



PERSPECTIVAS GLOBAIS SOBRE E-LIXO¹

Rolf Widmer²

Heidi Oswald-Krapf³

Deepali Sinha-Khetriwal⁴

Max Schnellmann⁵

Heinz Boni⁶

Resumo

O lixo eletrônico, resíduo eletrônico ou e-lixo, é um problema emergente que proporciona uma crescente oportunidade de negócios, dada a quantidade de e-lixo que é gerada e o conteúdo de materiais tóxicos e valiosos presentes nesse tipo de resíduo. No lixo eletrônico, a fração que corresponde a ferro, cobre, alumínio, ouro e outros metais é de mais de 60%, enquanto os poluentes correspondem a 2,70%. Dada a elevada toxicidade desses poluentes, especialmente quando queimados ou reciclados em ambientes não controlados, a Convenção da Basileia identificou e-lixo como perigoso, e desenvolveu um quadro para o controle da transferência transfronteiras desses resíduos. A "Proibição de Basileia", uma emenda à Convenção da Basileia que ainda não entrou em vigor, irá um pouco mais além, proibindo a exportação do lixo eletrônico de países desenvolvidos para os países em desenvolvimento.

A seção 1 deste artigo dá aos leitores uma visão geral sobre os diferentes

¹ Revista Interfacehs Vol.8, nº1. Versão traduzida do artigo "Global perspectives on e-waste", ELSEVIER, Environmental Impact Assessment Review 25 (2005) 436-458.

² Technology and Society Lab, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Lerchenfeldstr. 5, CH-9014 St. Gallen, Suíça. Autor correspondente. Tel.: +41 71 274 78 63; fax: +41 71 274 78 62; e-mail: rolf.widmer@empa.ch

³ Technology and Society Lab, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Lerchenfeldstr. 5, CH-9014 St. Gallen, Suíça. E-mail: heidi.oswald@empa.ch

⁴ A-502, Millennium Park, Akrti Niharika, N. S. Phadke Marg, Andheri, Mumbai-400069, Índia. e-mail: sinha.deepali@gmail.com

⁵ State Secretariat for Economic Affairs (seco), Economic Development Cooperation, Effingerstrasse 31, CH-3003 Berne, Suíça. E-mail: max.schnellmann@seco.admin.ch

⁶ Technology and Society Lab, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Lerchenfeldstr. 5, CH-9014 St. Gallen, Suíça. E-mail: heinz.boeni@empa.ch



aspectos do lixo eletrônico - como é definido, do que é composto e que métodos podem ser aplicados para fazer uma estimativa da quantidade de lixo eletrônico gerado. Considerando apenas os PCs em uso, segundo uma estimativa, pelo menos 100 milhões de PCs tornaram-se obsoletos em 2004. Não surpreendentemente, os Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos (REEE) já representam hoje 8% dos resíduos urbanos e é uma das frações de resíduos que mais crescem.

A seção 2 fornece informações sobre a legislação e as iniciativas destinadas a ajudar na gestão da crescente quantidade de lixo eletrônico. A responsabilidade alargada do produtor (Extended Producer Responsibility - EPR) está sendo propagada como um novo paradigma na gestão de resíduos.

A Diretiva WEEE da União Europeia, que entrou em vigor em Agosto de 2004, estipula que os fabricantes e importadores dos países da UE recolham os produtos que já foram utilizados pelos consumidores para garantir uma eliminação adequada.

A gestão dos REEE em países em desenvolvimento tem suas próprias características e problemas e, portanto, esse documento identifica alguns dos problemas específicos que esses países enfrentam. O processo arriscado de extração de cobre a partir de placas de circuito impresso é discutido como um exemplo para ilustrar os perigos da indústria de reciclagem de lixo eletrônico na Índia.

O programa de Parceria de Conhecimento dos REEE, financiado pela SECO (Secretaria de Estado Suíço para Assuntos Econômicos) e implementado pelo Empa desenvolveu uma metodologia para avaliar a situação atual a fim de compreender melhor as oportunidades e riscos em zonas urbanas de três países: Beijing - China, Deli - Índia e Joanesburgo - África do Sul. Os três países são comparados através da utilização de um sistema indicador de avaliação, que leve em conta o quadro estrutural e o sistema de reciclagem, com os seus vários impactos, de cada zona urbana. Três pontos fundamentais surgiram a partir da avaliação até o presente momento: a) reciclagem de lixo eletrônico tem se desenvolvido em todos os países como uma atividade comercial, b) na China e Índia é baseada em pequenas e médias empresas (PME) no setor informal e na África do Sul no setor formal, e c) cada um dos países está tentando superar as deficiências dos sistemas atuais desenvolvendo estratégias para melhoria.

Palavras-chave: REEE; iniciativas de E-lixo; movimento transfronteiriço de lixo eletrônico; metodologia de avaliação E-lixo; estendida a responsabilidade do produtor, a gestão de resíduos; setor informal.



1. Introdução

A utilização de dispositivos eletrônicos tem proliferado nas últimas décadas e, proporcionalmente, a quantidade de dispositivos eletrônicos, como computadores, telefones celulares e eletrônicos de entretenimento que são descartados está crescendo rapidamente em todo o mundo. Em 1994, foi estimado que aproximadamente 20 milhões de PCs (cerca de 7 milhões de toneladas) tornaram-se obsoletos. Para 2004, esperava-se que esse número aumentasse para mais de 100 milhões de PCs. Cumulativamente, cerca de 500 milhões de PCs chegaram ao fim de suas vidas úteis entre 1994 e 2003. A quantidade de 500 milhões de PCs contém cerca de 2.872.000 toneladas de plástico, 718.000 toneladas de chumbo, 1.363 toneladas de cádmio e 287 toneladas de mercúrio (Puckett e Smith, 2002). Este crescente fluxo de resíduos está acelerando porque o mercado mundial de PCs está longe de saturação e a vida útil de PCs está diminuindo rapidamente - por exemplo, para um CPU a vida útil era de 4-6 anos em 1997 e em 2005 passou a ser de 2 anos (Culver, 2005).

Mas PCs correspondem apenas a uma fração de todo o lixo eletrônico. Estima-se que em 2005 cerca de 130 milhões de telefones celulares serão aposentados. Quantidades similares de lixo eletrônico são esperadas para todos os tipos de dispositivos eletrônicos portáteis, como PDAs, leitores de MP3, jogos de computador e periféricos (O'Connell, 2002).

Em 1991, Larry Summers, então Economista-Chefe do Banco Mundial (e agora Reitor da Universidade de Harvard), falou sobre o sentido econômico de exportar resíduos do primeiro mundo para os países em desenvolvimento (Summers, 1991). Ele argumentou que

- os países com os salários mais baixos perderiam uma produtividade menor do "aumento da morbidade e mortalidade", já que o custo a ser recuperado seria mínimo;
- os países menos desenvolvidos, especialmente os da África, foram pouco poluídos e, desse modo, podem se beneficiar de esquemas de comércio de poluição já que eles têm ar e água de sobra; e que
- a proteção ambiental para a "saúde e razões estéticas" é essencialmente um luxo dos ricos, e já que a mortalidade é um grande problema nesses países



em desenvolvimento, os efeitos do aumento da poluição seriam mínimos em comparação aos problemas que esses países já enfrentam.

O exemplo mais proeminente de uma iniciativa internacional contra esse tipo de pensamento é a Convenção da Basileia de 1989 sobre o Controle da Transferência Transfronteiras de Resíduos Perigosos e sua Eliminação (em vigor desde 1992). A Convenção coloca encargo sobre países que exportam para garantir que os resíduos perigosos sejam geridos de maneira mais eficiente para o ambiente no país de importação. Além do Afeganistão, Haiti e dos Estados Unidos da América todos os 164 países signatários ratificaram a convenção (Secretariado da Convenção da Basileia).

A transferência transfronteiras de lixo eletrônico, ou e-lixo, é regulada pela Convenção de Basileia (PNUMA, 1989) por ser considerada perigosa para os seres humanos e para o ambiente, de acordo com a Lista A do Anexo VIII da Convenção. Há substâncias altamente tóxicas nos REEE, como cádmio, mercúrio e chumbo (UE, 2002b). No entanto, os REEE também contém materiais valiosos, como ouro e cobre. A recuperação desses metais a partir do lixo eletrônico tornou-se um negócio rentável, resultando em um comércio global, transfronteiriço de e-lixo.

Países como a China e a Índia enfrentam uma quantidade crescente de lixo eletrônico, tanto de produção interna quanto de importação ilegal. Para economias emergentes, estes fluxos de materiais resultantes da importação de resíduos não só oferecem uma oportunidade de negócio, mas também satisfazem a demanda por equipamentos elétricos e eletrônicos baratos de segunda mão. Além disso, a falta de regulamentação nacional e/ou a falta de repressão das leis existentes estão promovendo o crescimento de uma economia semi-formal ou informal nos países em desenvolvimento. Um novo setor econômico está crescendo em torno do comércio, conserto e recuperação de materiais a partir de dispositivos eletrônicos redundantes. Embora esses resíduos sejam uma fonte de subsistência para indivíduos pobres das cidades e dos campos, muitas vezes provocam graves riscos aos seres humanos e ao meio ambiente local. A maioria dos participantes nesse sector não estão cientes dos riscos, não conhecem práticas melhores, ou não têm acesso ao capital de investimento para financiar melhorias rentáveis.



1.1. Definição de lixo eletrônico

"Lixo eletrônico" ou "e-lixo" é um termo genérico abrangendo as diversas formas de equipamentos elétricos e eletrônicos que deixaram de ter de qualquer valor para seus proprietários. Por enquanto, não há definição padrão. A Tabela 1 lista as definições selecionadas. Nesse artigo, usamos os termos "REEE" e "e-lixo" como sinônimos de acordo com a Diretiva REEE da UE.

1.2. Composição dos REEE

De acordo com as definições da Diretiva 2002/96/EC do Parlamento Europeu e Parlamento Europeu e do Conselho (Janeiro de 2003) sobre Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (UE, 2002a), REEE consiste das dez categorias listadas na Tabela 2.

Tabela 1
Visão geral de definições seleccionadas de REEE ou lixo eletrônico

Referência	Definição
Diretiva REEE da UE (UE, 2002a)	"Equipamentos elétricos ou eletrônicos que são considerados desperdício. . . incluindo todos os seus componentes, subconjuntos e consumíveis que fazem parte do produto no momento de descarte. "Diretiva 75/442/CEE, Artigo 1(a) define "lixo" como "qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a obrigação de dispor de acordo com as disposições do direito nacional em vigor."
Rede de Ação da Basileia (Puckett and Smith, 2002)	"E-lixo abrange uma ampla e crescente gama de dispositivos eletrônicos que vão desde grandes aparelhos domésticos, como geladeiras, ar condicionados, telefones celulares, aparelhos de som pessoais e eletrônicos de consumo dos computadores que foram descartados por seus usuários."
OECD (2001)	"Qualquer aparelho com uma fonte de energia elétrica que atingiu o fim de sua vida útil"
SINHA(2004)	"Um aparelho acionado eletricamente que já não satisfaz o atual proprietário para sua finalidade original."
StEP (2005)	E-lixo refere-se a ". . . uma cadeia de suprimentos reversa, que recolhe produtos não mais desejados por um determinado consumidor e recondiciona para outros consumidores, recicla, ou processa seus resíduos."

Esta categorização parece estar em processo de se tornar um padrão amplamente aceito.

O "Decreto Suíço sobre o Retorno, a Recuperação e a Eliminação de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos "(ORDEE) de 1998 diferenciam as seguintes categorias de REEE:



- aparelhos eletrônicos para entretenimento;
- aparelhos que fazem parte do escritório, de comunicação e de tecnologia da informação;
- eletrodomésticos;
- componentes eletrônicos dos aparelhos (acima).

Recentemente, a portaria suíça foi alterada (Junho de 2004) para coincidir com a definição da Diretiva da UE (BUWAL, 2004).

Tabela 2
Categorias de REEE de acordo com a diretiva da UE sobre REEE (UE, 2002a)

Nº.	Categoria	Rótulo
1	Eletrodoméstico linha branca	<i>Large HH</i>
2	Eletrodomésticos Pequenos	<i>Small HH</i>
3	Equipamento de TI e telecomunicação	<i>ICT</i>
4	Equipamento de consumo	<i>CE</i>
5	Equipamento de iluminação	<i>Lighting</i>
6	Ferramentas elétricas e eletrônicas (com a exceção de ferramentas industriais estacionárias em grande escala)	<i>E & Etools</i>
7	Brinquedos, equipamentos de lazer e esportes	<i>Toys</i>
8	Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados)	<i>Medical equipment</i>
9	Instrumentos de monitorização e controle	<i>M&C</i>
10	Distribuidores automáticos	<i>Dispensers</i>

Das dez categorias listadas na Tabela 2, as categorias 1-4 são responsáveis por quase 95% dos REEE gerados (ver Fig. 1).

1.3. Quantidades e os itinerários dos REEE

Atualmente, o lixo eletrônico é gerado, principalmente, nos países da Organização para a

Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que têm mercados altamente saturados para Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE), como mostra a Fig. 2 para o exemplo de PCs. Comparativamente, a entrada de EEE no mercado dos países em desenvolvimento não é muito alta. No entanto, esses países apresentam as mais rápidas taxas de crescimento de consumo de EEE e, portanto, as grandes quantidades de lixo eletrônico geradas internamente também vão se tornar parte do fluxo de resíduos nesses países em um futuro próximo.

Inúmeros métodos têm sido sugeridos e utilizados para estimar as possíveis quantidades globais de REEE. Em Lohse et al. (1998), três métodos de cálculo são descritos:

- o "método de consumo e uso", que utiliza a quantidade média de equipamentos de uma casa com aparelhos elétricos e eletrônicos típica como base para a previsão da quantidade potencial de REEE (utilizado na Holanda para estimar a quantidade potencial de REEE);

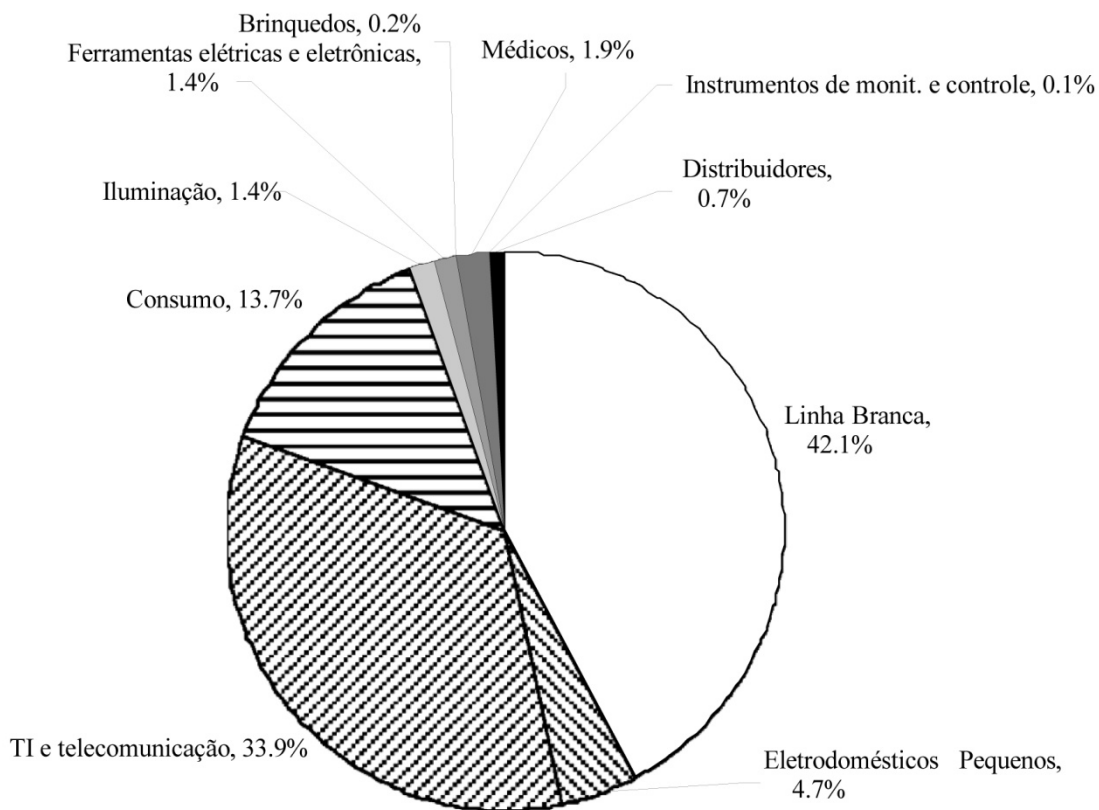
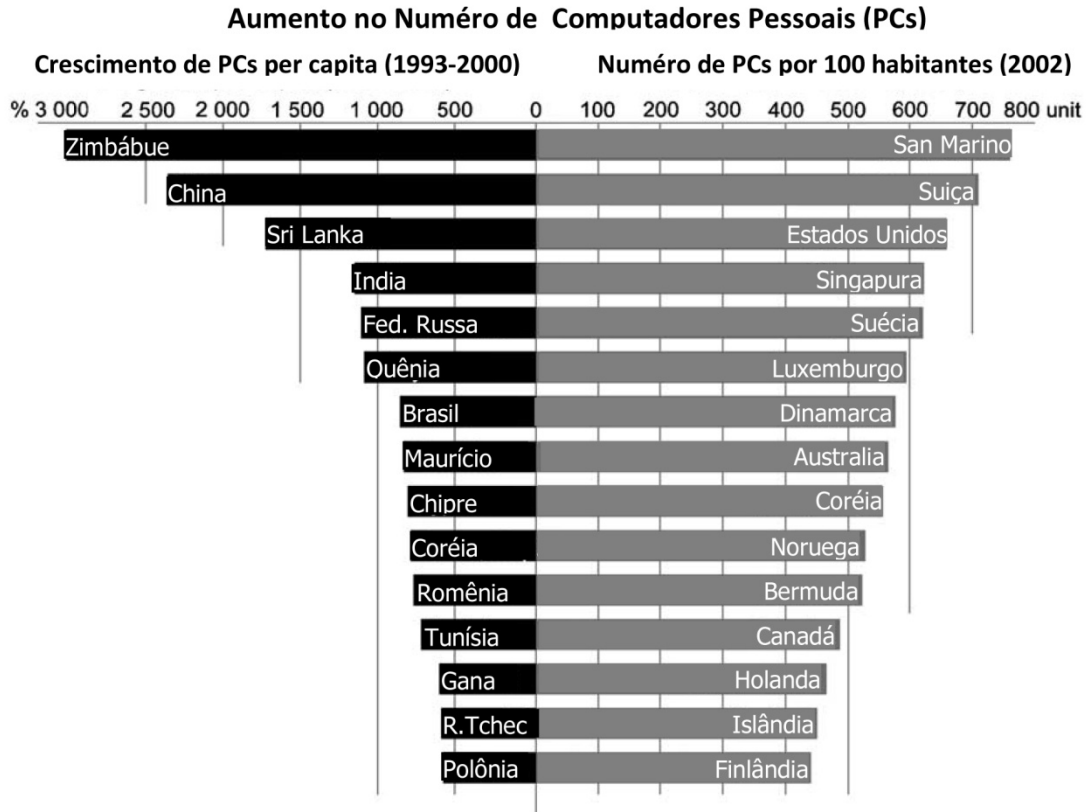


Fig.1. Composição de REEE para a Europa Ocidental (Fonte: Associação dos Fabricantes de Plástico na Europa (APME): *Plastics - Insight into Consumption and Recovery in Western Europe 2000*, citado no *International Cooper Study Group*, 2003).



Fonte de Dados: The World Bank, World Development Indicators 2004

Fig.2. Países com alta pontuação nas taxas de crescimento de PC (acumulado 1993-2000) e saturação de mercado (2002) (Schwarzer et al., 2005).

- o "método mercado de fornecimento", que utiliza dados sobre produção e vendas em uma determinada região geográfica (utilizado pela Associação Alemã de Indústrias Elétricas e Eletrônicas para estimar a quantidade de REEE) e
- As estimativas da Agência Ambiental da Suíça com base na suposição de que as casas já estão saturadas e a cada novo aparelho comprado, um aparelho antigo é eliminado.

Nos dois primeiros métodos, as suposições precisam ser feitas tendo como base a média de vida útil dos EEEs, bem como o peso médio desses aparelhos (a partir do qual deriva a geração de REEE em toneladas). De acordo com o terceiro método, no entanto, a hipótese da média de vida útil dos aparelhos é irrelevante, uma vez que pressupõe um



mercado completamente saturado.

Outro método de estimativa desenvolvido na *Carnegie Mellon University* por Matthews

et al. (1997), também se baseia em dados de venda. Embora se concentre apenas em computadores, inclui os parâmetros de reutilização e armazenamento para máquinas obsoletas, o que retarda em realidade a entrada dessas máquinas no fluxo de resíduos. No entanto, o modelo é apenas para os EUA e não pode ser aplicado mundialmente. Um modelo adaptado para a estimativa de REEE com base no modelo de Matthews é mostrado na Fig. 3.

Os resultados dos estudos de estimativa de REEE variam bastante e comparações dos estudos são difíceis, porque ambos os métodos utilizados e os pressupostos básicos são diferentes em cada estudo.

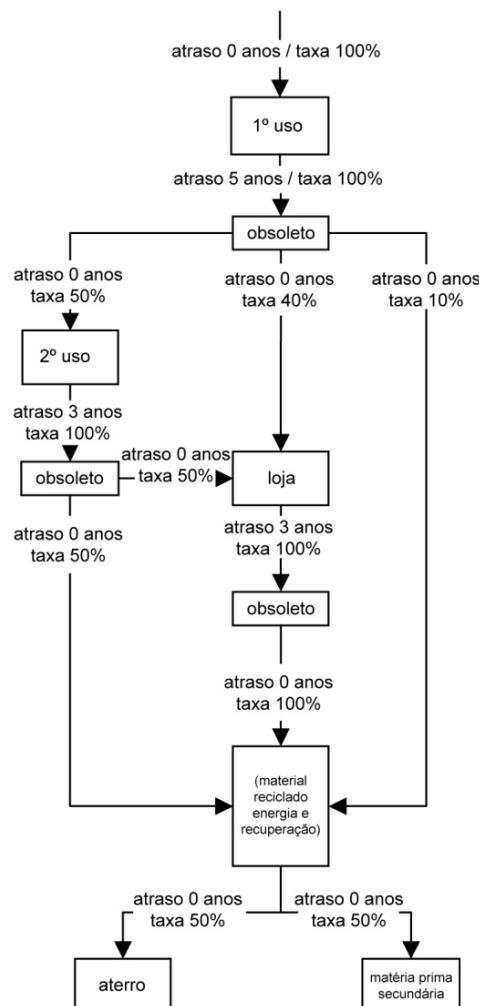




Fig. 3. Um modelo simples adaptado de Matthews et al. (1997) para calcular o e-lixo esperado para reciclagem e/ou aterros. Ele descreve principalmente os padrões de utilização de computadores ('1º uso', '2º uso' e 'loja') seguido por uma destruição final para recuperar materiais e energia. Alguns dos materiais depositados em aterros etc. são devolvidos como matérias-primas secundárias. A transferência de uma fase para a seguinte é descrita com um atraso de anos e uma taxa de transferência, em percentagem do volume total nessa fase em qualquer ano.

As considerações a seguir são baseadas em um modelo simples para estimar apenas quantidades de abandono de PC. Fig. 4 mostra cronogramas de quantidades globais de abandono de PCs, calculadas como a diferença entre anuais de novas vendas de PCs e do crescimento anual da base de PC instalado. A taxa média de abandono de PCs durante o período 1991-2004 é então calculada como a razão entre o número de abandono de PCs e a base de PCs instalados, o que acaba por ser de aproximadamente 11%. Isto corresponde a uma vida útil total de aproximadamente 9 anos - assumindo uma decaída linear - o que é consideravelmente mais longa que a vida útil de um computador e, conseqüentemente, indica um tempo longo de armazenagem.

Nos antigos 15 países membros europeus (UE15) a quantidade de REEE gerada variou entre 3,3 e 3,6 kg per capita para o período de 1990-1999 e estava projetada para subir para 3,9-4,3 kg per capita para o período 2000-2010 (EEA, 2003). De acordo com o estudo, (que avaliou apenas cinco aparelhos: geladeiras, computadores, televisores, fotocopiadoras e pequenos eletrodomésticos), esse montante cobre apenas 25% do Fluxo total de REEE da UE-15. Assim, esses números correspondem às outras estimativas da quantidade total de REEE, que varia de 14 a 20 kg per capita (estimado pela AEA, citado em Enviro, 2002). No entanto, a quantidade de REEE gerados constitui uma das frações de resíduos que cresce mais rapidamente, o que representa 8% de todos os resíduos sólidos urbanos (*The Economist*, 2005).

Embora a produção de e-lixo per capita em países populosos como China e Índia ainda seja relativamente pequena com a estimativa de que seja menor do que 1 kg per capita por ano, o volume total de REEE gerados nesses países é enorme.

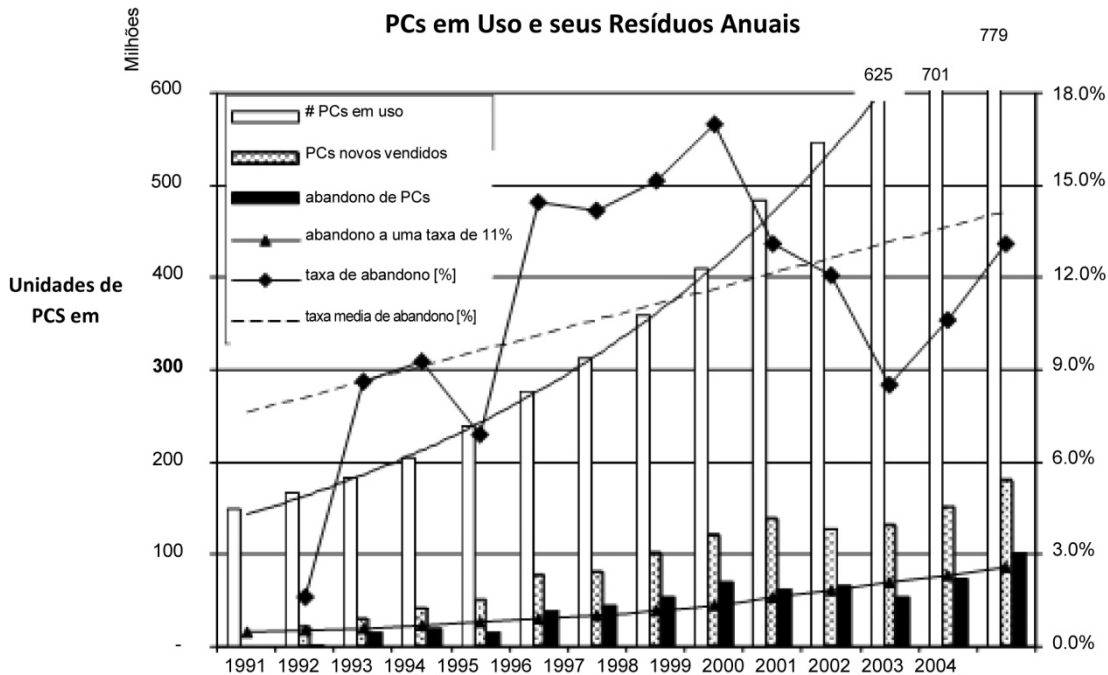


Fig. 4. Alguns fatos e tendências do mercado de PCs durante a última década (todos os dados tirados das estatísticas online do Banco Mundial www.worldbank.org). A base mundial de PCs instalados [# PCs em uso] aumenta exponencialmente. O vendas de novos PCs [novos PCs vendidos] também cresceu substancialmente de 20 milhões (1992) para 180 milhões (2004). No entanto, há uma queda considerável em novas vendas de PCs nos anos de 2001 e 2002, refletindo o estouro da bolha de tecnologia em 2000, seguido por uma recuperação rápida nos últimos 2 anos. Cerca de metade dos PCs novos substituíram os obsoletos [PCs abandonados]. O resto adiciona à base instalada, que resulta no presente crescimento. Comparando o número de abandono de PCs com a base de totalmente instalados uma taxa de abandono entre 2% e 17% é encontrada. Uma tendência para um aumento da queda na taxa pode ser observado [ajuste linear da taxa de abandono], indicando claramente uma vida útil decrescente de PCs. No entanto, essa tendência é ultrapassada pela evolução do mercado nos últimos anos: a taxa foi mais elevada (17%) em 1999, no auge do boom das TIC. A taxa média de abandono durante todo o período é de aproximadamente 11%, o que acaba por ser um vida útil (assumindo decadência linear) de cerca de 9 anos. Isto, por sua vez, indica um tempo de armazenamento muito longo, o que foi confirmado por testes de amostragem feitos para SWICO na Suíça. Se assumirmos uma taxa de 11% de abandono constante (que representa a taxa média de abandono ao longo do período 1991-2004), o



número de PCs que são abandonados a cada ano a partir da base de PCs instalados [# PCs em uso] dá uma estimativa conservadora de sucata de PC que ocorre [abandono a uma taxa de 11%] se extrapolado para o futuro.

Além disso, alguns países em desenvolvimento importam quantidades consideráveis de lixo eletrônico, embora a Convenção da Basileia restrinja o comércio transfronteiriço desse material. A Fig. 5 indica as principais rotas de tráfego de lixo eletrônico na Ásia. Não existem, no entanto, números confirmados disponíveis sobre o quão substanciais são esses fluxos de lixo eletrônico transfronteiriços. Dos países que não ratificaram as convenções, como os EUA, as estimativas foram feitas que 50-80% do e-lixo doméstico coletado não é reciclado internamente, mas sim enviados para destinos como China (Puckett e Smith, 2002).

China, Índia e outros países recentemente ajustaram suas leis para combater as importações de lixo eletrônico. No entanto, sendo grandes produtores de EEE (China fabrica, por exemplo, 90% da produção CRT mundial), esses países devem reconhecer o seu interesse inerente no fechamento dos ciclos de materiais e no acesso às matérias-primas dos fluxos de lixo eletrônico.

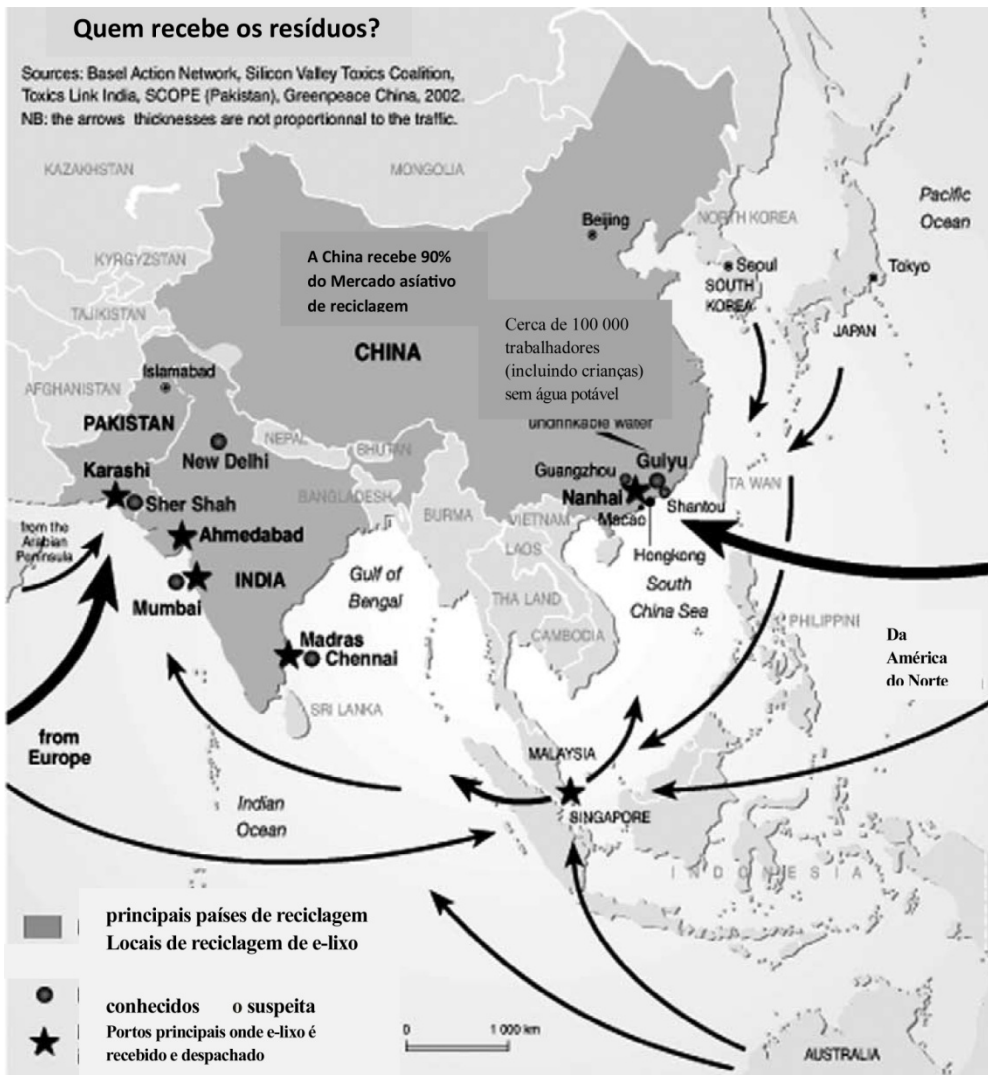


Fig. 5. Tráfego Asiático de e-lixo (Schwarzer et al., 2005).

1.4. Conteúdo dos REEE

Quando o lixo eletrônico é descartado ou reciclado sem qualquer controle, há previsíveis impactos negativos sobre o ambiente e a saúde humana. E-lixo contém mais de 1.000 substâncias diferentes, muitas das quais são tóxicas, como o chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, selênio, cromo hexavalente e retardadores de chama que criam emissões de dioxinas quando queimado. Cerca de 70% dos metais pesados (mercúrio e cádmio) em aterros nos EUA vêm do lixo eletrônico. Eletroeletrônicos compõem 40% do chumbo em aterros. Estas toxinas podem causar danos cerebrais, reações alérgicas e câncer (Puckett e Smith, 2002).

O e-lixo contém quantidades consideráveis de materiais valiosos, como metais preciosos. Os PCs de primeira geração continham até 4 g de ouro cada um; no entanto, esse diminuiu para cerca de 1 g na atualidade⁷. O valor de metais comuns contidos no e-lixo também é muito alto: 1 tonelada de lixo eletrônico contém até 0,2 toneladas de cobre, que podem ser vendidas por cerca de 500 Euros no preço mundial atual (Soderstrom, 2004). Portanto a reciclagem de lixo eletrônico tem o potencial de ser um negócio atraente e empresas como a Boliden (Suécia), WEEE AS (Noruega) e Citiraya (UK) estão investindo na área.

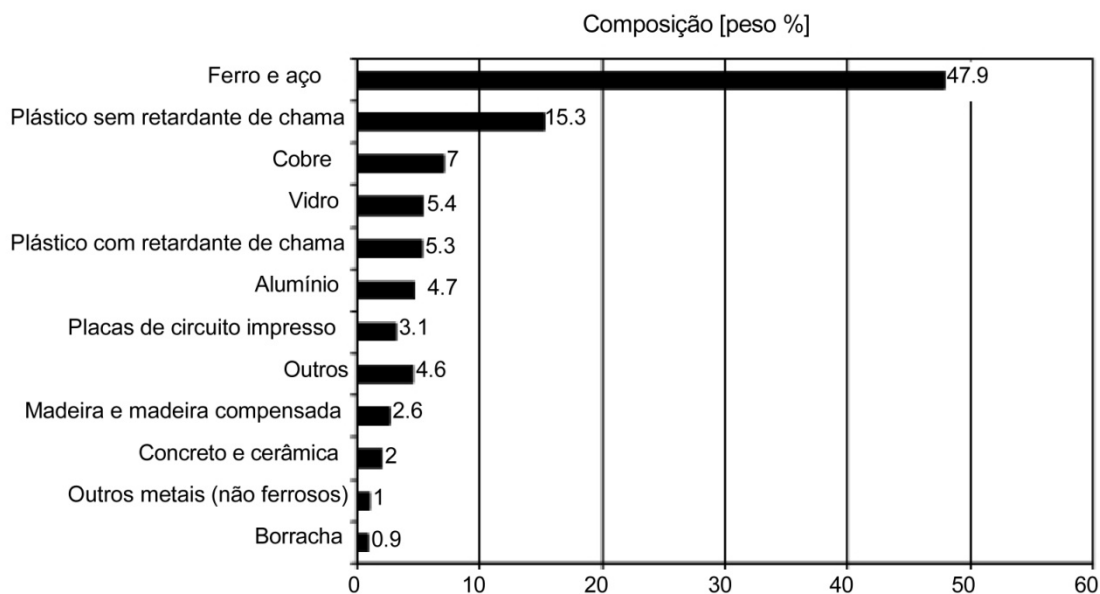


Fig. 6. Composição de materiais nos REEE (*European Topic Centre on Resource and Waste Management*).

Dada a grande variedade de materiais encontrados nos REEE, é difícil generalizar a composição dos materiais na totalidade do fluxo de resíduos. No entanto, a maioria dos estudos analisam cinco categorias de materiais: metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, plásticos e "outros".

⁷ Comunicação pessoal com os recicladores de lixo eletrônico.

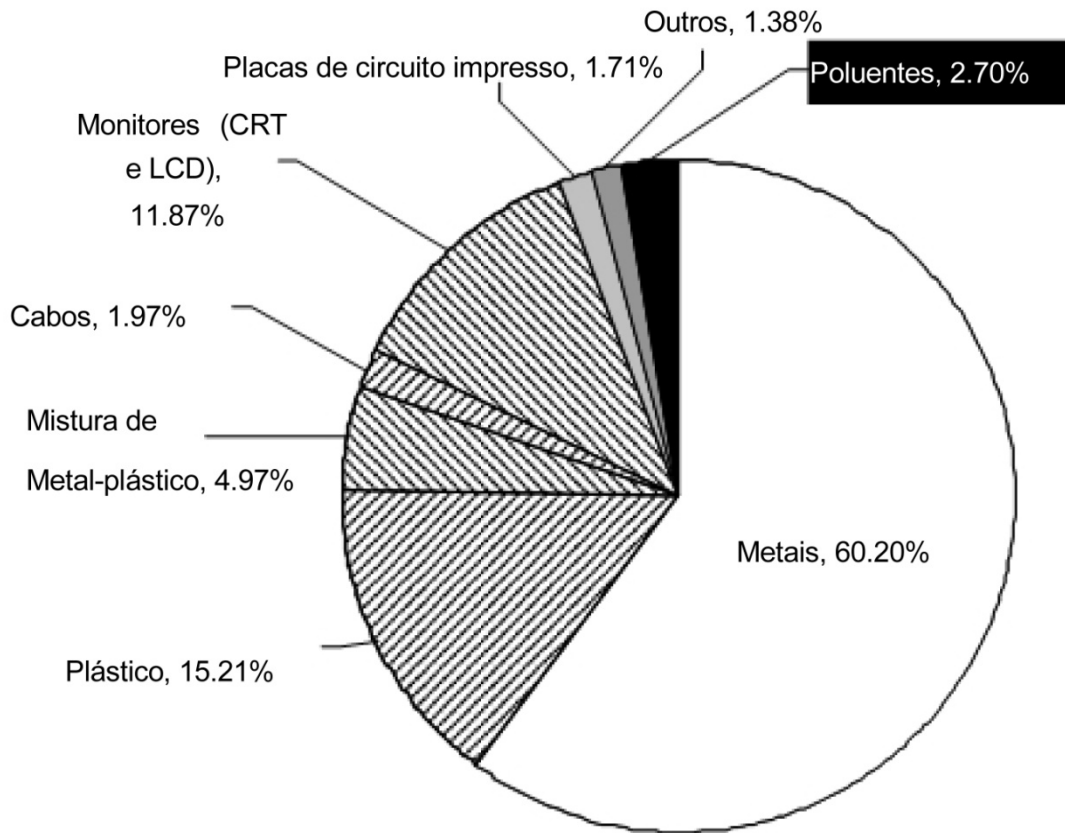


Fig. 7. Frações de materiais no lixo eletrônico (Fonte: Empa, 2005).

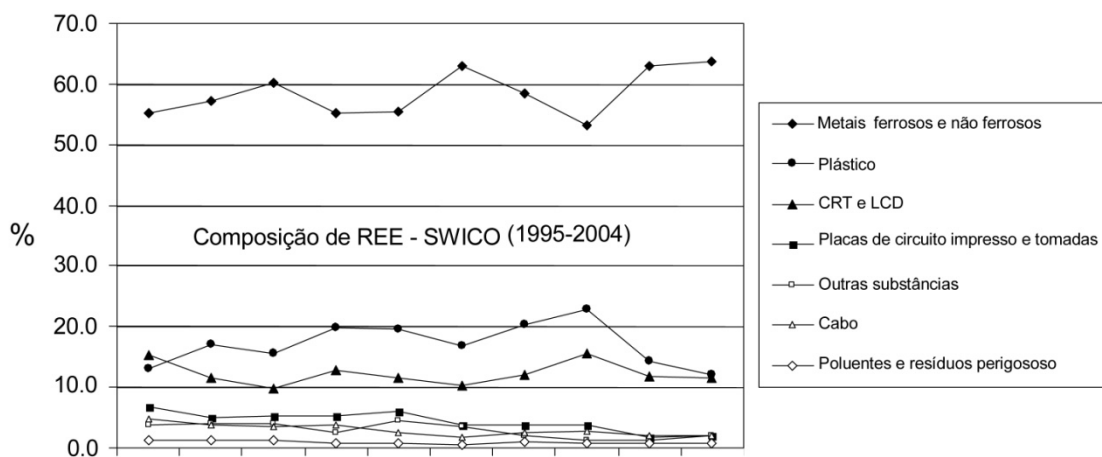


Fig. 8. Composição WEEE série histórica da SWICO (Suíça). (Empa, 2005).

De acordo com o Centro Temático Europeu sobre Recursos e Gestão de Resíduos (European Topic Centre on Resource and Waste Management - ETC/RWM), ferro e aço



são os materiais mais comumente encontrados em equipamentos elétricos e eletrônicos e são responsáveis por quase metade do peso total dos REEE (Fig. 6). O plástico é o segundo maior componente em peso, representando cerca de 21% dos REEE. Metais não ferrosos, incluindo os metais preciosos, representam aproximadamente 13% do peso total dos REEE (com o cobre sendo responsável por 7%).

Uma composição similar é encontrada nos REEE reciclados pelo sistema de reciclagem SWICO / S.EN.S na Suíça (Fig. 7).

É interessante ver que ao longo do tempo, o conteúdo de metal manteve-se como fração dominante, com mais de 50%, quando comparado aos poluentes e componentes perigosos que estão em declínio constante (Fig. 8).

2. Abordagens e iniciativas de gestão do lixo eletrônico

2.1. Responsabilidade alargada do produtor (EPR)

A responsabilidade alargada do produtor (EPR) está sendo propagada como um novo paradigma na gestão de resíduos. A OCDE define EPR como uma abordagem política ambiental na qual a responsabilidade de um produtor com um determinado produto é estendida para a fase pós-consumo do ciclo de vida do produto, incluindo a sua eliminação final (OCDE, 2001). Mantendo-se em linha com princípio do poluidor-pagador, uma política de EPR é caracterizada por tirar a responsabilidade dos municípios, sugerindo a inclusão dos custos de tratamento e eliminação no preço dos produtos, refletindo os impactos ambientais dos produtos. Os legisladores estão cada vez mais adotando políticas de EPR para gerenciar vários tipos de resíduos, como carros, aparelhos elétricos e eletrônicos descartados, que requerem um tratamento e manuseio especial. A UE, em 1991, designou o lixo eletrônico como um fluxo de resíduos prioritário e, em agosto 2004, as leis de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) entraram em vigor (UE, 2002a), tornando obrigatório aos fabricantes e distribuidores nos países membros da UE a recolher dos consumidores os seus produtos fora de uso e reciclá-los.

Legalmente, e do ponto de vista administrativo, há uma variedade de abordagens para a implementação dos instrumentos de EPR-desde totalmente voluntárias a obrigatórias (OCDE, 2001) (Tabela 3). Abordagens voluntárias são a forma preferida de



implementação de estratégias de EPR, principalmente para evitar a promulgação de regulamentações nacionais. O grau de envolvimento do produtor pode variar de totalmente privado a público, com operações compartilhadas, controle compartilhado e opções de consulta pública entre os dois extremos (OCDE, 2001). As Organizações de Responsabilidade do Produtor (*Producer Responsibility Organisations* - PROs) são muitas vezes instituídas como esforço da indústria cooperativa para assumir coletivamente as responsabilidades de suas empresas membros para cumprir as suas obrigações de EPR.

O sistema suíço, iniciado voluntariamente no início de 1990 para refrigeradores e encontrando um sistema formal, em 1994, para as TIC e CE (produtos eletrônicos de consumo), é operado por duas PROs -SWICO e S.EN.S. Na Suécia, a El-Kresten é uma PRO que gerencia toda a cadeia desde a coleta até a reciclagem de REEE (El-Kresten, 2004). No entanto, na Alemanha, o projeto EAR (Elektro-Altgeräte Register Projektgesellschaft b.R) atua apenas como uma câmara de compensação entre produtores e municípios, assegurando o cumprimento e monitoramento para que os produtores cumpram as suas obrigações nos termos da lei alemã Elektro Geräte.

Projetar um sistema de EPR com papéis claros e bem definidos é essencial para todos os produtores, usuários, autoridades e gestores de resíduos (Lindhqvist, 2000). Cinco parâmetros amplos foram identificados que precisam ser considerados ao projetar ou caracterizar um sistema de gestão de REEE:

1. Regulamento Legal: Quão elaborada é a legislação, ou seja, qual é a quantidade de detalhes especificada para a gestão operacional do sistema?
2. Cobertura do sistema: Um aspecto da cobertura de um sistema é se é coletiva (todos inclusive para qualquer marca) ou específico a uma marca (o proprietário de marca específica é individualmente



Tabela 3
Abordagens possíveis deEPR e exemplos

Tipo de abordagem EPR	Exemplos
Programas de Coletas de produtos	Coleta obrigatória Programas de Coleta Voluntária ou Negociada
Abordagens regulatórias	Padrões mínimos de produtos Proibições de certos materiais ou produtos perigosos. Proibições relativas à eliminação Reciclagem por mandato
Práticas voluntárias da indústria	Códigos de conduta voluntários Parcerias público / privadas Locação e conserto Rotulagem
Instrumentos econômicos	Sistemas de depósito-reembolso Adiantamento de taxas de reciclagem Taxas de eliminação Impostos Material / Subsídios

(OCDE, 2001).

responsável). O outro aspecto seria a possibilidade de ter um sistema que atendesse a todas as categorias de produtos ou ter sistemas diferentes para diferentes tipos de produtos com REEE.

3. Financiamento do Sistema: Esse parâmetro questiona quem paga, quanto é pago e quem recebe. Em um extremo da escala se encontra um sistema inteiramente financiado de maneira externa, onde o encargos financeiros do recolhimento e reciclagem ficam a cargo do usuário do produto ou produtor ou município, fornecendo recursos adicionais destinados especificamente para o tratamento de fim-de-vida-útil do produto. Por outro lado, um sistema interno seria um sistema em que o recolhimento e a reciclagem são pagos no preço produto em si.

4. Responsabilidade do Produtor: Ao projetar um sistema, é importante considerar o grau de responsabilidade dos produtores, em que pontos do processo, e como a responsabilidade fica na prática. Embora cada produtor possa ser individualmente responsável por seus produtos, vários fabricantes podem se unir para formar um sistema coletivo de gestão de REEE. Sistemas flexíveis permitem tanto a implementação individual da responsabilidade do produtor quanto a coletiva

5. Assegurando o cumprimento: A elaboração do sistema deve ser tal que exista controle e equilíbrio, especialmente para evitar oportunistas. Penalidades para o não cumprimento do recolhimento e reciclagem são muitas vezes utilizadas para

garantir conformidade. Um sistema pode ter várias dessas medidas, algumas delas, ou até mesmo nenhuma, em casos extremos.

Com estes parâmetros-chave, é possível caracterizar um sistema de gestão de REEE. Por exemplo, o sistema suíço seria caracterizado como um sistema de relativamente pouco controle regulamentar, com o enquadramento legal, o ORDEE (BUWAL, 2004) dando apenas as orientações gerais para a gestão de REEE. Nele, os produtores assumem a total responsabilidade pela implementação e operação do sistema, cobrindo todo o espectro de

Comparação do Sistema de Gestão de REEE

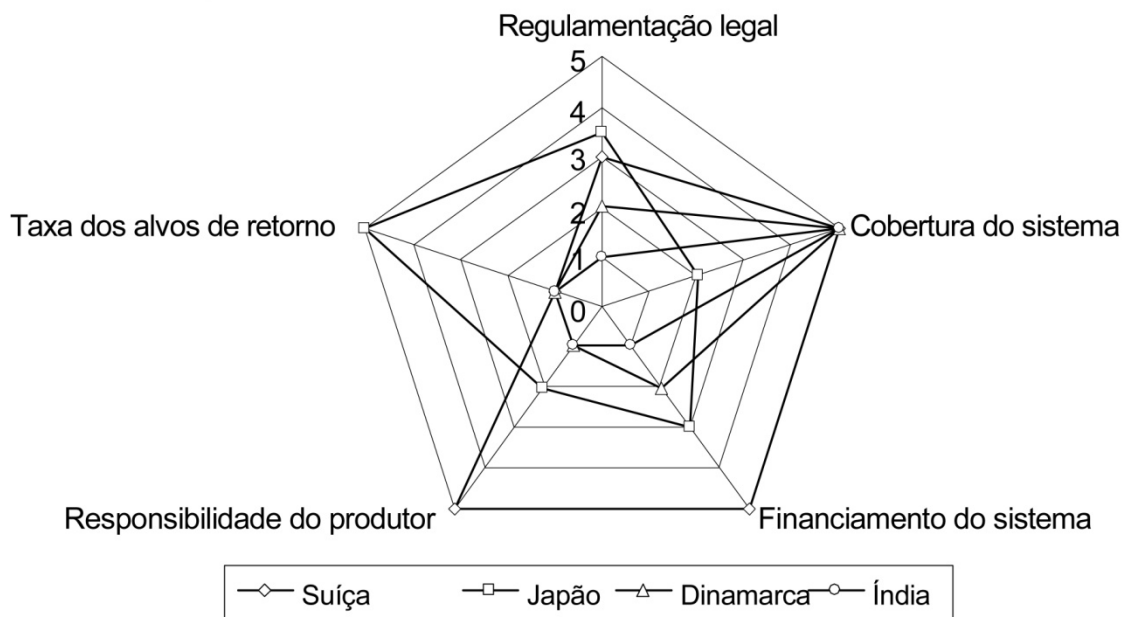


Fig. 9. Características dos sistemas de gestão de REEE em países selecionados. Consulte também a Tabela 4.



Tabela 4

Definição de escala para os indicadores utilizados na Fig. 9

Indicador de comparação	Baixo (valor = 0)	Médio (valor = 3)	Alto (valor = 5)
Regulamentação legal	Não existente	Regulamentação existente dá Flexibilidade operacional	Regulamentação existente sem flexibilidade
Cobertura do sistema	Sem cobertura do sistema	Poucos REEE com cobertura do sistema	Todos os REE com cobertura do sistema
Financiamento do sistema	Sem financiamento externo	Sistema parcialmente financiado externamente	Sistema totalmente financiado externamente
Responsabilidade do produtor	Não existente	Responsabilidade seletiva do produtor	Responsabilidade grande do produtor
Taxa de alvos de Retorno	Sem alvo de coleta ou reciclagem legal	Poucos alvos de coleta e reciclagem	Alvos para todos os processos pré-definidos, legalmente vinculante

REEE sem marca específica de produto e todo o sistema é financiado através de taxas de reciclagem nos produtos. Em comparação, a lei casa japonesa de reciclagem de aparelhos domésticos, que entrou em vigor em 2001, estipula especificamente o mecanismo de coleta, transporte e reciclagem de REEE (Raymond Communications, 2003). É ao mesmo tempo específica em termos de produto e marca em sua cobertura, cobrindo apenas TVs, refrigeradores, máquinas de lavar e ar condicionados e a reciclagem desse material é de responsabilidade do produtor. A lei também especifica metas para taxas de reciclagem e impõe sanções pesadas para os casos de incumprimento.

A Fig. 9 apresenta uma comparação gráfica dos sistemas de gestão de REEE em quatro países. O gráfico visa ilustrar o fato de que países diferentes têm configurações diferentes dos parâmetros mencionados acima. A classificação foi feita em uma base subjetiva, com valores altos ou baixos dados a um sistema não indicando um desempenho melhor ou pior no parâmetro, mas apenas ilustrando que os países com indicadores econômicos comparáveis (por exemplo, Suíça e Japão) podem ter Sistemas de gestão de REEE muito diferentes.

2.2. Iniciativas REEE selecionadas

As iniciativas WEEE que foram selecionadas estão representadas na Tabela 5.

3. Gestão de REEE em países industrializados: os resultados da avaliação da China, Índia e África do Sul



3.1. Problemas específicos de países em desenvolvimento e transição

Algumas das dificuldades específicas dos países em desenvolvimento e transição foram mencionadas acima e são resumidas aqui:

- Embora a quantidade de lixo eletrônico per capita ainda seja relativamente baixa, países populosos como a China e a Índia já são grandes produtores de lixo eletrônico tendo em vista a quantidade total de e-lixo (Empa, 2005)

Tabela 5
Iniciativas que abordam as várias perspectivas das questões de REEE

Iniciativas	Descrição
Convenção da Basileia e BAN da Basileia	Um acordo global que regula a movimentação de resíduos perigosos, incluindo os REEE, entre os países e está em vigor desde 1992. No entanto, uma alteração da Convenção, vulgarmente conhecida como BAN da Basileia, apela para a proibição da exportação de resíduos perigosos dos países da OCDE para os países que não são membros da OCDE, ainda está para entrar em vigor.
Iniciativa StEP (resolvendo a questão do e-lixo)	A iniciativa liderada pela ONU começou em 2004 na Conferência "Electronic Goes Green" em Berlim para a construção de uma plataforma internacional para o intercâmbio e desenvolvimento de conhecimento sobre os sistemas de REEE entre os países para melhorar e coordenar vários esforços ao redor do mundo sobre a cadeia de suprimentos reversa (StEP 2005).
Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC) A campanha de coleta de computadores	Uma rede de organizações não-governamentais (ONGs) nos EUA trabalhando em conjunto para lidar com questões de REEE, incluindo advocacia internacional para a BAN da Basileia, coleta interna e eventos de reciclagem, bem como pesquisas investigativas para promover soluções nacionais para a gestão de resíduos perigosos.
Fórum REEE	Fundada em 2002, o Fórum REEE é um grupo de representantes de sistemas voluntários REEE de coleta na Europa, cuidando da responsabilidade de produtores individuais na Europa.
Iniciativa <i>National Electronics Product Stewardship Initiative (NEPSI)</i>	Um diálogo com múltiplas partes interessadas para desenvolver a estrutura de um sistema nacional de gestão de REEE nos EUA. O diálogo NEPSI inclui representantes de fabricantes de eletrônicos, varejistas, governos estaduais e municipais, empresas de reciclagem, grupos ambientais e outros.
<i>Electronics Product Stewardship Canada (EPS Canada)</i>	EPS Canada foi criado para trabalhar com a indústria e o governo para desenvolver uma solução canadense flexível, viável. Uma organização liderada pela indústria, os membros fundadores são os 16 fabricantes principais de eletrônicos.
ERP (Plataforma de Reciclagem Europeia)	Instituído no fim de 2002 pela Hewlett Packard, Sony, Braun e Electrolux para permitir que os produtores cumpram a diretiva WEEE. Destina-se a avaliar, planejar e operar uma plataforma pan-europeia para serviços de reciclagem e gestão de resíduos.
Programa de e-lixo Seco/Empa	Um projeto criado em 2003 pela SECO (Secretaria do Estado Suíço para Assuntos Econômicos) e executado pela Empa (Laboratórios Federais Suíços para Teste de Materiais e Pesquisa), em colaboração com vários sócios e autoridades locais, para avaliar e melhorar os sistemas de reciclagem de REEE em diferentes partes do mundo, através da análise dos sistemas e da troca de conhecimentos sobre técnicas de reciclagem e estruturas.



- Esses países também exibem os mercados que mais crescem para equipamentos elétricos e eletrônicos.
- Alguns países em transição e desenvolvimento estão importando quantidades consideráveis de e-lixo. Algumas produtos chegam como doações destinadas a ajudar os pobres, enquanto outros são simplesmente mal rotulados.

Em alguns países em desenvolvimento e transição essas dificuldades são amplificadas por uma falta de regulamentos e/ou uma falta de repressão no setor de reciclagem e descarte. Combinado com a existência de um setor informal muito criativo e de baixa renda, essa falta permite a uma empresa de reciclagem de lixo eletrônico prosperar com técnicas de baixo custo que não são controladas e que apresentam riscos (exemplos são mostrados na Fig. 10 e descritos em Agarwal et al., 2003). A maioria dos participantes nesse setor não está ciente dos riscos ambientais e de saúde e desconhece melhores práticas, ou não tem acesso ao capital de investimento para financiar melhorias, ainda que rentáveis, ou implementar medidas de segurança.

3.2. Desenvolvendo parcerias de conhecimento REEE

Na expectativa de ter as diretivas WEEE e RoHS da União Europeia impostas em breve, muitos países que praticam a exportação de REEE começaram a se mover no sentido de resolver suas questões de e-lixo doméstico. A China elaborou uma lei em 2004 e identificou a Província de Zhejiang, para fazer cumprir a legislação como um piloto para uma replicação seguinte, em outras províncias. A Índia e a África do Sul criaram Grupos de Estratégia de REEE para desenvolver um sistema integrado de gestão de REEE. Estes grupos estratégicos consistem de delegados de várias partes de interessados, ou seja, agências governamentais, associações de importadores e produtores de EEE, empresas de reciclagem e ONGs. Os grupos criaram comitês que lidam com questões específicas, como a formulação de políticas e leis, a criação de uma linha de base nacional de REEE, a reestruturação do setor de reciclagem de REEE, a implementação de responsabilidade do produtor (EPR) e da criação de uma consciência pública.



Fig.10.A extração de cobre a partir de placas de circuito impresso (PWB): (1) a remoção manual do verniz, (2) a recuperação de sulfato de cobre e depois submergir PWBs durante 12 horas em ácido sulfúrico seguido por fervura de H_2O utilizando resíduos PWB como combustível, (3) segregando manualmente a camada de cobre e as fibras de vidro após a queima de camadas múltiplas de PWBs que são resistentes a ácidos, (4) ferro é adicionado ao restante do líquido para reagir com o cobre dissolvido, (5) a substância caída de cobre é um terceiro produto trazendo o total de 1 a 2 toneladas de cobre por mês, (6) esse tipo de SME cria cerca de 12 empregos, no entanto, a custos externos elevados. (Levantamento da Empa,2004).

Em 2003, a Suíça iniciou um programa de parceria de conhecimento com países em desenvolvimento. O projeto em curso é financiado pelo SECO (Secretaria do Estado Suíço de Assuntos Econômicos) e implementado pelo Empa, em colaboração com uma série de parceiros locais e autoridades. O objetivo da primeira fase foi identificar e documentar a situação atual de manipulação de e-lixo em três áreas urbanas-Deli (Índia), Pequim (China) e Joanesburgo (África do Sul) e desenvolver uma base de conhecimento para mitigar os riscos sem reduzir a atratividade desse negócio. Atualmente, esse programa é fundamental no apoio aos grupos estratégicos nacionais de REEE, no estabelecimento de linhas de base nacionais de REEE e no auxílio na implementação de projetos piloto de REEE.

3.3. Metodologia para a avaliação de sistemas informais de gestão de REEE

Avaliar sistemas de reciclagem de REEE requer uma compreensão abrangente da situação. Em um ambiente com um grande número de pequenos grupos informais manuseando um fluxo complexo de resíduos, avaliar quantidades, oportunidades de trabalho e negócios, bem como os riscos para a saúde e para o meio ambiente é uma tarefa exigente que requer uma metodologia bem estruturada. No âmbito do programa de e-lixo da SECO, a Empa desenvolveu uma metodologia de avaliação abrangente que combina métodos e ferramentas (Fig. 11) qualitativos e quantitativos.

Essa metodologia consiste das seguintes atividades:

- Análise dos processos utilizados para a reciclagem do lixo eletrônico, em uma técnica específica e no contexto geográfico. Isto torna possível descrever e compreender processos de reciclagem, apesar de estarem divididos em várias pequenas etapas dispersos por grandes áreas de uma forma semelhante a uma "fábrica virtual". A descrição formal é feita com métodos comuns, tais como análise de fluxo de material (usando abordagem de redes de fluxo de material apoiada pela ferramenta de software Umberto®) e o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).
- Comparação de sistemas diferentes de reciclagem de lixo eletrônico, desenvolvendo assim um modelo de três escudos simplificado, que consiste na camada mais externa sendo as condições de enquadramento, a camada intermédia sendo o sistema de

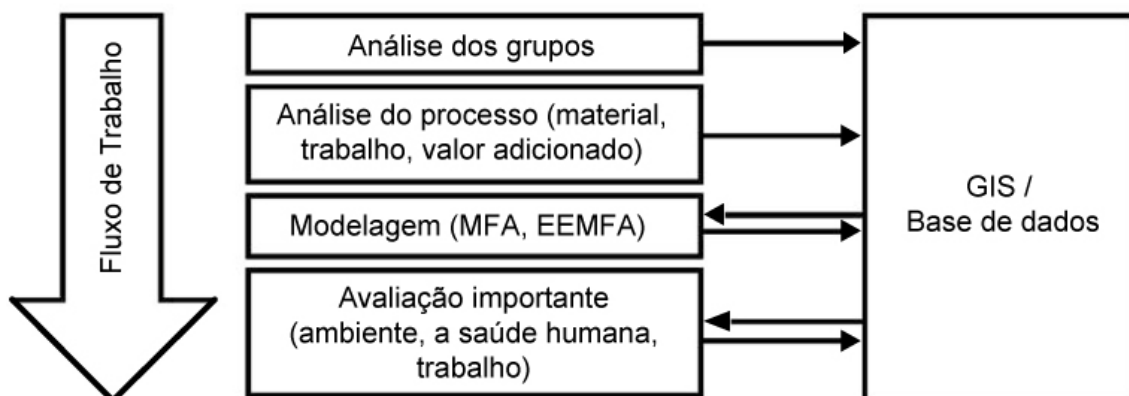


Fig. 11. Metodologia de avaliação geral (Empa, 2005).



Tabela 6
Sistema indicador de avaliação para medir e comparar os sistemas de gestão de REEE

Aspecto	Critério	Indicador
Quadro estrutural	Política e legislação	Ratificação da Convenção da Basileia e Emenda BAN Status da legislação nacional de resíduos Status da legislação nacional de lixo eletrônico Índice de Percepção de Corrupção
	Economia	Custo de capital (investimentos industriais) Mercado secundário de matérias-primas
	Sociedade e Cultura	Liberdades civis e políticas Atividades NGO Recycling culture A consciência ambiental na sociedade
	Ciência e tecnologia	Conhecimento em tecnologias de reciclagem de REEE Pesquisas de gestão de REEE/ tecnologia de reciclagem
Sistema de Reciclagem	Fluxo de material	geração de REEE per capita Gestão de reciclagem em circuito fechado
	Tecnologias	Eficiência da recuperação de materiais Qualidade do material recuperado
	Fluxo Financeiro	Cobertura financeira Cobertura de externalidades Incentivos financeiros para eco-design
Impactos	Meio ambiente	Eliminação final de REEE em aterros inseguros Emissões de substâncias perigosas
	Saúde humana	Saúde e implementação de segurança nos locais de trabalho Exposição da população vizinha a substâncias perigosas
	Trabalho	Número de empregos gerados Distribuição da renda

reciclagem e a camada núcleo consistindo dos impactos sobre o meio ambiente e a saúde. Isso fornece uma descrição das complexas inter-relações entre os sistemas de reciclagem de lixo eletrônico, a sociedade e o meio ambiente.

- Caracterizar e visualizar um sistema de reciclagem de lixo eletrônico por meio de quatro aspectos, que podem ser representados como camadas separadas em um mapa: (1) o fluxo de materiais, (2) a cadeia de valor acrescentado, (3) os recursos de mão de obra necessários, e (4) os riscos envolvidos.

Um sistema de indicadores foi desenvolvido com o objetivo de estruturar, analisar e comparar os sistemas de gestão de REEE em países diferentes. Os indicadores foram ponderados⁸ e avaliados em uma escala de três pontos. O sistema considera o quadro estrutural vigente (política e legislação, economia, sociedade e cultura, ciência e

⁸ Ponderação foi realizada com base em 1) resultados dos relatórios de pesquisa, 2) de acordo com opiniões de especialistas, 3) bases de dados globais (por ex., www.nationmaster.com) e 4) os pressupostos, no caso em que fontes de informação confiáveis não puderam ser identificadas.



tecnologia), a qualidade da sistema de reciclagem existente e seus impactos sobre o meio ambiente, a saúde humana e o trabalho (ver Tabela 6). Este método baseia-se numa análise de utilidade, a qual permite que a multi-dimensionalidade de problemas complexos de avaliação sejam levados em conta.

As avaliações nos três países confirmaram a relevância da questão do lixo eletrônico e da necessidade de apoio na gestão do lixo eletrônico em todos os países avaliados. Três questões-chave surgiram.

- Em primeiro lugar, em todas as três áreas urbanas avaliadas os sistemas de reciclagem de lixo eletrônico eram puramente comerciais e surgiram sem qualquer intervenção do governo. Qualquer desenvolvimento nesses setores de e-lixo terão de ser construído na configuração atual.
- Em segundo lugar, na China e na Índia, a infra-estrutura de tratamento de lixo eletrônico complexo é baseada e executada por um setor informal comercial, refletindo uma longa tradição na reciclagem de resíduos. Catadores de pano e revendedores de resíduos facilmente se adaptaram ao novo fluxo de resíduos e um grande número de novas empresas foram criadas para a re-utilização de componentes ou extração de matérias-primas secundárias. Na África do Sul com o seu importante setor de mineração (ouro) e o estado da reciclagem de metais de arte, a indústria local não teve dificuldade em integrar o novo fluxo de resíduos.
- Em terceiro lugar, as partes interessadas em cada país estão cientes das deficiências dos sistemas de tratamento de lixo eletrônico atuais. Eles declararam a gestão de lixo eletrônico como uma questão prioritária e já começaram a formular estratégias de melhoria. Na Índia, metrópoles estão enfrentando um rápido crescimento de quantidades de resíduos, por exemplo, no “Cyber City” de Bangalore. Processos de baixo risco, tais como o desmantelamento de REEE, oferecem boas oportunidades de emprego para mão de obra de especialização média e baixa se for dada a formação adequada e acesso às tecnologias necessárias e acessíveis. No entanto, alguns dos processos de reciclagem são extremamente prejudiciais e devem ser transferidos para o setor formal de indústrias. A China está enfrentando dificuldades semelhantes agravadas pelas importações ilegais excederem as capacidades de reciclagem existentes. O governo central designou



Zhejiang (uma das áreas mais afetadas) como a província piloto de e-lixo para testar soluções de transposição e implementação da nova legislação de REEE. Após a bem-sucedida implementação, o sistema de gestão de REEE desenvolvido deve servir como um modelo para a replicação em outras províncias. A África do Sul está contando com a sua indústria eficiente e grande de reciclagem, e espera-se que o país não tenha dificuldade em gerir a recuperação de materiais de e-lixo. No entanto, atualmente não há um esquema eficiente para recolher material de consumidores e, portanto, apenas uma fração dos EEE descartados (cerca de 10%) é reciclada. Atualmente, o grupo de estratégia de REEE e iniciativas privadas na cidade do Cabo e em Joanesburgo estão organizando “*Green e-Waste Channels*” que garantem aos usuários uma ótima eliminação de certos REEE a riscos mínimos.

4. Conclusão

O e-lixo é uma questão emergente, impulsionada pelo rápido aumento das quantidades de equipamentos eletrônicos complexos eliminados. O nível global de produção, consumo e reciclagem induz a grandes fluxos de substâncias tóxicas e valiosas.

Os regulamentos internacionais, principalmente desenvolvidos pela Convenção da Basileia, que tem como foco a proibição mundial de transferência transfronteiras de lixo eletrônico, parecem enfrentar dificuldades em sua implementação eficaz, no entanto, um relato conclusivo da situação e das tendências ainda não é possível. Em uma escala global algumas tentativas têm sido feitas para identificar os fluxos de lixo eletrônico do passado, do presente e do futuro. O foco tem sido colocado em quantidades e em alguns casos em rotas e na distribuição espacial, mas ainda falta uma perspectiva global.

A introdução de um quadro jurídico que abrange vários países da OCDE e da União Europeia e os seus países membros não se destina apenas a elaborar sistemas de gestão de REEE, mas também melhorar a elaboração de produtos. O desenvolvimento desses marcos legais está começando a transformar a percepção e a produção de países que não fazem parte da OCDE. As exportações para a UE estão em jogo tanto devido às restrições de substâncias perigosas (Diretiva RoHS) quanto à obrigação de respeitar a Diretiva REEE, principalmente por conta das implicações financeiras de garantir que



todos os EEE importados para a UE sejam reciclados.

Os países não-membros da OCDE estão rapidamente se tornando os principais produtores de EEE e estão interessados em ciclos de materiais de circuito fechado para acessar matérias-primas de grande necessidade. Ao mesmo tempo, isso poderia oferecer oportunidades de negócios para as operações de desmantelamento e reciclagem de trabalho intensivo em economias de baixa renda. No entanto, as avaliações mostram que as graves deficiências em capacidades, habilidades e tecnologias colocam os trabalhadores e o meio ambiente expostos a riscos consideráveis.

Embora a conscientização e preparação para a implementação de melhorias esteja aumentando rapidamente, existem muitos obstáculos na gestão de produtos no fim de suas vidas úteis com segurança e eficácia nos países em desenvolvimento:

- A falta de dados fiáveis é um desafio para os políticos que desejam criar uma estratégia de gestão de e-lixo e uma indústria que pretenda investir em decisões racionais.
- A falta de uma infra-estrutura de reciclagem de REEE segura no setor formal e, portanto, a dependência sobre as capacidades do setor informal pode representar sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana. No entanto, o recolhimento e o pré-processamento pode ser tratado de forma eficiente pelo setor informal e - ao mesmo tempo - pode oferecer inúmeras oportunidades de emprego.
- A falta de padrões internacionais para sistemas de gestão simples mas eficientes de REEE atrasa a sua implementação. Como primeiro passo, uma coleção de exemplos de “boas práticas” ou “lições aprendidas” nas implementações piloto em países em desenvolvimento ajudaria a acelerar o processo de mitigação.

As avaliações da Empa em Nova Deli, Pequim e Joanesburgo revelaram déficits e sugeriram as seguintes recomendações:

- Tecnologia e habilidades: Apoio a SME (in) formais e grandes indústrias de fundição (processamento de metal, vidro e resíduos de plástico) através de treinamento e consultoria específica em tecnologias mais limpas e processos de manipulação para melhorar os processos atuais de lixo eletrônico através da



introdução de melhores tecnologias disponíveis (MTD) e através da modernização e de trabalho de qualificação média e baixa.

- Política e legislação: Apoio aos municípios e/ou governos provinciais na elaboração, consulta (pública) e na aplicação da legislação sobre o manuseio de lixo eletrônico, oferecendo conselhos e exposição testando sistemas de gestão piloto.
- Negócios e finanças: Dar apoio garantindo a eficiência econômica e a sustentabilidade dos sistemas de gestão de REEE através da otimização do valor acrescentado e melhoria na eficácia dos sistemas de coleta e reciclagem (por exemplo, parcerias público-privadas criação de *buy-back* (comprar de volta) ou centros de eliminação e criando um custo adicional, por exemplo, taxas de reciclagem de antecedência (ARF)).

Embora cada um dos países avaliados precise desenvolver competências em todas as três áreas para resolver os seus problemas potenciais de gestão de lixo eletrônico, a maioria dos países já têm conhecimentos específicos que podem ser utilizados e compartilhados. Para otimizar a aprendizagem e maximizar a eficiência do apoio para melhorias de aplicação, uma parceria de conhecimento em gestão de e-lixo é proposta na forma de um Centro de Competência Internacional de REEE. As parcerias entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento oferecem a possibilidade de desenvolver novos modelos de gestão de lixo eletrônico que irão beneficiar os usuários, fabricantes e recicladores em todos os países.

Agradecimentos

O trabalho aqui relatado foi financiado pela Secretaria do Estado Suíço para Assuntos Econômicos (SECO). Os autores também gostariam de agradecer a Thomas Ruddy, Empa, e aos três revisores anônimos por seus comentários úteis.



Referências

- Agarwal R, Ranjan R, Sarkar P. Scrapping the hi-tech myth: computer waste in India. Toxics Link. New Delhi; 2003.
- BUWAL. Ordinance of 14 January 1998 on the return, the taking back and the disposal of electrical and electronic equipment (ORDEE); 2004. http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/abfall/vreg_2004_e.pdf.
- Culver J. The life cycle of a CPU; 2005. <http://www.cpushack.net/life-cycle-of-cpu.html>.
- EU. Directive 2002/96/EC of the European parliament and of the council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) — joint declaration of the European parliament, the council and the commission relating to article 9. Official Journal L037:0024-39 [13/02/2003; 2002a [http:// europa.eu.int/eur-lex/en/](http://europa.eu.int/eur-lex/en/)].
- EU. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS). Official Journal L037, 13/02/2003 p. 19 - 23; 2002b (<http://europa.eu.int/eur-lex/en/>).
- The Economist, 29.01.2005. p. 56.
- EEA. Waste electrical and electronic equipment (WEEE). Copenhagen7 European Environment Agency; 2003.
- El-Kresten, 2004: <http://www.el-kresten.se>.
- Empa survey. Draft final report 2004 on the assessment phase (phase 1) of the Empa/seco programme in bknowledge partnerships with developing and transition countries in e-waste recyclingQ. Empa, Federal Institute of Material Testing and Research; 2004. <http://www.ewaste.ch>.
- Empa. The ewaste guide; 2005. <http://www.ewaste.ch>
- Enviros. Potential markets for waste electronic and electrical equipment (WEEE); 2002. <http://www.londonremade.com/londonremade/downloadfiles/Mkts%20for%20WEEE%20report202.doc>.



ETC/RWM. European Topic Centre on Resource and Waste Management

(Topic Centre of the European Environment Agency) part of the European

Environment Information and Observation Network (EIONET); 2003.

<http://waste.eionet.eu.int/waste/6>.

International Copper Study Group. ICSG Information Circular Waste Electric and
Electronic Equipment (WEEE); 2003.

<http://www.icsg.org/News/Infocirculars/ICSGICSGTrendsInDynamic.pdf>.

Lindhqvist T. Extended producer responsibility in cleaner production The
International Institute for Industrial Environmental Economics. Lund, Sweden
Lund University; 2000.

Lohse J, Winteler S, Wulf-Schnabel J. Collection targets for waste from electrical
and electronic equipment (WEEE) the directorate general (DG XI) environment.

Nuclear safety and civil protection of the Commission of the European
Communities; 1998.

Matthews S, Hendrickson C, McMichael F, Hart D. Disposition and end-of-life
options for personal computers Carnegie Mellon University; 1997.

<http://www.ce.cmu.edu/~fm2a/12710/Newmodel%20computer%20recycling.xls>.

O'Connell Kim A. Computing the damage, waste Age; 2002.

http://www.wasteage.com/ar/waste_computing_damage/.

OECD. Extended producer responsibility: a guidance manual for governments.

Paris7 OECD; 2001.

Puckett J, Smith T. Exporting harm: the high-tech trashing of Asia The Basel
Action Network. Seattle7 Silicon Valley Toxics Coalition; 2002.

Raymond Communications Inc. Electronics recycling: what to expect from global
mandates, CD version of belectronics mandates: what to expect from global
mandatesQ; 2003.

Schwarzer S, et al. E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and
use. http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.pdf.

Sinha D. The management of electronic waste: a comparative study on India
and Switzerland. St. Gallen, University of St. Gallen. Master Thesis; 2004.

Soderstrom U. Boliden bAlte Handys und PCs sind wertvolle
KupferminenQ;2004.

http://www.neuematerialien.de/alle_fachbereiche/nachrichten/.



StEP. Solving the e-waste problem: a synthetic approach (StEP), Draft Project Document; 2005. <http://step.ewaste.ch>.
Summers L. dLarry SummersT war against the earthT; 1991. from <http://www.counterpunch.org/summers.html>.
UNEP. Basel convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal, United Nations Environment Programme/Secretariat of the Basel Convention; 1989. <http://www.basel.int/text/documents.html>.

Rolf Widmer, *Technology and Society Lab*, Empa - Laboratórios Federais Suíços para Teste de Materiais e Pesquisa (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*)

Rolf Widmer recebeu seu mestrado em engenharia elétrica e seu MBA em cooperação para o desenvolvimento do Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Zurique (ETH). Durante vários anos, ele foi membro do Instituto de Quantum Eletrônico na ETH. Recentemente, ele se juntou ao Laboratório de Tecnologia e Sociedade da Empa, na Suíça, uma instituição de pesquisa pertencente ao domínio da ETH. Ele gerencia os projetos de Parcerias de conhecimento na reciclagem de e-lixo, que começou em meados de 2003. Antes disso, ele trabalhou principalmente no campo do fornecimento de energia rural em países em desenvolvimento baseado em energias renováveis. Ele gerenciou projetos de cooperação técnica em diversos países e chefiou o departamento de R e D em sistemas de controle na Entec AG, uma empresa suíça que ele co-fundou e que é especializada em energia hídrica descentralizada para o fornecimento de energia rural. Rolf Widmer é autor de várias publicações nessa área.

Heidi Oswald-Krapf, *Technology and Society Lab*, Empa - Laboratórios Federais Suíços para Teste de Materiais e Pesquisa (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*)



Heidi Oswald-Krapf fez seu mestrado em ciências ambientais e seu MBA em cooperação para o desenvolvimento no Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Zurique (ETH), na Suíça. Ela trabalha como gerente de projeto nos Laboratórios Federais Suíços para Testes e Pesquisa de Materiais (Empa) no grupo de Cooperação tecnológica Sustentável com países em desenvolvimento e em transição. No Empa entrou em 2002 e trabalhou em diferentes projetos na área de eco-eficiência e gestão de resíduos. Antes disso, ela trabalhou para a Agência Suíça para o Meio Ambiente, Florestas e Paisagem no domínio das alterações climáticas e observação ambiental.

Deepali Sinha-Khetriwal tem um Mestrado em Gestão Internacional da Universidade de St. Gallen. Como estagiária no Laboratório de Tecnologia e Sociedade, ela trabalhou na iniciativa seco de e-lixo e escreve a tese sobre os sistemas de gestão de lixo eletrônico na Suíça e na Índia. Ela está atualmente em Mumbai, na Índia, onde ela continua a trabalhar na área de gestão de lixo eletrônico.

Max Schnellmann, Dr., Secretaria de Estado de Economia (Seco), Cooperação para o Desenvolvimento Econômico.

Max Schnellmann recebeu um doutorado (PhD) em Economia pela Universidade de Zurique. Atualmente, ele é Vice-Chefe da Divisão de Tecnologia Limpa de Comércio e Cooperação na Secretaria de Estado de Assuntos Econômico do Governo da Suíça. Ele também atua como político e gestor do programa no domínio das TIC, com particular foco em negócios virtuais. Ingressou no Ministério da Economia Pública em 1987 como Vice-Chefe de Seção de países da Ásia em desenvolvimento e comércio de Estado. Ele, então, serviu como conselheiro para os Assuntos Econômicos e Comodidades na Embaixada da Suíça em Londres, e, posteriormente, foi Gerente Principal e Secretário da Assembleia de Contribuintes da Secretaria de Segurança Nuclear do Banco Europeu para a Reconstrução e Desenvolvimento, em Londres.



Heinz W. Boni, *Technology and Society Lab*, Empa - Laboratórios Federais Suíços para Teste de Materiais e Pesquisa (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*)

Heinz W. Boni recebeu seu mestrado em engenharia rural e ambiental em 1983 e seu diploma de pós-graduação em tratamento da água, abastecimento de água e gestão de resíduos, em 1985, ambos do Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Zurique (ETH). Ele trabalhou vários anos no domínio da ETH como cientista e ganhou experiência de campo em cooperação para o desenvolvimento no Nepal, trabalhando como oficial do projecto de abastecimento de água e saneamento. Na década 1991-2000, atuou como gerente de projetos no setor privado na área da gestão de resíduos. Desde 2001, ele tem gerenciado o grupo de cooperação tecnológica Sustec- tecnologia sustentável no Empa, que constitui uma interface para a gestão do conhecimento entre países industrializados e em desenvolvimento. Nos últimos anos tem dedicado seu tempo a vários projetos de cooperação para o desenvolvimento na área de produção industrial sustentável e gestão de resíduos.