\$1.852,37	\$3.071,24	1 944,91	\$23.139,35	\$20.160,22
dez/08	\$3.071,98	\$1.100,57	\$1.490,43	\$ 962,88	\$11.240,24	\$ 9.686,43
jul/09	\$5.246,73	\$1.588,75	\$1.680,63	1 684,31	\$14.072,71	\$16.131,25
dez/09	\$6.981,71	\$2.375,95	\$2.180,10	2 328,52	\$15.546,90	\$17.066,43
jul/10	\$6.735,25	\$1.843,89	\$1.988,27	1 836,98	\$18.191,36	\$19.517,50
dez/10	\$9.147,26	\$2.280,93	\$2.350,67	2 412,93	\$26.163,33	\$24.111,19
jul/11	\$9.619,24	\$2.390,55	\$2.512,00	2 682,60	\$27.312,86	\$23.731,19
dez/11	\$7.567,55	\$1.916,38	\$2.021,78	2 012,00	\$19.422,50	\$18.143,25
jul/12	\$7.589,39	\$1.851,18	\$1.874,14	1 876,39	\$18.612,50	\$16.159,09
dez/12	\$7.962,58	\$2.037,58	\$2.086,63	2 275,50	\$22.844,21	\$17.406,58
jan/13	\$8.049,27	\$2.033,16	\$2.037,98	2 340,27	\$24.659,32	\$17.464,77
fev/13	\$8.070,48	\$2.129,28	\$2.053,43	2 376,20	\$24.326,25	\$17.733,75
mar/13	\$7.662,90	\$1.935,90	\$1.913,08	2 183,48	\$23.337,00	\$16.727,75
abr/13	\$7.236,97	\$1.848,59	\$1.854,18	2 030,44	\$21.905,59	\$15.731,47
mai/13	\$7.229,17	\$1.829,02	\$1.830,57	2 028,29	\$20.725,00	\$14.950,95
jun/13	\$7.336,50	\$1.908,50	\$1.918,20	2 213,80	\$21.001,00	\$15.079,00

*Média Mensal: média dos valores do primeiro ao último dia do mês registrado.

* Cotação dos metais em US\$/t, conforme registro no LME - London Metal Exchange

Fonte: DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

APÊNDICE 8

Tabela 7 - Cotação cambial anual obtida a partir da média aritmética entre os valores de compra e venda da moeda estrangeira (US\$)

Mês	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	compra	venda	compra	venda	compra	venda	compra	venda	compra	venda	compra	venda	compra	venda
Jan	2.273	2.274	2.138	2.139	1.773	1.774	2.307	2.307	1.779	1.779	1.674	1.674	1.789	1.79
Fev	2.161	2.162	2.095	2.096	1.727	1.728	2.312	2.313	1.841	1.842	1.667	1.668	1.718	1.718
Mar	2.151	2.152	2.088	2.089	1.707	1.708	2.313	2.314	1.785	1.786	1.658	1.659	1.795	1.795
Abr	2.128	2.129	2.031	2.032	1.688	1.689	2.205	2.206	1.806	1.807	1.585	1.659	1.854	1.855
Mai	2.177	2.178	1.981	1.982	1.66	1.661	2.06	2.061	1.812	1.813	1.612	1.613	1.985	1.986
Jun	2.247	2.248	1.931	1.932	1.618	1.619	1.957	1.958	1.806	1.807	1.586	1.587	2.049	2.049
Jul	2.188	2.189	1.882	1.883	1.591	1.591	1.932	1.931	1.769	1.77	1.563	1.564	2.028	2.029
Ago	2.156	2.157	1.965	1.966	1.612	1.612	1.844	1.845	1.759	1.76	1.596	1.597	2.029	2.029
Set	2.168	2.169	1.899	1.9	1.799	1.8	1.819	1.82	1.718	1.719	1.749	1.749	2.028	2.028
Out	2.147	2.148	1.8	1.801	2.172	2.173	1.738	1.738	1.683	1.684	1.771	1.772	2.029	2.03
Nov	2.157	2.158	1.769	1.77	2.265	2.266	1.725	1.726	1.712	1.713	1.789	1.79	2.067	2.068
Dez	2.149	2.15	1.785	1.786	2.394	2.394	1.749	1.75	1.693	1.693	1.836	1.837	2.077	2.078
Média Anual	2.17566667		1.9475		1.834208333		1.997083333		1.764		1.677291667		1.954291667	

Fonte: Médias mensais calculadas pela ACI-NH/CB/EV – Setor de Estatística, a partir da cotação diária do Dólar (fechamento), divulgada pelo Banco Central do Brasil, na razão do número de dias divulgados mensalmente.

APÊNDICE 9

Questionário de caráter qualitativo respondido em entrevista presencial com o gerente Mário Célio Lozano Costa, responsável pela gestão ambiental da Itaotec S.A.

RECICLAGEM DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

Quais os equipamentos fabricados pela empresa?

A Itaotec trabalha com diferentes frentes comerciais: uma linha de soluções de computação, que inclui desktops, notebooks, netbooks, tablets e servidores para microcomputadores; uma linha de produtos de automação bancária, como ATMs e terminais caixa; outra linha de automação comercial, abrangendo terminais de ponto-de-venda (PDV), impressoras fiscais, terminais de autoatendimento, além de uma extensa linha de softwares para operacionalização dos equipamentos, dentre os quais: Sistema Itaotec de Automação Comercial (Siac), Soluções Completas para Pagamento Eletrônico (Scope) e Sistema Itaotec de Gestão do Atendimento (Siga).

Os equipamentos fabricados incluem componentes reciclados?

Sim.

Quais os principais clientes internos da empresa?

Dentre o segmento de bancos destacam-se Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Banco Itaú, Citibank, Nossa Caixa, Banco Real, entre outros. No No setor varejista cabe citar as redes Carrefour, Walmart, Pão de Açúcar, Extra, FNAC, Pernambucanas, Ponto Frio, C&A, etc. No ramo das operadoras de transportes, atende, por exemplo, à Infraero, Gol e TAM. Outros clientes de destaque são identificados no setor público, como o próprio governo do estado de São Paulo e a previdência social.

Qual a abrangência de sua atuação internacional?

São possui seis as subsidiárias no exterior – na Argentina, Espanha, Estados Unidos, México, Paraguai e em Portugal – que comercializam, especificamente, produtos de automações bancária e comercial.

Há quanto tempo é realizada a reciclagem?

A implementação de um sistema de gestão ambiental data de 2001, a partir da obtenção de certificação ISO 14000 nas fábricas de São Paulo e Manaus. O destino dos materiais retornados à reciclagem teve início em 2003.

Qual a sensibilidade do consumidor à medida?

A repercussão sobre as vendas foi pouco significativa. A contribuição para o marketing ecológico e o impacto sobre o mercado de capitais, entretanto, foi enorme e apresenta tendência progressiva. O valor de mercado da companhia evoluiu de US\$ 184,8 milhões para US\$ 243,9 milhões, um aumento de 32% no período anual subsequente à introdução do sistema de reciclagem. A cotação média das ações transacionadas na bolsa de valores progrediu de R\$ 3,10 para R\$4,00, representando um ganho percentual de 29%, entre 2003 e 2004.

Quais mudanças foram introduzidas no período?

As placas de computadores - as quais precisam ser exportadas, uma vez que o país não domina a tecnologia de reciclagem necessária – que eram exportadas para Cingapura, hoje são vendidas à Umicore, na Bélgica, por questões mercadológicas (maior valor oferecido pela empresa belga). Além disso, foram introduzidas alterações nos processos de fabricação como forma de garantir acessibilidade aos mercados de exportação europeus. Mais especificamente, o processo foi reformulado com base nos requisitos estabelecidos pela diretiva RoHS. A redução da presença de metais nocivos ao meio ambiente constitui uma boa ilustração das medidas: a adoção do cromo hexavalente como elemento anti-corrosivo foi

substituída pelo uso do cromo trivalente. Outro exemplo na eliminação de soldas de chumbo nas placas. O grupo investiu, em 2011, R\$ 68,7 milhões em atividades de P&D.

O processo sofreu impacto da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos?

O impacto, na verdade, foi restrito, uma vez que, na data da promulgação da PNRS, a empresa já agia em acordo com suas orientações há 7 anos. Após a oficialização da obrigatoriedade de obediência a determinados quesitos ambientais e de implantação das práticas de fluxo reverso pós-consumo, a empresa aderiu a um grupo de estudos, organizado pela ABINEE, que visa levantar propostas e debater junto ao governo federal as normas regulatórias específicas para tratamento da sucata eletrônica, uma vez que, no entendimento dos agentes envolvidos, a PNRS orienta quanto a o que fazer, mas não sugere como poderá ser feito.

Houve alguma adaptação específica para se enquadrar em parâmetros internacionais com objetivo de maior aceitação em mercados externos e intensificação de exportações? As diretrizes adotadas nos outros países contribuíram para o investimento em tecnologias de reciclagem?

Sim, o processo produtivo obedece às diretrizes da RoHS (UE) e atende aos critérios necessários para obtenção do selo de qualidade ambiental EPEAT (EUA), presente, hoje, em 89 produtos aprovados.

A empresa apresenta alguma outra certificação ambiental? Qual(ais)?

Apresenta diversos certificados, dentre os quais cabe mencionar: Transaction Processing Performance Council (TPC), Certificado de Consumo Consciente de Energia Energy Sta, Certificações ISO(ISO 9001:2000, ISO/TS 16949 e ISO 14001:1996), Certificado de Segurança de Componentes Underwriters Labs, Certificado de Nível de Emissão Eletromagnética e Irradiação Federal Communication Commission, entre outros.

A reciclagem é realizada integralmente internamente ou ocorre a terceirização de alguma etapa do processo? Qual (ais)? A tecnologia empregada é nacional ou importada?

Os procedimentos internos são restritos à triagem e separação das peças por características da composição. A fase de transformação propriamente dita é desempenhada por recicladoras especializadas, em geral, nacionais. As placas de circuito interno, porém, precisam ser exportadas, sendo direcionadas à Bélgica, uma vez que o país ainda não detém o conhecimento tecnológico necessário.

A entrega dos resíduos para reciclagem confere algum tipo de benefício na aquisição da matéria reciclada? Há algum abatimento financeiro?

Não. As etapas não guardam relação direta. Os lotes vendidos para as recicladoras possuem uma composição e valor específicos, fruto da conjuntura econômica momentânea. A matéria-prima reciclada adquirida não guarda qualquer vínculo com o lote de sucata entregue às recicladoras e o seu preço obedece às leis do mercado.

A empresa oferece serviços de logística pós-consumo? Quais os setores da economia contemplados pelo programa (público ou privado e, dentre tais, meio corporativo ou privado)?

Sim, a empresa oferece relatórios completos do processo de descaracterização dos equipamentos, documento, inclusive, através de fotografias obtidas durante os procedimentos, tanto para empresas quanto para particulares que enviem suas máquinas para descarte adequado pelo grupo.

A empresa disponibiliza pontos de coleta para descarte dos materiais obsoletos? Qual a quantidade média existente e como estão distribuídos?

O grupo integra 35 filiais, distribuídas por todo o território nacional, as quais atuam como postos de coleta. Os materiais recebidos são, então, direcionados à matriz em Jundiaí para proceder-se às etapas de descaracterização e triagem de componentes, a partir da quais será possível encaminhar os materiais a seus destinos adequados, conforme listagem à seguir:

Resíduos de ambulatórios ou hospitalares infectantes: incineradoras.

Resíduos sanitários entre outros não-recicláveis: aterros.

Plásticos, papel/papelão, aço inox, metais, cartucho/tonner, lâmpadas, pilhas e baterias,

Borras de solda: recicladoras especializadas.

Além disso, alguns estados possuem iniciativas locais, como é o caso de São Paulo, onde terminais de correio participam do projeto de reciclagem como centros coletores.

A sucata eletrônica pode ser considerada um bem econômico, ou seja, possui valor comercial positivo? Quais os tipos de materiais que despertam o interesse das recicladoras?

Depende do material. Cartuchos e tonners, lâmpadas, pilhas e baterias proporcionam retornos tão baixos às recicladoras que não cobrem seus custos, por este motivo não são comprados por elas. Ao contrário, representam apenas um ônus à Itautec, que precisa pagar às recicladoras por seu processamento. Plásticos, papel/papelão, aço inox e metais possuem valor comercial, ainda que baixo. Já as borras de solda, compostas por metais nobres, são altamente lucrativas, retornando recursos suficientes para custear o tratamento final de todos os outros elementos.

Qual o volume médio de borras de solda reciclada anualmente?

A estimativa dos profissionais que vivenciam o dia à dia das atividades de recebimento e armazenagem dos resíduos é de que, à cada três meses, sejam acumulados cerca de 12 tambores de 200 litros em borras de solda cada. Anualmente são encaminhadas à reciclagem aproximadamente 4 toneladas do material.

É possível obter ganhos de escala nas atividades de coleta?

A oportunidade de ganhos de eficiência no projeto está relacionada ao aproveitamento da cadeia de distribuição consolidada para organização dos canais de recolhimento pós-consumo, o que, hoje, ainda não é feito.

Qual a proporção representada pelos fluxos reversos de pós-consumo no dispêndio total distributivo?

O custo de monitoramento e retorno dos equipamentos que não obedecem a contratos de comodato é tão elevado que não é realizado ainda.

A fase de triagem e seleção dos materiais retornados emprega preferencialmente recursos humanos ou máquinas? Quais as técnicas empregadas para garantir a segurança e o controle dos resíduos até o momento da reciclagem?

A triagem é conduzida integralmente por capital humano, dotado de equipamentos de proteção individual próprios. Os resíduos separados são acondicionados em containers ou tambores especializados, no caso daqueles de maior risco.