



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

OS IMPACTOS DAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS
PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS
SOBRE O BRASIL

Stela Luiza de Mattos Ansanelli

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Economia Aplicada – área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob a orientação do Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.

Este exemplar corresponde ao original da tese defendida por Stela Luiza de Mattos Ansanelli em 26/02/2008 e orientada pelo Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.

CPG, 26 / 02 / 2008

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Stela Luiza de Mattos Ansanelli", written over a horizontal line.

Campinas, 2008

**Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca
do Instituto de Economia/UNICAMP**

An81i	<p>Ansanelli, Stela Luiza de Mattos. Os impactos das exigencias ambientais europeias para equipamentos eletroeletronicos sobre o Brasil / Stela Luiza de Mattos Ansanelli. – Campinas, SP: [s.n.], 2008.</p> <p>Orientador : Ademar Ribeiro Romeiro. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.</p> <p>1. Barreiras comerciais. 2. Residuos eletronicos. 3. Politica ambiental - Europa. I. Romeiro, Ademar Ribeiro. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Titulo.</p> <p>08/020/BIE</p>
-------	---

Título em Inglês: The impact of European environmental requirements for electrical and electronic equipments on Brasil

Keywords : Trade barriers ; Electronic waste ; European environmental policy

Área de concentração : Desenvolvimento economico, Espaço e Meio Ambiente

Titulação : Doutor em Economia Aplicada

Banca examinadora : Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro

Prof. Dr. Bastiaan Philip Reydon

Prof. Dr. Jose Maria Ferreira Jardim da Silveira

Profa. Dra. Renata Martins Horta Borges

Prof. Dr. Marcelo Silva Pinto

Data da defesa: 26-02-2008

Programa de Pós-Graduação: Desenvolvimento Economico

Tese de Doutorado

Aluna: STELA LUIZA DE MATTOS ANSANELLI

“Os Impactos das Exigências Ambientais Europeias para
Equipamentos Eletroeletrônicos sobre o Brasil “

Defendida em 26 / 02 / 2008

COMISSÃO JULGADORA



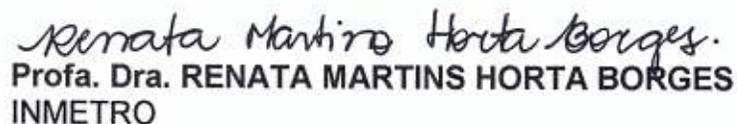
Prof. Dr. ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO
Orientador – IE / UNICAMP



Prof. Dr. BASTIAAN PHILIP REYDON
IE/UNICAMP



Prof. Dr. JOSÉ MARIA FERREIRA JARDIM DA SILVEIRA
IE/UNICAMP



Profa. Dra. RENATA MARTINS HORTA BORGES
INMETRO



Prof. Dr. MARCELO SILVA PINHO
UFSCar

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não seria concluído sem a valiosa contribuição, direta ou indireta, de muitas pessoas. Gostaria de agradecer:

Aos membros de diversas organizações, que demonstraram interesse na pesquisa: Sr. Rodrigo Pinto (MRE); Luciano Mazza (MRE), Carlos Silva filho (ABRELPE), Fábio Cidrin (MDS), André Vilhena (CEMPRE), Severino Lima Junior (Movimento Nacional dos Catadores), Antonio Fernando Pinheiro Pedro (Pinheiro Pedro Advogados), Waldir Bizzo (FEM/Unicamp), Fernando Rei e Flávio Miranda (CETESB), Marcos Zevzikovas e Arnaldo Barbulio (TUV RHEINLAND) Carlos Fadul Corrêa (CERTI/MCT), Marcus Piaskowy (SGS); Reynaldo Galvão (ABNT), Sueila Rocha, Francisco Eloi dos Santos (MCT); Paulo Ferracioli (BNDES), Regina Gutierrez (BNDES), Ricardo Rose (Câmara de Comércio Brasil-Alemanha), Aurélio Barbato (ABINEE), Fabián Yaksic (IPD-Eletron/ABINEE), Silvério Silvano (MMA); Silas Anchieta e Sérgio P. Rodrigues (ABRACI) e Guy Tilkens (Nettoyoy).

Aos funcionários de todas as empresas dos setores da indústria eletrônica e da indústria de bens e serviços ambientais, que dedicaram seu precioso tempo em responder cuidadosamente os questionários;

Aos colegas do Instituto Multidisciplinar da UFRRJ, sobretudo à Professora Lucília Lino de Paula e aos Professores Alexandre Fortes, Jorge Junior, George Flexor e Leandro Brito pelo apoio;

Aos funcionários do Instituto de Economia da UNICAMP Alberto, Cida, Alex, Regina e Regis pela disposição permanente em ajudar; ao meu professor orientador Ademar Romeiro pela confiança e apoio e aos demais colegas de pós graduação, em especial ao Alexandre Gori;

À professora Luciana Togeiro pela histórica atenção e opiniões sempre valiosas;

Aos professores da banca examinadora;

Ao professor Mário Ferreira Presser, por todas sugestões essenciais, mas que não pôde ver o trabalho concluído; que esta tese seja uma homenagem a sua memória;

A três pessoas fundamentais na concretização da pesquisa: Sr. Ricardo Ferman (INMETRO) por apontar um caminho; ao Sr. Miguel Pietro (Silicon Consult) por iluminá-lo e ao Sr. Israel Guratti (ABINEE) por tornar a trajetória possível;

Por fim, à família, aos amigos e ao Otávio por dedicarem amor, apoio e compreensão (imprescindíveis nesses momentos).

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

SUMÁRIO

RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO	01
1. DISCUSSÃO TEÓRICO-ANALÍTICA SOBRE OS IMPACTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL NO AMBIENTE DA EMPRESA E NO AMBIENTE DAS INSTITUIÇÕES DE POLÍTICA	05
1.1 Instrumentos e Princípios de Política Ambiental	05
1.1.1 Instrumentos de política ambiental	05
1.1.2 Princípios de política ambiental	07
1.2 Impactos no Ambiente da Empresa	09
1.2.1 Política ambiental, mudança tecnológica e competitividade internacional	09
1.2.1.1 Padrões de produto e competitividade internacional	19
1.2.2 Empresas transnacionais e mudança tecnológica ambiental	20
1.2.3 Custos de transação e a forma da organização da produção	24
1.3 Impactos no Ambiente das Instituições de Política	29
1.3.1 Argumentos a favor da compatibilidade de políticas ambientais e outras orientações para países em desenvolvimento	31
1.3.2 Argumentos contra a harmonização de políticas ambientais	35
1.4 Síntese Conclusiva	37
2. AS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS E SEUS IMPACTOS NO CENÁRIO INTERNACIONAL	39
2.1 As exigências Ambientais da União Européia para o Tratamento de Resíduos e para o Uso de Substâncias Perigosas em Equipamentos Eletroeletrônicos	39
2.2 Impactos no Cenário Internacional	49
2.2.1 Países da Europa	50
2.2.2 Países industrializados fora da Europa	57

2.2.3 Países de industrialização recente fora da Europa: o caso dos países asiáticos	66
2.2.4 Outras iniciativas	78
2.3 Síntese Conclusiva	79

3. OS IMPACTOS DAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS SOBRE O AMBIENTE DA EMPRESA NO BRASIL

3.1 Contextualização e Principais Hipóteses	85
3.2 Os Impactos da RoHS sobre o Complexo Eletrônico no Brasil	86
3.2.1 Caracterização do setor eletroeletrônico: panorama mundial e brasileiro	86
3.2.2 Metodologia da pesquisa de campo	105
3.2.3 Resultados da pesquisa de campo	107
3.3 As Potenciais Implicações da WEEE sobre a Indústria de Bens e Serviços Ambientais no Brasil	132
3.3.1 Caracterização da indústria de bens e serviços ambientais: panorama mundial e brasileiro	133
3.3.2 Metodologia da pesquisa de campo	139
3.3.3 Resultados da pesquisa de campo	140
3.4 Síntese conclusiva	146

4. OS IMPACTOS DAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS SOBRE O AMBIENTE DAS INSTITUIÇÕES DE POLÍTICA NO BRASIL

4.1 Contextualização e Principais Hipóteses	149
4.2 Caracterização da Política Ambiental Brasileira para Eletroeletrônicos	150
4.3 Metodologia da Pesquisa de Campo	156
4.4 Resultados da Pesquisa de Campo	158
4.5 Síntese conclusiva	178

CONCLUSÃO	179
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
ANEXOS	193
Anexo 1	193
Anexo 2	199
Anexo 3	209

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar as influências das exigências ambientais européias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil. Essas exigências, que tratam da eliminação de substâncias perigosas (RoHS) e da gestão dos produtos pós-consumo (WEEE), têm afetado as empresas do setor eletrônico e da indústria de bens e serviços ambientais em países desenvolvidos (dentro e fora da Europa) e em países de industrialização recente. O complexo eletrônico no Brasil também tem sido afetado, pois a maior parte das empresas no Brasil está se adequando à RoHS; isso tem gerado inovações tecnológicas incrementais de processo. Contudo, as empresas estrangeiras estão mais avançadas do que as nacionais pelo apoio que recebem da matriz. A indústria de bens e serviços ambientais possui um potencial de mercado, caso seja implementada uma diretiva do tipo WEEE. Diante desses novos desafios competitivos, da falta de legislação pertinente e de infra-estrutura de gestão de resíduos, os caminhos políticos devem pautar-se pela discussão entre os agentes e fortalecimento da capacitação técnica e institucional e de gestão de resíduos do país.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the impact of european environmental requirements for electrical and electronic equipment on Brasil. These requirements, that deal with hazardous substances phasing out (RoHS) and post-consume management (WEEE), have affected the firms of electronic sector and environmental goods and services industry in developed countries (in and out Europe) and in developing countries. The brasilian electronical sector has also been affected because most firms are complying with RoHS; it has caused process incremental technological innovation. However, foreign firms are more advanced than national ones due to the headquarter support. The environmental goods and services industry has market potential in case a WEEE-like directive be established in Brasil. Due to these new competitive challenges and to the lack of concerning legislation and waste management infrastructure, political paths should be driven by issues between agents and technical and institutional capacity and waste management strenghtening in Brasil.

INTRODUÇÃO

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos contêm substâncias nocivas à saúde e ao meio ambiente, como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio e retardantes de chamas. Este tipo de poluição está mais associado à composição do produto do que aos resíduos gerados no processo de produção. O número de toneladas gerado de resíduos é crescente em vários países como resultado, em parte, da inovação tecnológica dos eletrônicos. Na União Européia foram geradas 6 milhões de toneladas desses resíduos em 1998 (COM, 2000).

A União Européia tem se preocupado com resíduos contendo substâncias perigosas desde os anos 1970 e promulgou dois regulamentos importantes para tratar dos resíduos e do uso de substâncias perigosas em 2003, que vigoram desde 2006: Diretiva 2002/96/CE sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (WEEE) e Diretiva 2002/95/CE para Restrição do Uso de Substâncias Perigosas (RoHS). A WEEE responsabiliza o produtor pelo tratamento de resíduos (coleta, reciclagem, recuperação e reutilização) e a RoHS proíbe o uso de substâncias perigosas na produção dos equipamentos (chumbo, cádmio, retardantes de chamas, mercúrio e cromo). Os produtos cobertos pelas diretivas incluem eletrodomésticos, tecnologia da informação e telecomunicações, eletrônicos de consumo e equipamentos de iluminação, entre outros (EC, 2007).

As empresas que estão instaladas na região ou de países que comercializam esses produtos com a União Européia vêm alterando seu processo produtivo, seus produtos e o modo de tratamento dos resíduos, contratando inclusive empresas de outros setores (de bens e serviços ambientais) para realizar os procedimentos. Além disso, muitos países (industrializados ou recentemente industrializados; grandes produtores e exportadores ou não) têm implementado medidas semelhantes a essas. Por exemplo, nos Estados Unidos o estado da Califórnia estabeleceu a “Califórnia RoHS”, na Ásia a “ThaiRoHS” e “China RoHS” e “China WEEE” e na Oceania tem sido discutida a “AusRoHS” pela Austrália (VOSSENAAR *et al*, 2006).

O Brasil, do ponto de vista da indústria eletrônica, não é um grande exportador, possui fragilidades em segmentos importantes e apresenta forte participação de empresas estrangeiras. Por exemplo, o déficit no segmento de componentes elétricos e eletrônicos foi aproximadamente de US\$ 9 bilhões em 2006 (ABINEE, 2007b). Apesar disso, o complexo eletrônico brasileiro figura entre os mais importantes do país, em termos de inovação

tecnológica, de geração do PIB industrial e de encadeamentos com outros setores. É considerado o de maior potencial competitivo nas cooperações entre União Europeia e Brasil para pequenas e médias empresas (EUROPEAID, 2006).

De outro lado, o Brasil possui uma fraca infra-estrutura de gestão de resíduos e uma política ambiental mediana para enfrentar o problema dos resíduos eletrônicos. Embora não existam estatísticas oficiais, 120 milhões de aparelhos celulares estão em operação no Brasil atualmente, 10 milhões de computadores pessoais foram vendidos em 2007 e cerca de 83 milhões de produtos eletrônicos de consumo foram vendidos no país em 2004 (ABINEE, 2008). A própria coleta de resíduos domiciliares encontra-se comprometida (IBGE, 2004).

Dessa forma, a inação do país em relação ao tratamento dessas questões pode representar sérios problemas futuros, como:

- 1) perda de competitividade de segmentos do complexo eletrônico;
- 2) perda de novas oportunidades de mercado, voltadas a tecnologias ambientais e à eco-indústria;
- 3) danos ambientais e à saúde decorrentes de produção ou tratamento inadequado dos resíduos eletrônicos e
- 4) importações de resíduos eletroeletrônicos.

Considerando estas justificativas, o objetivo deste trabalho é **avaliar as influências das exigências ambientais europeias para produtos eletroeletrônicos sobre a competitividade do Brasil**. Especificamente, busca-se avaliar os impactos das exigências, na percepção dos agentes, dos pontos de vista do ambiente da empresa e do ambiente das instituições de política.

Assim, essa tese se divide em quatro capítulos, além dessa introdução e da conclusão. No primeiro capítulo serão levantadas as principais discussões teóricas subjacentes aos impactos no ambiente da empresa e no ambiente das instituições de política. No segundo capítulo será apresentada a experiência internacional referente às diretivas. Pretende-se estabelecer tendências por meio da reação dos países industrializados europeus, industrializados fora da Europa e recentemente industrializados. A análise será baseada nos impactos setoriais e na elaboração de políticas ambientais decorrentes.

O terceiro capítulo visa avaliar a reação das empresas no Brasil diante dessas diretivas. De modo específico pretendem-se responder, por meio de pesquisa de campo quanto à percepção das empresas, duas questões: Se e como a RoHS afeta as empresas do complexo eletrônico no Brasil e se uma legislação do tipo WEEE tem potencial para afetar a indústria de bens e serviços ambientais no Brasil. As hipóteses testadas serão:

H1. A RoHS estimula a mudança tecnológica e gera outros ganhos econômicos e ambientais no complexo eletrônico no Brasil;

H1.1 As empresas estrangeiras estão mais avançadas nesse processo do que as empresas nacionais do complexo eletrônico no Brasil;

H2. A RoHS afeta a organização industrial no complexo eletrônico no Brasil; e

H3. Uma legislação do tipo WEEE tende a estimular a indústria de bens e serviços ambientais no Brasil.

No quarto capítulo pretende-se discutir se e como as diretivas afetam (ou afetariam) a elaboração de instrumentos de política ambiental no país. A idéia é, por meio de pesquisa de opinião com especialistas, indicar caminhos quanto à definição de políticas para resíduos eletroeletrônicos no Brasil. A hipótese dessa questão é que:

H4: a convergência entre as políticas ambientais do Brasil e as diretivas européias tende a trazer benefícios econômicos e ambientais ao país.

1. DISCUSSÃO TEÓRICO-ANALÍTICA SOBRE OS IMPACTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL NO AMBIENTE DA EMPRESA E NO AMBIENTE DAS INSTITUIÇÕES DE POLÍTICA

Este capítulo tem como objetivo traçar os principais elementos teóricos que permitam avaliar os impactos de políticas ambientais no âmbito da empresa-setor e no âmbito da interação política entre os países.

1.1 Instrumentos e Princípios de Política Ambiental

Uma breve definição dos tipos de instrumentos e princípios de política ambiental é importante para a discussão de seus impactos teóricos, bem como à compreensão de regulamentos específicos e seus impactos concretos sobre os países.

1.1.1 Instrumentos de política ambiental

Os instrumentos de política ambiental, conforme Almeida (1998) podem ser classificados em regulação direta exercida por autoridades governamentais e incentivos econômicos, que tendem a induzir o poluidor a tomar a iniciativa de reduzir os níveis de poluição.

Segundo a autora os mecanismos de regulação direta, também conhecidos como de “comando e controle”, atuam através de fiscalização e multas e incluem:

- padrões de poluição para fontes específicas: limites impostos para emissão de certos poluentes;
- controle de equipamentos: exigência para instalação de equipamentos anti-poluição e uso de tecnologias disponíveis;
- controle de processo: exigência, por exemplo, de substituição de um insumo;
- controle de produtos: normas para geração de produtos limpos, por meio do processo ou consumo final;
- proibição ou restrição de certas atividades: controle espacial das atividades por meio da concessão de licenças (não comercializáveis) para instalação, zoneamento, etc. e
- controle do uso de recursos naturais: através, por exemplo, de cotas (não comercializáveis) para extração.

Os instrumentos econômicos visam alterar as decisões dos agentes por afetar o cálculo de custos e benefícios. Estes envolvem o estabelecimento de taxas e tarifas, subsídios, criação de mercado e sistemas de devolução de depósitos. As taxas e tarifas envolvem: taxa sobre efluentes, cuja cobrança é feita por unidade de lançamento de certos poluentes caso a caso; taxas sobre usuário, em geral cobradas uniformemente; taxas sobre produtos, incidindo sobre o preço do produto que gera poluição; e diferenciação de taxas, com preços mais favoráveis para produtos menos poluidores. Os subsídios servem para incentivar poluidores a reduzir os níveis de poluição e constituem-se de subvenções, uma forma de assistência financeira não-reembolsável, empréstimos subsidiados e incentivos fiscais (ALMEIDA, 1998).

A criação de um mercado artificial para poluição permite aos agentes comprar e vender cotas de poluição e refere-se a licenças de poluição comercializáveis, seguro ambiental (transferência dos danos à seguradora) e sustentação de mercados para resíduos industriais pelo governo. Por fim, a devolução da sobretaxa estabelecida sobre o produto final ao consumidor caracteriza o sistema de devolução de depósitos (ALMEIDA, 1998).

Outros instrumentos também podem ser considerados como de política ambiental. Segundo Lustosa *et al* (2003) os instrumentos de comunicação são utilizados para conscientizar e informar agentes poluidores e a população sobre várias questões ambientais (danos ambientais, atitudes preventivas, tecnologias limpas) e facilitar a cooperação entre os agentes. Dentre estes se destacam o fornecimento de informação, acordos, selos ambientais e *marketing* ambiental.

Sobre a viabilidade dos mecanismos, Almeida (1998) considera que os instrumentos econômicos dão maior flexibilidade para que os agentes respondam aos estímulos, porém podem ser ineficazes na alteração do comportamento ambiental. Esses instrumentos são preferíveis pela linha teórica que argumenta contra a intervenção do Estado na economia. Os instrumentos de regulação direta, por sua vez, são mais eficazes na mudança do comportamento ambiental do agente poluidor, mas não consideram as diferenças nas suas estruturas de custos. Mecanismos de comando e controle são os mais usados internacionalmente.

1.1.2 Princípios de política ambiental

Os princípios que norteiam os objetivos e o uso dos instrumentos de política ambiental mais difundidos e utilizados internacionalmente são o princípio do poluidor-pagador, o princípio da precaução e, mais recentemente, o princípio da responsabilidade ampliada do produtor (*Extended Producer Responsibility* – EPR).

O princípio do poluidor-pagador está associado ao conceito de externalidades ambientais. As externalidades são os efeitos (negativos ou positivos) da ação de um agente (consumo ou produção) sobre a de outro agente sem sua devida cobrança. As emissões de poluentes são, por exemplo, externalidades negativas, que geram custos sociais não contabilizados na estrutura de custos da empresa poluidora. O princípio do poluidor-pagador significa, portanto, que a externalidade deve ser internalizada através do estabelecimento de um preço para uso do meio receptor, na medida em que induz o poluidor a diminuir seus despejos (CÁNEPA, 2003).

O Princípio da Precaução, conforme Romeiro (2003), tem origem no reconhecimento de que a ciência é incapaz de avaliar e prever todos os problemas ambientais decorrentes do funcionamento das modernas sociedades industriais. Diante dessa incerteza, a sociedade passou a buscar segurança na antecipação de medidas ambientais sem esperar pela confirmação científica.

Segundo OCDE (2002a), algumas ações do passado demoram a se refletir em impactos ambientais e, quando estes são confirmados, tornam-se irreversíveis. Assim, exercer a precaução para proteção ambiental pode ser desejável quando dois fatores coincidem: a existência de um risco, ou seja, quando efeitos potencialmente perigosos de uma ação, produto ou processo foram identificados; e a falta de certeza científica sobre esse efeito sobre a saúde ou meio ambiente ou de suas extensões.

Há uma variedade de formulações de precaução presente na legislação nacional e em instrumentos internacionais. A precaução tem sido uma característica do sistema regulatório dos EUA há muitos anos, mas acredita-se que a Alemanha foi o primeiro país a utilizar esse princípio explicitamente nos anos 1970 (OCDE, 2002a).

O princípio parece ser bastante subjetivo. Seu mau uso, em circunstâncias nas quais um dos dois elementos está ausente (risco potencial ou incerteza), pode gerar conseqüências indesejáveis, como impor custos desproporcionais à sociedade, sufocar

inovações tecnológicas e criar barreiras comerciais desnecessárias. A resposta política ideal, embora dificilmente atingida, é aquela que preserva o meio ambiente enquanto ainda permite obtenção de benefícios da atividade em foco (OCDE, 2002a).

O processo de tomada de decisão, portanto, é complexo e envolve ações como identificação e avaliação dos riscos, como pesquisa, cooperação internacional entre outras e gerenciamento e controle dos riscos, como normas, limites, proibições e cotas.

O conceito da responsabilidade ampliada do produtor (EPR) é definido pela OCDE (2006, p.7) como “uma abordagem de política ambiental onde a responsabilidade do produtor, física ou financeira, para um produto é ampliada para o estágio pós-consumo do ciclo de vida do produto.” A função de políticas EPR é transferir os custos e/ou a responsabilidade sobre o gerenciamento dos resíduos ou de produtos no fim da vida (*end-of-life*) das autoridades do governo para o produtor. Um resultado adicional que se pretende atingir com tais políticas é a alteração do *design* do produto feito pelos agentes que se encontram acima na cadeia (*upstream*) em direção ao *design* ambiental, tal que facilite a reciclagem e reduza a emissão de poluentes.

Políticas que visam EPR podem ser implementadas por meio de regulação ou de iniciativas voluntárias. Exemplos dessas medidas são: programas de devolução de produtos (*take-back*) obrigatórios, voluntários ou negociados; abordagem regulatória via disposição proibida ou reciclagem obrigatória; práticas voluntárias da indústria, como parcerias público-privadas; e instrumentos econômicos, como taxas por produtos e por disposição, subsídios e fundos (OCDE, 2006).

As taxas podem ser cobradas por unidade do produto ou peso e a coleta e o tratamento dos resíduos (reciclagem) podem ser realizados pelo produtor individualmente ou coletivamente, através da organização de produtores que formam um tipo de associação (*producer responsibility organization* – PROs). Em geral, o sistema individual gera mais incentivos para alterar o *design* do produto, embora seja mais custoso, do que o sistema coletivo. Este último tem sido mais utilizado pelos países e é mais econômico, mas tende a gerar práticas anticompetitivas (OCDE, 2006).

As melhores políticas baseadas em EPR, segundo a OECD (2006), são aquelas que dão margem para as firmas introduzir estratégias inovativas. Neste sentido, também devem

ter objetivos bem definidos, ser específicas a produtos, ser transparente e facilitar a comunicação.

1.2 Impactos no Ambiente da Empresa

Medidas de política ambiental podem estimular a mudança tecnológica e gerar mudanças competitivas no nível da firma. Os efeitos tecnológicos associam-se aos instrumentos utilizados e aos tipos de firmas nas quais ocorre a mudança. No nível do setor industrial, custos podem surgir nas transações realizadas entre fornecedores e clientes como resultado das medidas ambientais, alterando a organização industrial.

1.2.1 Política ambiental, mudança tecnológica e competitividade internacional

As medidas de política ambiental trazem benefícios sociais no que se refere à melhor qualidade de vida. Para as empresas argumenta-se, de um lado, que a adequação às exigências pode limitar as escolhas, elevar os custos, gerar gastos com pesquisa e desenvolvimento (cujo retorno tende a ser incerto), reduzir os lucros e a competitividade. Quanto mais rigorosas forem as exigências, menores os lucros da firma e, em último caso, pode conduzir algumas firmas à falência. Em outras palavras, evidencia-se um *trade-off* entre proteção ambiental e competitividade. Essa é a argumentação de autores como Palmer *et al* (1995).

Entretanto, de uma perspectiva dinâmica há autores que constataram efeitos positivos em termos de inovação tecnológica, produtividade dos recursos e eficiência ambiental (eco-eficiência). Antes de aprofundar estas relações, cabe discutir a natureza desse tipo de inovação e os prováveis efeitos de instrumentos particulares de política ambiental.

A análise da inovação tecnológica ambiental (ou inovação ambiental ou eco-inovação) parte da visão neo-schumpeteriana evolucionária. Segundo essa corrente, as firmas tomam decisões visando se apropriar dos lucros e interagem com um ambiente caracterizado por incerteza e não disponibilidade tecnológica. Neste sentido as firmas tendem a efetuar um processo de busca inovativa por meio de procedimentos de “rotinas”, ou seja, de padrões de soluções repetitivas para problemas semelhantes, que definem o que e como fazer as coisas. As rotinas constituem, portanto, uma forma de armazenamento do

conhecimento e apresenta um caráter tácito e específico (NELSON & WINTER, 1982; DOSI, 1982).

A seqüência de tomadas de decisões por uma firma condiciona um caminho que apresenta acúmulo de experiências e maneiras encontradas de resolver problemas e esse caminho possui um caráter irreversível (*path dependence*), pois as decisões não podem ser revertidas sem custos. Essa natureza cumulativa da mudança técnica é condicionada pela “trajetória tecnológica” específica a cada indústria, cuja direção depende de razões internas, da cumulatividade inovativa, e por razões externas às firmas, do “paradigma tecnológico”. Este último define um padrão de soluções de problemas técnico-econômicos baseado na ciência e em heurísticas que indica as direções que devem ou não ser seguidas (DOSI, TEECE e WINTER, 1992; DOSI, 1982).

A partir da emergência de um novo paradigma surgem novas oportunidades tecnológicas causando mudanças de trajetórias, pois potencialidades são geradas pelos novos conhecimentos. Porém tais oportunidades serão aproveitadas uma vez garantida a apropriabilidade dos resultados econômicos (DOSI, 1982). Assim as estratégias inovativas são definidas *ex-ante* pelas firmas em suas tomadas de decisão visando apropriação dos lucros, cujo resultado econômico será conhecido posteriormente por meio da interação com o ambiente de seleção, ou seja, uma vez expostas à concorrência (POSSAS, 1995).

Além disso, vale destacar que as estratégias das firmas podem ser inovadoras e imitadoras e, no que se refere à liderança tecnológica, ofensivas e defensivas (FREEMAN, 1974). Contudo isso depende dos comportamentos das firmas e de padrões de comportamento setorial classificados por capacidades inovativas, como, conforme proposto por Pavitt (1984), setores dominados por fornecedores, usuários de tecnologia, fornecedores especializados, intensivos em escala e baseados em ciência.

Com relação à mudança tecnológica associada à proteção ambiental entendem-se por inovações ambientais novos ou modificados processos, técnicas, sistemas e produtos que evitam ou reduzem danos ambientais, e podem se tratar de inovações técnicas ou organizacionais (KEMP & ARUNDEL, 1998). Contudo, apesar da mesma natureza, a inovação tecnológica ambiental, segundo Kemp & Soete (1990), se diferencia do processo de inovação tradicional (“inovação normal”) sintetizado acima.

As especificidades da inovação ambiental se destacam a partir da análise dos fatores que afetam a oferta e a demanda de tecnologias ambientais. Do ponto de vista da oferta, segundo Kemp & Soete (1990), no processo de mudança tecnológica “normal” as oportunidades tecnológicas dependem do conhecimento e dos equipamentos existentes. Quanto às oportunidades tecnológicas relacionadas à questão ambiental, para alguns problemas ambientais a solução tecnológica existente pode não ser suficiente (KEMP & SOETE,1990).

As condições de apropriabilidade consistem, no caso de inovação normal, de fatores que protegem a inovação, como patentes, vantagens técnicas e posição da firma no mercado. No caso das soluções ambientais, tende a haver pressão para limitação das condições de apropriabilidade, caso o interesse do governo seja a rápida difusão tecnológica. Além disso, as expectativas das firmas sobre uma regulação ambiental rigorosa no futuro provavelmente tornarão as tecnologias ambientais uma importante característica competitiva. A demanda por técnicas ambientais depende das oportunidades e dos desejos das empresas que as utilizam, as quais dependem, por sua vez, da natureza e força da política ambiental. Dessa forma, mudanças na estrutura regulatória afetam o desenvolvimento de inovações ambientais. (KEMP & SOETE,1990).

Quanto à demanda, a principal razão pela qual novos ou mais eficientes métodos de produção ou produtos são produzidos e adquiridos é por sua contribuição aos resultados comerciais das empresas. Mas na demanda por tecnologias ambientais o principal obstáculo enfrentado pelas firmas é o custo de realizar melhoramentos ambientais espontaneamente, embora em alguns casos o custo seja compensado por economias de materiais e de energia. Alguns fatores dificultam a difusão das tecnologias ambientais de modo específico, como a falta de conhecimento ou por falta de auxílio técnico e financeiro. Também pode haver insegurança e incerteza por parte dos usuários potenciais das tecnologias ambientais, por causa dos riscos econômicos e de obsolescência técnica envolvidos, bem como podem surgir dificuldades nas relações que se estabelecem entre fornecedor e usuário, sobretudo pelo fraco poder do fornecedor. Outro fator importante para a difusão é a estrutura de mercado do setor poluidor, como o tamanho das empresas e o grau de competição (KEMP & SOETE, 1990).

Na mesma perspectiva, Romeiro & Salles Filho (1999) colocam a restrição ambiental como uma fonte de oportunidades tecnológicas para a criação de assimetrias que conferem vantagens competitivas. A incorporação da questão ambiental na dinâmica inovativa ocorre em duas etapas. Num primeiro momento o processo de inovação depende de medidas coercitivas (que embutem custos), ocorrendo eventualmente de forma espontânea.

Num segundo momento, as duas formas de desenvolvimento de inovações (a partir de medidas coercitivas e espontâneas) encontram-se presentes, acentuando-se a exploração de oportunidades tecnológicas ambientais, tornando a política ambiental mais complexa. Desse modo, “a restrição ambiental tende a ser vista cada vez menos como uma fonte de custos e mais como uma fonte de oportunidades tecnológicas para a criação de assimetrias que confirmam vantagens competitivas” (ROMEIRO & SALLES FILHO, 1999, p. 120).

Porter & van der Linde (1995) ressaltam a influência da regulação ambiental na direção da inovação tecnológica, visto que o processo competitivo é caracterizado por informação incompleta, inércia organizacional, problemas de controle entre outros. Eles sugerem que as medidas ambientais contribuem na tomada de decisão da firma ao reduzir a incerteza sobre investimentos ambientais, ajudar na compreensão e incorporação da questão ambiental, criar pressão motivando o progresso e sinalizar as companhias sobre potenciais ineficiências de recursos e melhoramentos tecnológicos.

Dessa forma a política ambiental desempenha um importante papel no processo da mudança tecnológica voltada à melhorias ambientais, embora esse processo dependa também da estrutura de mercado e da trajetória tecnológica da indústria. Mas qual a força desses instrumentos e quais formas tomam essas mudanças?

Para Porter & van der Linde (1995, 1999) a inovação tecnológica como resposta à regulação pode ocorrer de duas formas. Numa primeira, as companhias se preocupam em como tratar a poluição, uma vez que essa ocorreu, através do processamento de materiais, redução de emissões tóxicas, etc. Na segunda, as empresas se voltam ao tratamento do impacto ambiental simultaneamente à melhoria do produto e/ou processo relacionados.

Nessa mesma linha, Kemp & Arundel (1998) apresentam duas amplas categorias de tecnologias ambientais conforme sua motivação e propósito de aplicação: tecnologias de fim de linha (*end-of-pipe*), associadas à remediação e gestão da poluição; e tecnologias

limpas (*clean technologies*), de caráter preventivo e que reduzem a produção de emissões. Tecnologias limpas, como produtos que geram menor impacto ambiental e mudanças integradas no processo (*cleaner technologies*), bem como tecnologias de reciclagem, que se enquadram nas duas categorias, parecem responder bem à regulação e a outras medidas ambientais.

Em geral, conforme uma síntese da literatura com respeito ao impacto das regulações ambientais, as respostas mais comuns à regulação foram a inovação incremental no processo e no produto e a difusão da tecnologia existente, na forma de *end-of-pipe* e soluções não inovativas. Além disso, foi observado que regulações muito fortes implicaram em respostas tecnológicas radicais. Quanto ao tipo de empresa, as novas tecnologias são freqüentemente desenvolvidas fora da indústria regulada e os setores mais maduros foram mais resistentes à mudança (KEMP, 2000).¹

O impacto dos demais instrumentos utilizados pode ser também avaliado considerando o contexto no qual ocorre. A OCDE (1999) tomou por base uma estrutura analítica sugerindo que a característica da resposta tecnológica à política ambiental seria determinada pela situação inicial e pelas características de estímulo das políticas públicas. A situação inicial, caracterizada por variáveis tais como a natureza tecnológica, a estrutura da indústria e as características da firma, limita a resposta tecnológica. A política ambiental envolve os tipos de instrumentos e seu caráter, como flexibilidade, incerteza e tempo. Por fim a resposta dos agentes refere-se ao grau, que varia de ausência de inovação à inovação radical, e ao lócus, que define a origem das soluções ambientais.

Sob esse cenário, o alto grau de inovações radicais foi mais difícil de ocorrer, respondendo principalmente a instrumentos de proibição de produtos e responsabilidade produtiva -formas severas de regulação. Inovações incrementais e difusão tecnológica parecem ser as respostas mais recorrentes às especificidades tecnológicas, padrões de performance, padrões de produtos e a subsídios e taxas de poluição. Da ótica dos tipos de empresas, as firmas reguladas tiveram mais alto grau de resposta à maioria dos instrumentos, mas especialmente aos mais rigorosos instrumentos de comando e controle citados acima, assim como as firmas entrantes. As firmas de bens e serviços ambientais

¹ A literatura aqui sintetizada por Kemp (2000) se refere a Ashford & Heaton; Kemp (1997); Hartj (1985); Hemmelskamp (1998) e Elder (1999).

(empresas que fornecem bens e serviços usados para medir, prevenir, limitar, minimizar ou corrigir danos ambientais) reagiram de modo inovativo a outros instrumentos de regulação direta, tais como padrões de produtos, padrões de performance, especificações tecnológicas e difusão das informações² (quadro 1.1 e 1.2) (OCDE, 1999).

Quadro 1.1 Instrumentos de política ambiental e tipos de respostas tecnológicas³

Instrumentos/grau	Inovação radical	Inovação incremental	Continuidade da inovação	Difusão tecnológica
Padrões de produtos	X	XX	X	XXX
Aprovação pré-mercado	X	XXX	N/A	N/A
Produtos proibidos	XXX	X	XX	XXX
Padrões de performance	X	XXX	XX	XX
Especificações tecnológicas	X	XX	X	XXX
Permissões	X	XX	X	XX
Taxas de poluição	X	XXX	XXX	XX
Comércio de emissões	X	XX	XX	X
Subsídios ambientais	XX	XXX	XX	XXX
Responsabilidade produtiva	XXX	XX	XX	X
Difusão da informação	X	XXX	XXX	XX
Acordos voluntários	X	XX	XX	XXX

X= baixo; XX= médio; XXX= alto

Fonte: Heaton (1997) apud OCDE (1999)

Quadro 1.2 Instrumentos de política ambiental e tipos de firmas respondendo

	Firmas reguladas	Novas entrantes	Firmas de bens e serviços ambientais
Padrões de produtos	XX	XX	XXX
Aprovação pré-mercado	XXX	X	X
Produtos proibidos	XXX	XXX	X
Padrões de performance	XX	XXX	XX
Especificações tecnológicas	XX	X	XXX
Permissões	X	X	X
Taxas de poluição	XXX	X	X
Comércio de emissões	XXX	X	X
Responsabilidade produtiva	XXX	XXX	X
Difusão de informações	XXX	X	XX
Acordos voluntários	XX		X

X= baixo; XX= médio; XXX= alto

Fonte: Heaton (1997) apud OCDE (1999)

² A discussão e as definições da indústria de bens e serviços ambientais serão apresentadas no item 3.3.1.

³ A maioria dos resultados dos quadros 1.1 e 1.2 refere-se a estudos empíricos de países membros da OCDE desde os anos 1970.

Apesar das evidências, o poder de estímulo desses instrumentos deve ser avaliado. Jaffe *et al* (2002) notaram que algumas formas de regulação tendem a inibir inovações superiores. Padrões de performance podem estar vinculados à tecnologia viável ou à tecnologia não totalmente desenvolvida, e padrões tecnológicos impõem o tipo de tecnologia que deve ser usado, esfriando o desenvolvimento de novas e mais efetivas tecnologias.

Em outros casos, o rigor e a flexibilidade da regulação foram vistos como importantes estímulos da inovação. Segundo Porter & van der Linde (1995), a regulação mais frouxa parece estimular nenhuma inovação ou inovações incrementais, freqüentemente por meio de soluções *end-of-pipe*, enquanto regulações mais rigorosas exigem soluções mais fundamentais, como a reconfiguração de processos e produtos. Para Kemp (2000), regulações que contemplam as diferenças setoriais e fornecem tempo suficiente de adequação tendem a gerar rápidas e significativas respostas tecnológicas. Em alguns casos, somente a expectativa da regulação já garante a mudança do comportamento da firma, embora não isente a necessidade da mesma.

Os instrumentos econômicos também possuem vantagens e desvantagens. De acordo com Kemp (2000), subsídios para propósitos ambientais são mais atrativos politicamente, mas possuem limitado impacto sobre as decisões de inovação, pois as empresas desenvolvem inovações mais voltadas às necessidades do mercado. Nesse caso, subsídios para investimentos em P&D são mais úteis, pois são mais bem usados em situações de incerteza sobre a solução tecnológica e no longo prazo. Taxas e permissões comercializáveis possuem vantagens na geração de inovações, visto que fornecem maior liberdade de escolha, reduzindo a dependência à tecnologia viável. Contudo, há incerteza quanto à resposta do poluidor, caso a taxa seja baixa e ele prefira pagá-la. Desse modo, os incentivos econômicos podem ser mais apropriados para estimular a difusão tecnológica.

As vantagens de convênios ou acordos voluntários entre a indústria e o órgão regulatório se referem à liberdade quanto ao tempo e ao método de redução do impacto ambiental para a empresa e à diminuição do peso regulatório; além disso, podem estimular a responsabilidade ambiental das firmas. Porém, há o perigo de que as firmas explorem estrategicamente os acordos, agindo como *free-riders* ou que elas influenciem detalhes da política ambiental, justificando a impossibilidade técnica de sua adequação. Sugerem-se,

portanto dois instrumentos complementares aos tradicionais: parcerias (*match-making*) e formação de redes tecnológicas entres diferentes agentes em favor do desenvolvimento de inovação radical, tecnologias limpas, informação e soluções eficientes; medidas de comunicação para divulgação das ações/resultados, como fontes adicionais de informação e pressão (KEMP, 2000).

A inovação ambiental também pode ter um caráter organizacional e ser vista de uma perspectiva estratégica. Para Kemp & Arundel (1998) a mudança na prática organizacional da firma apóia as inovações técnicas e serve para incluir questões ambientais nas suas decisões. Inovações organizacionais incluem programas de treinamento ambiental, programas de design de produtos verdes ou programas que tornam as plantas existentes ou processos ambientalmente amigáveis, bem como técnicas de aprendizado (análise do ciclo de vida do produto), sistemas de auditoria ambiental, e o estabelecimento de redes e parcerias inter-organizacionais.

Além disso, as condições de conhecimento e infra-estrutura técnica também contribuem para o desenvolvimento da inovação ambiental. Andersen (2005) enfatiza que os sistemas de inovação facilitam a interação entre os agentes (firmas e instituições de conhecimento) na geração do conhecimento e na transferência de informações.

A capacidade das firmas realizarem estratégias pró-ativas também importa para a inovação ambiental. Os estágios do desenvolvimento de políticas da firma voltadas à questão ambiental refletem as estratégias de incorporação de inovações ambientais (quadro 1.3). A firma não responde e é indiferente quando resiste às pressões ambientais; adota uma estratégia defensiva e realiza algum investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), quando o meio ambiente é visto como uma ameaça; passa para uma abordagem ofensiva ao enxergar vantagens competitivas na incorporação da questão ambiental, realizando investimentos em P&D para novos produtos e processos; utiliza estratégias inovativas quando realiza gastos com P&D ambiental em alternativas radicais para novos mercados. Assim, firmas que têm estratégias defensivas, por exemplo, adotam inovações realizadas por outras firmas; e firmas com estratégias inovativas desenvolvem inovações ambientais de processo para outras (KEMP & ARUNDEL, 1998).

Quadro 1.3. Estratégias e estágios de respostas tecnológicas às pressões ambientais

ESTRATÉGIAS	ESTÁGIOS DE POLÍTICAS DAS FIRMAS
Estratégia indiferente	1 ^o . não responde
Estratégia defensiva	2 ^o . P&D concentrado em pequenas mudanças de produto e processo
Estratégia ofensiva	3 ^o . P&D focado sobre o desenvolvimento de novos produtos sem grandes mudanças 4 ^o . P&D focado sobre novos produtos e processos
Estratégia inovativa	5 ^o . P&D para o desenvolvimento de alternativas radicais 6 ^o . Novos setores industriais e sistemas de produto

Fonte: Elaboração própria a partir de Kemp & Arundel (1998).

Dependendo, portanto, das características tecnológicas e da indústria e dos tipos de instrumentos de política ambiental, medidas ambientais tendem a estimular a inovação em maior ou menor grau. Mas a discussão não se restringe unicamente aos efeitos inovadores e estratégicos da política ambiental. Se em um momento investimentos na mudança tecnológica são realizados em resposta às medidas ambientais, em outros as inovações podem criar compensações econômicas e outros ganhos ambientais.

Conforme Porter & van der Linde (1995, 1999), as medidas ambientais estimulam inovações que podem compensar, parcial ou totalmente, os custos de adequação ambiental de modo que o custo inicial pode se reverter em benefício líquido. Isto porque a poluição é vista como sinal de ineficiência e desnecessária utilização dos recursos. As compensações da inovação tendem a ocorrer por meio de produto e de processo. Os benefícios de produto ocorrem quando a regulação ambiental produz não só menos poluição, mas também cria uma melhor performance ou maior qualidade dos produtos, maior segurança dos produtos, redução dos custos dos produtos por substituição de materiais ou menor uso de embalagens, maior valor de revenda do produto pela facilidade de reciclagem ou desmontagem e redução nos custos de disposição para os usuários.

Os benefícios que a inovação traz em relação aos processos produtivos ocorrem também quando a inovação, além de reduzir a poluição, resulta em alta produtividade dos recursos, menores paralisações decorrentes dos maiores monitoramento e manutenção dos processos, economia de materiais devido à substituição, reuso ou reciclagem dos insumos, melhor utilização dos subprodutos, menor consumo de energia durante o processo produtivo, conversão dos desperdícios em outras formas de valor, menores custos de armazenamento de materiais, redução dos custos das atividades envolvidas no manuseio,

descarte ou transporte de resíduos, maior segurança no trabalho e melhoria dos produtos como resultado indireto das mudanças nos processos (PORTER & VAN DER LINDE, 1995, 1999).

Assim, por meio da melhor produtividade dos recursos, a inovação ambiental resultante da pressão ambiental, pode gerar vantagens competitivas.

Na análise das medidas de efeitos indiretos da inovação ambiental, Andersen (2005) utiliza o conceito de eco-eficiência. A eco-eficiência é uma importante medida do comportamento ambiental de diferentes agentes e combina ganhos econômicos e ambientais. O progresso do comportamento ambiental dos agentes compõe uma medida do produto da inovação, uma vez que reflete as características e o grau da inovação ambiental ou as mudanças estruturais (como no padrão de consumo ou na produção).

O impacto ambiental pode ser avaliado através do uso dos recursos (lado da fonte) e das emissões (no lado da saída). Foram identificados, com base no World Business Council for Sustainable Development *apud* Andersen (2005), os seguintes elementos para melhorar a eco-eficiência:

- redução da intensidade de materiais
- redução da intensidade de energia
- redução da dispersão de substâncias tóxicas
- alcance da reciclabilidade
- maximização do uso de materiais renováveis
- durabilidade do produto

Nesses termos, a tentativa de medir a performance de inovação ambiental dos agentes de modo comparável se tornou tema de preocupação. Kemp & Arundel (1998) sugerem indicadores únicos de inovação ambiental, mas ajustados e similares aos do manual de Oslo.⁴ Os principais indicadores, para os autores, seriam: tipos de tecnologias ambientais (tecnologias de controle, gestão de resíduos, tecnologias limpas, de reciclagem produtos limpos e tecnologias de remediação); motivações da inovação ambiental; gastos

⁴ Os *surveys* existentes de inovação ambiental se baseiam no Manual de Oslo – manual que integra uma série de documentos e visa fornecer linhas metodológicas para construção de indicadores de inovação tecnológica na OCDE. Este inclui poucas questões de relevância para inovação ambiental, focando principalmente sobre a redução dos insumos e efeitos da regulação ambiental. Outros estudos focam sobre os tipos de tecnologias utilizadas, sobretudo *end-of-pipe* ou *clean technologies* (KEMP & ARUNDEL, 1998; ANDERSEN, 2005).

em P&D; fontes e custos da informação; apoio do governo; política da empresa e sistemas de gestão ambiental utilizados; relações de cooperação e local de inovação.

Andersen (2005) defende que os indicadores deveriam cobrir atividades de inovação na cadeia, desde a formulação da idéia à comercialização. Isso incluiria: atividades de incubação, competência (P&D), desenvolvimento organizacional, habilidades e educação), produto da inovação (eco-eficiência, análise setorial, patentes) e penetração no mercado. Sugere também a expansão do conceito de tecnologias de inovação ambiental às seguintes categorias: tecnologias de manejo de recursos e poluição, em geral desenvolvidas na indústria ambiental e representando soluções ambientais; inovações de produto e processo ambientalmente integradas à companhia, para refletir a continuidade tecnológica (*cleaner*); inovação de produtos ambientais, significando as inovações radicais; novas estruturas organizacionais; e inovações ambientais gerais. Por fim, a análise ampla da questão organizacional, para o autor, deve incluir empreendimentos ambientais, instituições de conhecimento, estrutura institucional e política e o setor financeiro.

1.2.1.1 Padrões de produto e competitividade internacional

Certos tipos de exigências associam-se a níveis de qualidade e a normas ou modelos de comparação, tornando-se padrões de produção aceitos internacionalmente. Segundo WTO (2005), os padrões de produtos especificam ou definem as características de um produto, incluindo *design*, tamanho, peso, performance ambiental entre outros aspectos. Dessa forma, eles fornecem compatibilidade e informações, requisitos necessários para a realização das trocas e, portanto, para o bom funcionamento do mercado. Eles podem ser voluntários ou obrigatórios, públicos ou privados. Porém, seus efeitos sobre os fluxos de comércio podem ser positivos e negativos.

Teoricamente, os padrões podem ser desejáveis em três situações. Em primeiro lugar, padrões de compatibilidade podem facilitar o comércio no caso de redes de indústrias globais, pois o incentivo para garantir a compatibilidade se estende além das fronteiras do país e é o caso das externalidades em rede. Esse seria o caso, por exemplo, do setor de tecnologia da informação, visto que a manufatura envolve um grande número de firmas em diferentes localizações que produzem partes e componentes montados antes de serem distribuídos. A montagem exige que os insumos sejam compatíveis e isso tende a gerar a

qualificação dos fornecedores. Em segundo lugar, padrões de segurança reduzem as assimetrias de informação entre compradores e vendedores. Esses padrões tendem a tomar a forma mandatória quando a falta de informação representa riscos à saúde. Em terceiro lugar, padrões ambientais são utilizados para reduzir danos ao meio ambiente (externalidades negativas). Em geral, padrões mandatórios dessa natureza são estabelecidos diante de externalidades globais (WTO, 2005).

Essas três categorias podem representar um incremento dos custos, por causa das alterações de produto e de processo necessárias para adequação aos padrões, e prejudicar certos concorrentes. Mas de outro lado, também podem representar ganhos advindos da maior participação no mercado internacional.

...

Portanto, essa discussão sobre os impactos tecnológicos da política ambiental sugere que seus instrumentos são importantes para a geração e o desenvolvimento de inovações ambientais; o rigor do instrumento utilizado tende a estimular uma inovação radical; a flexibilidade, mais característica dos incentivos econômicos, é fundamental para dar liberdade quanto ao tempo e ao modo de adequação, fortalecendo a difusão; o estímulo inovativo dos instrumentos (inovações radicais, incrementais ou difusão) depende também da estrutura do mercado e da indústria e da trajetória tecnológica; a mudança organizacional contribui para as inovações técnicas e as estratégias adotadas refletem como as firmas enxergam a questão ambiental; e os gastos com a mudança tecnológica com propósitos de adequação ambiental podem ser compensados pela maior produtividade dos recursos, ganhos competitivos e outros benefícios ambientais decorrentes da inovação. Além disso, caso a exigência ambiental constitua um padrão de produto internacionalmente aceito, haverá impactos nos fluxos de comércio, que podem ser positivos ou negativos, dependendo da magnitude dos custos da adequação.

1.2.2 Empresas transnacionais e mudança tecnológica ambiental

O aumento da competição global nas últimas décadas elevou o fluxo de capitais internacionais. Países em desenvolvimento têm atraído grandes influxos de Investimento

Direto Estrangeiro (IDE)⁵, principalmente de países da OCDE; tais investimentos representam uma importante fonte de financiamento e resultam em impactos ambientais e tecnológicos, os quais podem ser positivos ou negativos (OCDE, 2002b; UNCTAD, 2004a; ROCHA, 2006).

Segundo OCDE (2002b), por meio do IDE podem ser gerados os efeitos escala, estrutural e tecnológico. O primeiro afeta o uso dos recursos naturais através de incrementos na produção e tende a ser negativo; o segundo está associado a ajustamentos dentro e entre economias quando o padrão do uso dos recursos no qual se concentra o IDE se desloca; e o terceiro se refere ao desenvolvimento, transferência e difusão de tecnologias ambientais (mais avançadas ou atrasadas), investimentos em P&D em outros países, transbordamentos às firmas locais via imitação, movimento da mão-de-obra qualificada e exigências na cadeia de oferta.

Em relação à introdução de tecnologias ambientais, algumas evidências apontam para vantagens da presença das transnacionais⁶. Como as empresas de países desenvolvidos possuem práticas de gestão ambiental e desenvolvem tecnologias superiores, uma vez que estão estabelecidas em países com regulações ambientais rígidas, essas tendem a ser transferidas para as filiais em países em desenvolvimento. Isso pode conduzir a uma performance ambiental e tecnológica superior de transnacionais em relação às empresas locais. Outras evidências, no entanto, indicam que as transnacionais usam tecnologias sujas e obsoletas nas filiais dos países em desenvolvimento constituindo “portos de poluição”, dado o marco regulatório mais flexível, e que realizam apenas pequena parte de investimentos em P&D fora do país de origem (CHUDNOVSKY & LOPEZ, 1999; ZARSKY, 1999 *apud* ROCHA, 2006).

Assim, através das empresas transnacionais há um canal de introdução de tecnologias ambientais no país receptor do investimento estrangeiro. Isso depende de muitos fatores, como volume e qualidade dos investimentos; características do país hospedeiro; estrutura macro e regime político em vigor; capacidade de absorção do país receptor; setor onde ocorre o investimento, suas estratégias e o grau de orientação para exportações

⁵ Investimento direto estrangeiro consiste no investimento realizado em outro país com o objetivo de controlar ativos estrangeiros (HANSEN, 1999).

⁶ Uma definição de transnacional se refere a firmas que têm atividades em dois ou mais países (HANSEN, 1999).

(principalmente quando o mercado de destino é mais sensível); políticas ambientais da corporação e regulações ambientais no país hospedeiro e no país de origem (CHUDNOVSKY & LOPEZ,1999; UNCTAD, 2004a).

Segundo Hansen (1999) e OCDE (2002b), uma questão chave para compreender os efeitos de tecnologias ambientais no país receptor, é a estratégia de gestão ambiental adotada pelos investidores estrangeiros. Eles utilizam o conceito de gestão ambiental transfronteira (*cross border environmental management*) para capturar o aspecto internacional da gestão ambiental, o que leva a discutir fatores que conduzem a diferentes performances ambientais além das fronteiras. A gestão ambiental transfronteira, dessa forma, é a ponte ambiental entre o escritório central e as filiais estrangeiras.

Os tipos de estratégias utilizadas para controle das filiais, conforme Hansen (1999), cobrem desde a independência até a completa integração e podem ser associados ao marco regulatório local ou ao do país de origem:

- a) descentralização: mais baixo nível de organização com ausência de gestão transfronteira, na qual os problemas ambientais são vistos como de responsabilidade dos administradores locais e as filiais têm suas próprias estratégias;
- b) adequação internacional: há uma maior integração na gestão ambiental entre matriz e filial segundo a qual a filial deve operar segundo as regulações ambientais do país hospedeiro;
- c) centralização: há internalização dos controles ambientais e a companhia adota práticas de gestão independentemente de onde opera, pois a regulação no país hospedeiro é vista como insuficiente, ineficiente e custosa para adequação. O foco da gestão ambiental local é função da matriz e a filial se isola das demandas regulatórias locais se tornando uma réplica das operações do país de origem; a gestão transfronteira é hierárquica;
- d) integração global: há direção das normas e objetivos da corporação e o sistema é integrado horizontalmente, no qual iniciativas para novas medidas podem se originar de qualquer oportunidade e localização; ou seja, as unidades individuais têm nível de adaptação às condições locais, mas com fronteiras estabelecidas pelos princípios da corporação.

Os dois primeiros modos de gestão são caracterizados por adaptação ao marco regulatório local; os dois últimos estão baseados no sistema de gestão do país de origem.

Mas certos aspectos moldam o tipo de estratégia ambiental adotada. Em geral pequenas empresas parecem seguir estratégias descentralizadas, enquanto as grandes transnacionais, estratégias centralizadas. As forças de mercado podem gerar resultados ambientais favoráveis, por meio da emergência de mercados verdes, maior qualidade da cadeia de fornecimento, pressão ambiental de grandes clientes, maior consciência de consumidores verdes nos países em desenvolvimento e destinação das vendas para países desenvolvidos. Tecnologias mais avançadas tendem a ser transferidas se há um histórico de tratamento ambiental na companhia no país de origem e se a indústria for concentrada, por causa do poder de mercado que lhe permite cobrir os custos de adequação (HANSEN, 1999).

As forças regulatórias do país receptor são, em geral, frágeis, em termos de *enforcement*, infra-estrutura ambiental e pessoal treinado; nesse caso, as transnacionais podem explorar essas diferenças atenuando as medidas ambientais ou antecipar normas mais rigorosas introduzindo tecnologias avançadas. A regulação do IDE também afeta a performance ambiental, de modo que quanto maior for a liberalização dos fluxos, maior tende a ser a integração com a matriz. As regulações do país de origem, por sua vez, podem ser transmitidas para a filial, através de informações e do desenvolvimento de assistência para melhorar a performance da corporação. Forças informais, através da pressão de Organizações Não Governamentais (ONGs) e da sociedade local e ações voluntárias das empresas também têm um papel importante, sobretudo quando o marco regulatório local é fraco (HANSEN, 1999).

São citados também outros caminhos pelos quais países em desenvolvimento podem obter tecnologias ambientais de transnacionais. Segundo Hansen (1999), existe a possibilidade da gestão de entidades estrangeiras não controladas, através de *franchising*, subcontratação e alianças estratégicas. As redes de produção integradas podem ter implicações para trás, quando as transnacionais vigiam e/ou fornecem assistência técnica aos fornecedores, e para frente, através de produtos controlados. Para Chudnovsky e Lopez (1999), além do IDE, as formas incluem o estabelecimento de *joint-ventures* entre firmas domésticas e estrangeiras, a compra de tecnologia na forma de contratos (patentes,

licenciamento, *turnkey contracts*, etc.) e a utilização sem o consentimento da transnacional (engenharia reversa, imitação e cópia).

Essa discussão sugere que a forte presença de transnacionais pode se refletir em uma performance ambiental superior destas em relação às empresas nos países em desenvolvimento e difundir tecnologias mais avançadas conforme a estratégia de gestão ambiental transfronteira adotada. Os efeitos podem ser benéficos quanto maior for a integração com a matriz, a padronização das normas de modo global, o tamanho da empresa, a concentração industrial, o poder dos clientes e o histórico ambiental na empresa.

1.2.3 Custos de transação e a forma da organização da produção

Medidas de política ambiental podem afetar as transações entre fornecedores e compradores, como conseqüência, a organização industrial pode ser alterada. Cabe antes analisar como a política ambiental pode ser tratada pela economia institucional.

Segundo North (1990, 1992, 1994 e 2005), as instituições são as regras do jogo e são constituídas por: regras formais, como leis, constituições, estatutos, estruturas de direitos de propriedade e contratos individuais; regras informais, como sanções, tabus, costumes, tradições e códigos de conduta; e pela capacidade de as fazer cumprir (*enforcement*) pelos próprios agentes ou por órgãos externos. Elas podem ser criadas, como as constituições nacionais, ou surgem no tempo por meio de leis comuns, por exemplo.

Tais regras afetam as trocas, visto que, junto com a tecnologia empregada, determinam os custos de transformação (os insumos usados para transformar os atributos de um bem, como uso da terra e do trabalho) e de transação (obtenção de informação dos bens que estão sendo trocados, bem como os custos de fazer cumprir os acordos de troca). Embora a tendência das instituições seja a redução dos custos de transação facilitando as trocas, algumas instituições, como regras que restringem a entrada, requerem a inspeção desnecessária ou aumentam os custos de informação, acabam por elevar os custos de transação. Além disso, uma instituição pode gerar, por exemplo, um aumento nos custos de transação que foi mais do que compensado pela queda dos custos de transformação (NORTH, 1990, 1992, 1994 e 2005).

Com respeito especificamente à questão ambiental, Paavola (2005) utiliza o conceito de instituições de governança ambiental para tratar da gestão dos recursos

ambientais e de sua qualidade. Ela envolve o estabelecimento e *enforcement* de instituições para resolução de conflitos ambientais, instituições estas que podem ser formais ou informais e vão da abrangência local à internacional. Além disso, pode implicar a criação de novas organizações, como agências ambientais, ou a delegação de atividades por agentes do Estado. Em geral o Estado está envolvido diretamente, mas pode exercer papel indireto no estabelecimento de medidas voluntárias de proteção ambiental.

Os custos de transação, entendidos como os custos de usar o sistema de mercado, influenciam a efetividade e os resultados das soluções de governança ambiental, pois os muitos atributos dos recursos (tamanho e mobilidade) e dos usuários (número e heterogeneidade), aumentam os custos de transação e apresentam desafios de governança. De outro lado, as soluções de governança também influenciam os custos de transação. Por exemplo, uma grande quantidade de jurisdições e agências envolvidas na gestão dos recursos pode complicar a transferência de informações e tornar o processo de decisão custoso. Além disso, algumas vezes pode-se não atingir o objetivo almejado pela instituição (PAAVOLA, 2005).

Desse modo, pode-se verificar que medidas de política ambiental, sejam elas apresentadas como instituições de governança ambiental ou apenas instituições (regras formais), interagem com as transações: as instituições ambientais tendem a minimizar, mas podem incrementar os custos (custos de transformação + custos de transação). Mas quais as características e as implicações dos custos de transação?

Segundo Coase (1937), existem custos em utilizar o mecanismo de preço, ou seja, custos de comercialização. Os custos mais evidentes são os da informação, da negociação e conclusão dos contratos para cada transação. A existência da incerteza também é relevante. Há algumas desvantagens ou custos em utilizar o mercado, sobretudo quando existe um grande número de contratos estabelecidos em curto prazo, que podem dificultar as trocas e ter resultados insatisfatórios. A produção na firma ao invés do mercado pode reduzir o número de contratos.⁷

Para North (1992), os custos de transação são os custos a que estão sujeitas todas as operações em um sistema econômico. Considerando um mundo permeado de racionalidade

⁷ Para Coase (1937), a existência de custos de transação (custos de usar o mecanismo de preços) é a principal razão da existência da firma (forma coordenada de organização da produção).

limitada e incerteza, algumas variáveis determinantes dos custos de transação são a forma de organização do sistema econômico, que determina a distribuição dos benefícios; o custo da informação e a assimetria de informações em relação aos objetivos da transação; e o custo da quantificação dos atributos de valor dos bens e serviços ou do desempenho dos agentes.⁸

Segundo Paavola (2005), a necessidade de informações é uma das razões pelas quais as transações no mercado se tornam custosas aos agentes. As fontes mais significativas do custo da informação são:

- capacidade de conhecimento dos agentes é limitada, o que aumenta o custo de reunir informações;
- agentes são auto-interessados, que não têm incentivo em revelar suas preferências e planos;
- recursos ambientais possuem atributos que só podem ser apreendidos em longos períodos de tempo;
- ajustamentos exigem aprendizado, tempo e recursos;
- as instituições tornam a reunião de informação custosa por dispersá-la ou limitar a autoridade dos agentes em obtê-la.

Williamson (1986, 1987 e 1996), partindo das hipóteses de que o homem além de possuir racionalidade limitada é oportunista, adota a transação como unidade de análise considerando que a transação ocorre quando um bem ou serviço é transferido através de interfaces tecnologicamente separáveis. Quando ocorrem fricções nessas transferências, surgem custos de transação. As principais dimensões das transações são a incerteza, a frequência com que são realizadas e a especificidade dos investimentos realizados.⁹

Parte-se do pressuposto da permanente existência de um certo grau de incerteza, que pode ser classificada em primária, associada a um tipo de estado contingente; secundária, decorrente da falta de comunicação; e comportamental (ou binária), quando a falta de informação é estrategicamente não revelada. A frequência com que a transação volta a

⁸ O valor dos atributos dos bens e serviços pode ser exemplificado pelo tratamento e tempo de espera no uso do serviço médico e pelo sabor e quantidade de vitamina C em um copo de suco de laranja. Como alguns atributos são difíceis de quantificar, as definições de direitos na troca são complexas (NORTH, 1992).

⁹ Com base nos conceitos de racionalidade limitada e oportunismo, Williamson afirma que todos os contratos de troca são incompletos: *ex-ante* não há informação sobre todas as possíveis ocorrências ao longo do contrato; *ex-post* o comportamento oportunista necessita de algum tipo de fiscalização.

ocorrer no tempo caracteriza-se por ocasional e recorrente. A especificidade dos ativos está associada à idiosincrasia das transações e refere-se ao grau no qual um ativo pode ser reempregado em outros usos ou para outros usuários sem perda de valor econômico (WILLIAMSON, 1986, 1987 e 1996).

Williamson (1986, 1987 e 1996), distingue as especificidades dos ativos em alguns tipos:

- especificidade local: uma planta especializada, por exemplo, localiza-se próxima de um estágio de produção, visando economizar em custos de transporte;
- especificidades do ativo físico: quando um equipamento especial ou outros aspectos são necessários para produzir certo componente e exige investimentos significativos e outros compradores são escassos;
- especificidade do ativo humano: como treinamentos especializados e atividades que envolvam *learning-by-doing*;
- ativos dedicados: investimentos realizados por exigências dos clientes e
- valor da marca.

Transações ocasionais e que não implicam investimentos específicos (transações simples e padronizadas), cujo uso alternativo do ativo não gere perda de valor, não exigem contratos complexos e torna-se preferível recorrer ao mercado. Transações contratuais entre fornecedor e comprador, que envolvem altos e específicos investimentos para produção de um componente e treinamento dos trabalhadores, por exemplo, tornariam muito custoso o término prematuro da relação. Ou seja, transações específicas e complexas exigem formas mais complexas de organização da produção ou formas contratuais de realizar a transação.¹⁰

Assim, quanto maior o grau de especificidade dos ativos, a recorrência da transação e o grau de incerteza, tende-se a produzir internamente para economizar custos de transação e de produção e a transação será removida do mercado ocorrendo a integração na empresa (modo unificado). Modos alternativos de contratos também são previstos (quadro 1.4). Contratos trilaterais emergem quando é interessante sustentar uma relação entre dois

¹⁰ Aqui o sentido de organização da produção é similar ao de estruturas de governança (estrutura institucional dentro da qual uma transação é decidida) e refere-se às formas contratuais: se a empresa recorrerá ao mercado, estabelecerá contratos bilaterais, trilaterais ou unificará a produção (integração vertical) (Williamson, 1986 e 1987).

agentes com auxílio de uma terceira parte e em contratos bilaterais a autonomia das partes é mantida e a relação é sustentada pela ameaça de grande perda caso finde o contrato (WILLIAMSON, 1986 e 1987).

Quadro 1.4 Características das transações e tipos de formas contratuais

		INVESTIMENTOS		
		Não específicos	Mistos	Idiossincráticos
FREQÜÊNCIA	Ocasional	Mercado	Trilateral	Trilateral
	Recorrente	Mercado	Bilateral	Unificada

Fonte: Williamson (1986, p. 112).

Williamson (1987) classifica as possibilidades de integrações verticais. Em geral podem ocorrer dois tipos de integração comuns: integração de estágios sucessivos dentro da tecnologia central e a integração de atividades periféricas ou externas. O primeiro tipo envolve estágios localizados em uma relação de proximidade para economizar gastos com transporte e estão unificados sob uma única propriedade. O segundo tipo de integração refere-se à integração para frente (*forward*) na distribuição, por exemplo, nas vendas e nos serviços; integração lateral, que pode incluir o fornecedor de componentes; e para trás (*backward*), em geral integrando fornecedores de materiais brutos, seja para economizar custos de transação ou por propósitos estratégicos. Outro exemplo de integração seria a subcontratação, por exemplo, de fornecedores de partes, quando estes estão em grande número.

O autor apresenta algumas implicações da integração. A integração realizada por firmas dominantes pode colocar as pequenas empresas rivais em desvantagem estratégica. Nesse caso, o segmento não integrado pode ser reduzido; firmas que estivessem preparadas para entrar podem ser desencorajadas devido à perda de poder de barganha e a entrada integrada não seria atrativa pela falta de experiência e da necessidade de altos custos de capital para entrar em dois estágios. Contudo, o mesmo não ocorre se a integração é realizada por firmas com baixo grau de concentração e a firma entrante pode esperar barganhas competitivas com as firmas de outros estágios, sejam elas integradas ou não. Nenhuma única firma integrada desfrutaria de vantagens competitivas (WILLIAMSON, 1987).

Essa discussão indica que medidas de política ambiental (entendidas como regras ou governança ambiental) tendem a afetar os custos de transação; transações específicas com informações custosas e recorrentes envolvem altos custos de transação que podem ser economizados através da internalização da produção (integração) ao invés de se recorrer ao mercado.

1.3 Impactos no Ambiente das Instituições de Política

As relações comerciais entre os países podem ser afetadas quando uma nação ou um bloco econômico estabelece exigências ambientais que devem ser cumpridas pelos produtores da região e/ou pelos exportadores de outros países que desejam vender a esse mercado.

Exigências técnicas ambientais constituem-se de normas, que são voluntárias, e regulamentos, que são mandatórios/obrigatórios. Elas referem-se a produtos, processos de produção, embalagens, rótulos ou certificações estabelecidos por órgãos públicos, privados ou Organizações não Governamentais (ONGs) que visam proteger a saúde e o meio ambiente (quadro 1.5).

A Organização Mundial do Comércio (OMC), através do Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (TBT), permite que os regulamentos técnicos e/ou ambientais sejam estabelecidos pelos países de modo que não sejam mais restritivos ao comércio do que o necessário para realizar um objetivo legítimo. Entende-se por objetivos legítimos os de garantir a segurança nacional, a proteção da saúde humana, vegetal e animal e o meio ambiente (WTO, 1994).

Uma vez estabelecidos, os regulamentos devem ser comunicados (“notificados”) aos organismos responsáveis pela transmissão da informação nos países membros (“pontos focais”) e a partir daí transcorrerá um determinado período de tempo para os membros que se julgarem afetados realizarem comentários. As normas geralmente são publicadas nos sistemas de normas internacionais ISO/IEC (Organização Internacional para Normalização/Comissão Eletrotécnica Internacional).¹¹

¹¹ Como as normas não são obrigatórias, há apenas um “código de boa conduta” citado no TBT como orientação para elaboração, adoção e aplicação de normas que segue a maioria dos princípios do Acordo para os regulamentos técnicos (Anexo 3 do TBT).

A partir da implementação das exigências pelos países importadores, os exportadores que desejam vender nesses mercados devem seguir alguns passos: 1) adequar seus produtos conforme as exigências, 2) comprovar que os produtos estão de acordo com as exigências, através de testes ou certificação pelo procedimento de “avaliação da conformidade”; 3) ter a competência do processo de avaliação da conformidade garantida pelo processo de “acreditação”. Ainda é possível a realização de acordos de cooperação entre os membros (“acordos de reconhecimento mútuo”), apesar de diferenças nos resultados dos procedimentos de avaliação de conformidade ou acreditação (WTO, 1994 e UNCTAD 2003a e 2004b) (quadro 1.5).

Quadro 1.5 Definições e exemplos de exigências técnicas e outros procedimentos

<p>Norma: Documento aprovado por uma instituição reconhecida que fornece, para uso comum e repetido, regras, diretrizes ou características para produtos ou processos e métodos de produção conexos, cujo cumprimento não é obrigatório. Poderá tratar parcial ou exclusivamente de terminologia, símbolos, requisitos de embalagem, marcação ou rotulagem aplicáveis a um produto, processo ou método de produção. As ISO 14001 e 9000 são exemplos de normas internacionais; e as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) no Brasil, de normas nacionais.</p>
<p>Regulamento: Documento que enuncia as características de um produto ou processo e métodos de produção a eles relacionados, incluídas as disposições administrativas aplicáveis, cujo cumprimento é obrigatório. Poderá tratar parcial ou exclusivamente de terminologia, símbolos e requisitos de embalagem, marcação ou rotulagem aplicáveis a um produto, processo ou método de produção. Como exemplo tem-se a Lei Sanitária de Alimentos Japonesa, que controla as importações contra doenças e pragas desde 1998; o</p>
<p>Avaliação de Conformidade: Qualquer procedimento utilizado, direta ou indiretamente, para determinar que as prescrições pertinentes de regulamentos técnicos ou normas são cumpridos. Incluem: testes, inspeção, avaliação, registro, verificação, etc. A conformidade pode ser fornecida por relatório de testes de laboratórios independentes, ensaio e declaração do próprio fornecedor, certificações. Os procedimentos de certificação para obtenção do selo verde FSC para comprovar o manejo sustentável florestal constituem um exemplo.</p>
<p>Acreditação: Forma de assegurar a competência técnica dos laboratórios e dar maior confiança aos resultados; instrumento para dar credibilidade e confiança nas atividades de Avaliação de Conformidade. No Brasil o INMETRO é o órgão que vigia as atividades das entidades de conformidade, através de ensaios e calibração. A unidade responsável é a Coordenação Geral de Acreditação (CGRE).</p>
<p>Reconhecimento Mútuo: Acordo formal pelo qual um organismo aceita os resultados da atividade de outro organismo, considerando-os como se fossem seus e vice-versa. Há reconhecimento mútuo entre os organismos acreditadores do Brasil (INMETRO) e de Portugal (IPQ): o IPQ usa laboratórios brasileiros no seu processo de certificação</p>

Fonte: WTO/TBT (1994), Brasil/MDIC (2002), INMETRO (2005) e MDIC/SECEX (2001).

As implicações destas exigências ao comércio internacional, conforme o INMETRO (2005) são diversas: se um produto não cumpre as especificações da regulamentação

técnica sua venda não será permitida, enquanto o não cumprimento de uma norma, embora não inviabilize a venda, pode reduzir sua participação no mercado. Estas situações, para UNCTAD (2003a, p. 2), caracterizam as condições de acesso e as condições de entrada nos mercados, pois as primeiras são determinadas por condições legais e administrativas de regras de comércio internacional, enquanto as segundas “dependem da competitividade do exportador (determinada pelos custos e qualidade dos produtos) e das características das cadeias de oferta e estruturas de mercado”.

Contudo, países em desenvolvimento possuem algumas particularidades que podem acentuar os desafios enfrentados na busca do cumprimento de tais exigências para acessar ou entrar nos mercados de destino de países desenvolvidos. Qual deve ser a orientação de políticas para países em desenvolvimento que enfrentam tais desafios?

1.3.1 Argumentos a favor da compatibilidade de políticas ambientais e outras orientações para países em desenvolvimento¹²

Países em desenvolvimento, conforme os estudos de Hoffman & Rotherham (2006), Palmer (2004), Rotherham (2003), UNCTAD (2002, 2003a, 2004b e c) e Brasil/MDIC (2002), podem ter dificuldades no cumprimento das exigências ambientais externas (normas e regulamentos técnicos), seja quanto ao contexto externo ou interno. Do ponto de vista do desenho e implementação das exigências externas, destacam-se alguns aspectos:

- as exigências têm se tornado complexas, pois são crescentes, numerosas, abrangem amplos impactos setoriais, rigorosas e alteradas com frequência;
- algumas exigências de países desenvolvidos podem divergir dos problemas ambientais e de saúde adequados às condições ou às prioridades dos países em desenvolvimento;
- as notificações sobre os regulamentos não distinguem exigências simples das mais complexas, que necessitam de maior tempo de ajuste; além disso, o formato das notificações se constitui de textos legais e contém pouca informação;
- as normas são numerosas, envolvem preferências dos consumidores (que diferem entre regiões e países) e emanam de diferentes fontes;

¹² Este item foi redigido com base na síntese dos estudos indicados, visto que convergem quanto ao foco sobre países em desenvolvimento, aos objetivos e às orientações de políticas: Hoffman & Rotherham (2006); Palmer (2004), Rotherham (2003), UNCTAD (2002, 2003a, 2004 a e b) e Brasil/MDIC (2002).

-as normas internacionais (ISO, por exemplo) tendem a ser desenvolvidas por companhias dos países desenvolvidos; as que respondem às necessidades dos países em desenvolvimento, são mais apropriadas às grandes empresas, mais intensivas em capital, do que às pequenas e médias, mais intensivas em trabalho e

-aumento do uso do princípio da precaução em exigências ambientais, que tem gerado incerteza.

No que se refere às insuficiências internas, estas se associam à falta de capacitação técnica e institucional das organizações dos países em desenvolvimento. Em termos mais específicos, consideram-se:

-divergência quanto ao estágio de desenvolvimento dos setores dinâmicos dos países em desenvolvimento em relação aos das economias desenvolvidas; os primeiros são mais intensivos em recursos naturais e poluentes;

-dificuldade de recuperar os custos adicionais de produção decorrentes da adequação às exigências, quando o padrão de concorrência de certos setores está baseado em baixos preços (como produtos homogêneos de difícil concorrência via diferenciação);

-inviabilidade de tecnologia especializada ou técnicas de gestão necessárias para adequação (inexistem ou estão protegidos por patentes) e/ou falta de capacidade para a firma conduzir uma busca internacional dos fornecedores mais adequados;

-falta de conhecimento e informação necessários para a firma exportadora compreender a exigência e para adaptar seu processo ou método de produção;

- maiores dificuldades de pequenas e médias empresas em termos de comunicação e poder de barganha, devido à baixa concentração; além disso, nem sempre conseguem satisfazer as exigências de qualidade, consistência e volume e enfrentam custos de operação elevados;

-exportadores envolvidos na indústria primária dependem de processos biológicos e os métodos de produção transferidos de países da OCDE podem ser inapropriados às condições locais;

-custos adicionais para obtenção de certificação, por exemplo, e falta de recursos financeiros;

-fraca infra-estrutura técnica e de instrumental científico atualizado, de recursos, de pessoal especializado e informações nos laboratórios de testes por parte das agências de avaliação da conformidade;

-fragilidades das agências de acreditação no que se refere a: recursos técnicos e financeiros para vigiar a infra-estrutura dos laboratórios; nível de sofisticação dos métodos de calibração; reconhecimento externo; e conhecimento e informação, pois falta uma rede de *stakeholders* prontamente desenvolvidos capazes de solicitar documentos, informações necessárias ou fazer comentários sobre as exigências, ou disseminar informações sobre as notificações e avaliar os impactos potenciais;

-fraca participação na elaboração e desenvolvimento das exigências externas, de modo que muitos países em desenvolvimento tornam-se tomadores de requisitos internacionais e

-pouco avanço na realização de acordos de harmonização, equivalência técnica e reconhecimento mútuo.

Segundo a literatura indicada acima (ver nota 12), os países em desenvolvimento devem tratar as exigências ambientais a partir de uma abordagem integrada e holística, bem como adotar uma postura política mais pró-ativa (antecipando-se aos impactos) e de longo prazo. Os autores consideram que a superação dos desafios colocados acima e, conseqüentemente, a obtenção dos benefícios decorrentes da inserção no circuito do comércio sustentável implicam o fortalecimento da infra-estrutura técnica e da capacitação institucional associado a outras políticas.

Nessa literatura, a harmonização internacional é vista como uma forma de reduzir os custos da proliferação de diversas exigências ambientais, uma vez que tende a criar um único conjunto de regras. A harmonização reflete situações nas quais as exigências estão baseadas em normas internacionais, que tendem a aproximar as legislações ambientais dos países e a evitar distorções no comércio. Diante da inexistência de normas internacionais ou quando diferentes exigências alcançam o mesmo objetivo sugere-se, a partir das recomendações do TBT, que os membros considerem as exigências como tecnicamente equivalentes, por meio de acordos de equivalência técnica. As mesmas orientações de aceitação das regras de outros países servem para os propósitos de avaliação de conformidade e de acreditação. Diferentes e numerosos testes e ensaios de produtos podem ser evitados através do reconhecimento e aceitação, pelos membros, das atividades exercidas pelas agências de conformidade e/ou de acreditação, por meio de acordos de reconhecimento mútuo (ver quadro 1.5).

Países em desenvolvimento também necessitariam ter maior envolvimento no desenho e na implementação das normas e regulamentos técnicos. Representantes de países em desenvolvimento deveriam participar das negociações pré-regulação e pré-definição de normas por meio da realização de comentários e da publicação de informações. Adicionalmente, a avaliação *ex-ante* do impacto de novas exigências ambientais seria útil em limitar problemas de acesso aos mercados. Os países desenvolvidos, por sua vez, poderiam desenvolver ações para facilitar o envolvimento dos países em desenvolvimento melhorando a coordenação interagências, como a criação de centros de promoção de importações de países em desenvolvimento.

Os sistemas de informação também são alvo de atenção. A ampliação da discussão envolvendo diversos *stakeholders* (governo e setor privado), a melhora na divulgação das notificações e das normas internamente e o intercâmbio das informações entre os agentes e os membros com relação a outras experiências nacionais são formas de gerar transparência e difundir informação.

Investimentos devem ser realizados nas instituições de exigências ambientais e de qualidade. Sugere-se, de maneira complementar, considerar a discussão sobre tratamento especial e diferenciado para países em desenvolvimento no acordo TBT (art. 12) e a busca de assistência técnica dos países desenvolvidos (art. 11) para as atividades de cooperação e construção de capacitação técnica e institucional. Países em desenvolvimento podem ser assessorados por membros desenvolvidos na preparação de regulamentos técnicos e na criação de instituições de avaliação de conformidade, por exemplo, bem como ter suas necessidades especiais (de desenvolvimento e financeiras) consideradas na elaboração e aplicação das exigências ambientais por parte dos membros.

Políticas complementares citadas, que devem fazer parte da estratégia, incluem: fomento das pequenas e médias empresas, por meio de informações e estímulo a inovações; associações entre empresas estrangeiras e nacionais e a formação de alianças na cadeia de fornecimento para reduzir custos de transação; apoio ao desenvolvimento tecnológico e da inovação e o fortalecimento de atividades de P&D; potencialização das vantagens competitivas via promoção das exportações de produtos ambientalmente preferíveis e redução custos da certificação; fortalecimento de indústrias chave.

1.3.2 Argumentos contra a harmonização de políticas ambientais

Alguns autores priorizam a liberdade comercial e/ou defendem a manutenção das diferentes especificidades dos países, discordando das melhorias resultantes da convergência de políticas ambientais.

Bhagwati (1996 e 2004) defende a legitimidade na permanência de diferentes exigências ambientais entre os países para uma mesma indústria, por meio da crítica aos argumentos mais comuns (em geral defendidos por ambientalistas) em favor da harmonização.¹³ Esses argumentos sugerem que o livre comércio entre países com diferentes padrões ambientais tende a gerar comércio injusto (concorrência desleal), visto que a indústria do país que investe mais em proteção ambiental e cumpre as regulações mais rigorosas de seu país tem desvantagem competitiva diante da mesma indústria no país com regulações menos rigorosas. Como resultado da competição entre esses países, haveria uma diminuição geral no rigor das exigências ambientais com vistas à atração de capitais, caracterizando uma situação de *race to the bottom* (corrida para o fundo) das regulações ambientais dos países.

Mas para o autor, essas afirmações não são legítimas. Em primeiro lugar, a melhor política é aquela cujas taxas de poluição sejam estabelecidas como ótimas em cada país; o comércio entre duas nações - uma economia grande e outra pequena - será eficiente com diferentes taxas ambientais. Isto significa que a diversidade de taxas entre os países na mesma indústria é tão natural quanto as diferenças na tecnologia e nas dotações dos fatores (água, demografia, geografia, salários, infra-estrutura, custos de capital). Além disso, os países atribuem diferentes valores aos seus recursos ambientais (BHAGWATI, 1996 e 2004).

Em segundo lugar, as diferenças nos limites não estabelecem uma corrida para o fundo, pois o menor rigor na legislação ambiental é um fator de mínima influência nas decisões de localização dos investimentos, se comparados com facilidades de infra-estrutura, incentivos fiscais e proximidade dos mercados. Ao contrário, as multinacionais que investem em diferentes localidades tendem a agir uniformemente adequando-se aos padrões mais rigorosos para evitar economias nos custos de transação e também evitam

¹³ Os padrões ou exigências ambientais nessa discussão referem-se apenas aos problemas ambientais domésticos (gerados dentro das fronteiras de um país) e não aos problemas ambientais globais ou de extravasamento de um a outro país.

investir em países com baixos padrões, por causa das vantagens comparativas características das firmas que usam tecnologias poluidoras e gastam relativamente menos. Adicionalmente, países com altas exigências são os mais inovadores (BHAGWATI, 1996 e 2004).

Em terceiro lugar, a imposição de valores e preferências éticas incorporados nas exigências de um país sobre outros na harmonização também não procede nem justifica o estabelecimento de sanções comerciais. Isto porque os valores que pretendem ser impostos, sobretudo por meio dos métodos e processos de produção de certos produtos, não refletem valores universais, mas sim específicos.¹⁴ Além disso, não há simetria na imposição dessas preferências entre as nações fortes e fracas e, por fim, existem outros meios de transmitir esses valores (BHAGWATI, 1996 e 2004).

Portanto, para o autor, é possível que o livre comércio seja estabelecido entre países com diferentes padrões ambientais para a mesma indústria e traga benefícios econômicos e ambientais. Contudo, concorda com procedimentos de reconhecimento mútuo, por preservar as particularidades de certos países.

Metcalf & Beghin (1998) ao utilizar um modelo para avaliar os efeitos da coordenação de políticas ambientais e comerciais em uma pequena economia aberta, concluíram que a harmonização é apenas uma opção válida entre países com níveis de desenvolvimento comparáveis e valoração ambiental similares, como dentro da OCDE e da União Européia. Harmonização de políticas entre um país em desenvolvimento e um industrializado faz pouco sentido e não seria ótima para, ao menos, um dos países.

North (1994), embora tratando de questões institucionais amplas, considera que a transposição de regras formais de um país a outro irá gerar diferentes características de desempenho para o último, por causa das normas informais e dos modos de fazer cumprir diferentes. Isto implica que transferir regras político-econômicas das economias de sucesso para economias do Terceiro Mundo não é uma condição suficiente para um bom desempenho econômico.

¹⁴ Exemplos disso são as exigências dos Estados Unidos para a importação de atum, utilizando instrumentos e métodos que não causem malefícios aos golfinhos (BHAGWATI, 2006).

1.4 Síntese Conclusiva

Com base na revisão teórica realizada, foi possível traçar linhas para avaliar o impacto de políticas ambientais sobre as firmas e sua organização industrial e sobre a condução de políticas de outros países. Do ponto de vista do ambiente da empresa, os instrumentos de regulação ambiental parecem ter impactos sobre o processo de mudança tecnológica das firmas, especialmente sobre as firmas reguladas e as produtoras de bens e serviços ambientais. Além disso, constatou-se há uma tendência de que quanto mais rigorosos os instrumentos, mais inovadores serão os resultados. Porém a força dos instrumentos em relação ao grau de mudança tecnológica, também depende da característica da indústria, estrutura de mercado e da trajetória tecnológica. A inovação gerada, conforme argumentos apresentados, tende a criar outros ganhos econômicos e ambientais que podem ser vantajosos. A adequação aos padrões internacionalmente aceitos, por sua vez, pode gerar ganhos em termos de competitividade no comércio internacional ou custos adicionais de adequação. Quanto à estrutura industrial, as empresas transnacionais tendem a exercer uma performance ambiental superior à das empresas nos países em desenvolvimento, devido à relação com o marco regulatório do país de origem. Em termos setoriais, embora as instituições sejam criadas para reduzir os custos de transação, estes podem ser incrementados de modo a alterar a organização econômica no sentido de estimular integrações entre as empresas.

Do ponto de vista das instituições de política, verificou-se que existem possibilidades de que instrumentos de política ambiental de um país venham afetar a relação com seus parceiros comerciais. Nesse contexto, emerge a preocupação quanto às dificuldades de países em desenvolvimento no cumprimento das exigências externas. A questão principal refere-se à qual deveria ser a condução da política ambiental e de outras relacionadas para estes países: de um lado há os que argumentam em favor da harmonização e da compatibilidade das exigências (equivalência técnica e reconhecimento mútuo) e da maior participação nas negociações internacionais. De outro, estão os que defendem a manutenção das diferenças entre as políticas, pois essas políticas parecem refletir as especificidades de cada economia.

2. AS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS E SEUS IMPACTOS NO CENÁRIO INTERNACIONAL

Esse capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os impactos das exigências ambientais da União Européia para eletroeletrônicos sobre os principais países, buscando identificar tendências sobre a questão.

2.1 As Exigências Ambientais da União Européia para o Tratamento de Resíduos e para o Uso de Substâncias Perigosas em Equipamentos Eletroeletrônicos

A produção de equipamentos eletroeletrônicos é um dos setores de crescimento mais vigoroso da indústria do mundo ocidental. A inovação tecnológica, a expansão do mercado e as novas aplicações de equipamentos eletroeletrônicos, que são significativamente crescentes, contribuem para acelerar o processo de substituição dos produtos. Nos anos 1960, por exemplo, os primeiros computadores tinham um período médio de vida de 10 anos; nos anos 2000, esse período tem sido de 4,3 anos e, para produtos mais inovativos, menos de 2 anos. Com isso, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, compostos de uma mistura complexa de materiais e componentes, passaram a ser alvo de preocupação das autoridades públicas (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000).

Na União Européia (U.E.) os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos têm crescido três vezes mais rápido que, por exemplo, os fluxos de resíduos municipais nos anos recentes. Em 1998, foram gerados 6 milhões de toneladas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, o que representou 4% do fluxo de resíduos municipais. Estimou-se que a quantidade de resíduo gerado *per capita* situa-se entre 14 e 20kg ao ano. No futuro próximo, espera-se que o volume cresça de 3% a 5% ao ano, de modo que, em 5 anos, sejam gerados entre 16 e 28% mais resíduos e, em 12 anos, esse volume dobre (COM, 2000; VOSSENAAR *et al*, 2006; YU, 2006).

Os riscos potenciais associados à saúde humana e animal e ao meio ambiente decorrentes dos resíduos eletrônicos são preocupantes e encontram-se principalmente na sua disposição inadequada, visto que os utensílios eletrônicos contêm substâncias perigosas, principalmente metais pesados como chumbo, cromo, cádmio, entre outros (quadro 2.1). Mais de 90% dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são aterrados,

incinerados ou recuperados sem qualquer pré-tratamento. Além disso, uma alta proporção de vários poluentes encontrados em resíduos municipais vem dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000).

Quadro 2.1. Substâncias encontradas em equipamentos eletroeletrônicos e seus potenciais danos à saúde e ao meio ambiente

Substâncias	Uso e produtos onde são utilizadas	Canais de contaminação	Danos causados à saúde e ao meio ambiente
Chumbo	A solda é o principal uso do chumbo; encontra-se em placas de circuito impresso, válvulas de TV e monitores, tubos de raios catódicos	Solo, água, poeira e alimentos	Danos ao sistema nervoso central, sistema cardiovascular, sistema endócrino e rins dos humanos; é cumulativo no meio ambiente e possui efeitos sobre plantas, animais e microorganismos.
Cádmio	Encontra-se principalmente em baterias, e também em placas de circuito impresso, ligas, estabilizadores e semicondutores.	Alimentos, ar (inalação e contato com a pele)	É cancerígeno, cumulativo no corpo humano, afetando rins, ossos e sangue. Causa danos a pássaros, mamíferos (anemia e redução de produtividade), peixes (falta de cálcio e baixa concentração de hemoglobina)
Cromo Hexavalente	Placas de circuito impresso	Ar e água	Pode causar de irritação à câncer em seres humanos; é tóxico para microorganismos e causa longos efeitos no ambiente aquático; é muito tóxico para espécies aquáticas,
Mercurio	Interruptores, equipamentos de medida e controle, placas de circuito impresso, tubos fluorescentes, baterias.	Ar e alimentos (inalação de vapor e ingestão de alimentos)	É cumulativo, tóxico e possivelmente cancerígeno; em animais possui efeitos adversos sobre o sistema nervoso central e rins de pássaros e mamíferos e sobre o sistema reprodutivo dos peixes.
Bromobifenil (PBB) e Éter de Bromobifenil (PBDE)	Usados como retardantes de chamas em plásticos, coberturas plásticas, componentes, cabos e placas de circuito impresso	Via reciclagem de plásticos e após a disposição em aterros	São tóxicos e perigosos à saúde humana, com efeitos sobre a reprodução e formação de tumores; são bioacumulativos e tóxicos em ambientes aquáticos; tem sido encontrado em peixes.

Fonte: Elaboração própria a partir de Commission of the European Communities (2000); DTI (2006); Department of Public Health and the Environment (2003) *apud* Vossenaar (2006).

Durante o aterro vários efeitos ambientais ocorrem poluindo o solo, lençóis d'água e o ar. Por exemplo, mais de 10% da emissão total de mercúrio no ar origina-se dos aterros. A regulação da disposição em aterros controlados (Diretiva 99/31/EC) não elimina a exposição completamente nem resolve todos os problemas. A operação de incineração

também é poluidora, pois se estima que a emissão gerada pelo processo contribui com 36 toneladas ao ano de mercúrio, 16 toneladas de cádmio e gera o depósito de chumbo na escória e nos sedimentos resultantes. A reciclagem dos resíduos tem efeitos positivos, contudo a operação de recuperação pode elevar a poluição ambiental se o resíduo não for pré tratado adequadamente, gerando a emissão de substâncias perigosas durante a extração de plásticos (que contém retardantes de chamas), emissões de cádmio e chumbo no ar durante a reciclagem e a dispersão de materiais durante o corte e a desmontagem (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000).

Com o intuito de minimizar e/ou resolver os problemas gerados por resíduos contendo substâncias perigosas, a União Européia vem discutindo e colocando em vigor regulamentações desde os anos 1970. Algumas diretivas referentes à gestão de resíduos e outras relacionadas indiretamente a esses problemas, baseadas na responsabilidade do produtor, exemplificam essa preocupação (EC, 2007).

A Diretiva 75/442/CEE de 15 de julho de 1975 foi uma das pioneiras a tratar da eliminação de uma ampla gama de resíduos¹⁵ para a proteção da vida humana e animal e do meio ambiente, definindo resíduos como: produtos e/ou elementos não utilizáveis; matérias-primas derramadas e/ou contaminadas; resíduos de processos industriais, de processos antipoluição, de processos de acabamento ou de extração de matéria-prima; produtos inutilizáveis entre outros. Esta diretiva visou à prevenção ou redução da produção e da nocividade dos resíduos, através do desenvolvimento de tecnologias limpas, de produtos limpos e de técnicas de eliminação de substâncias perigosas; o aproveitamento dos resíduos (reciclagem, reuso, recuperação) e utilização dos resíduos como fonte de energia. Baseou-se no princípio do poluidor-pagador, segundo o qual os custos dos resíduos devem ser suportados pelo detentor ou produtor, e orientou a aproximação das legislações dos Estados-Membros de modo a evitar distorções comerciais. Esta diretiva serviu de orientação para outras diretivas referentes a resíduos (EC, 2007).

A Diretiva 91/157/CE de 1991, diretamente relacionada a resíduos de eletroeletrônicos, foi definida para minimizar o impacto ambiental de baterias e acumuladores sobre o meio ambiente e harmonizar as medidas ambientais dos Estados-

¹⁵ Exceto resíduos radioativos, mineiros e agrícolas, cadáveres de animais, águas residuais, efluentes gasosos, que deveriam estar sujeitos a regulamentações específicas (EC, 2007).

Membros. Esta introduziu medidas que proíbem o comércio de algumas baterias contendo substâncias perigosas e incentivou o estabelecimento de sistemas de coleta, reciclagem, recuperação e reuso e disposição adequada de baterias desde 1993. Ao longo do tempo, adaptações foram realizadas e os níveis de tolerância de chumbo, mercúrio e cádmio foram sendo reduzidos¹⁶ (EC, 2007).

Outras legislações, conforme EC (2007), visando à proteção ambiental, associadas à gestão de resíduos contendo substâncias perigosas e responsabilizando o produtor sobre os resíduos, incluem:

- Diretiva 94/62/EC de 1994 sobre embalagens e resíduos de embalagens, que visa a redução de metais pesados em embalagens e estimula atividades de recuperação, reuso, reciclagem, bem como a harmonização das legislações entre os Estados-Membros;
- Diretiva 96/61/EC de 1996 sobre o controle e prevenção integrados da poluição, que visa reduzir e eliminar a poluição, segundo o princípio do poluidor-pagador, gerada por emissões no ar, água e aterros; contempla várias atividades industriais e instalações de tratamento e
- Diretiva 2000/53/EC de 2000 sobre veículos em fim-de-vida, com os objetivos de prevenir resíduos de veículos, estimular reciclagem, reuso e recuperação de veículos de fim de vida e melhorar o design ecológico dos veículos, baseada no princípio da precaução.¹⁷

Em 2003 o problema dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos mereceu legislação específica, com o desenho e a implementação de duas diretivas sobre o tratamento de resíduos e o uso de substâncias perigosas em equipamentos eletroeletrônicos. Segundo EC (2007), são elas: a Diretiva 2002/96/EC sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment-WEEE*) e a Diretiva 2002/95/CE relativa à Restrição do Uso de certas Substâncias Perigosas em Equipamentos Eletroeletrônicos (*Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment-RoHS*).

¹⁶ Após várias revisões, a Diretiva 2006/66/EC substituiu a 91/157/CE; um dos avanços foi a redução dos níveis de concentração de mercúrio e cádmio, que passaram, respectivamente, de 0,05% por kg para 0,0005% e de 0,025% para 0,02% por kg (EC, 2007).

¹⁷ Por *design* ecológico ou ambiental considera-se a concepção e a produção dos equipamentos que contemplem e facilitem a sua recuperação, reutilização, desmontagem e reciclagem.

A primeira tem base legal no artigo 175 do Tratado de Constituição da Comunidade Européia, segundo o qual os Estados-Membros devem assegurar o financiamento e a execução de políticas ambientais sem prejuízo do princípio do poluidor-pagador. Em 1996 o Parlamento Europeu solicitou ao Conselho da União Européia a apresentação de propostas sobre a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (EEE), e, em 1997, uma resolução do Conselho instituiu a necessidade de promover a recuperação dos resíduos para reduzir sua quantidade e poupar recursos naturais, bem como recuperar energia a partir dos resíduos, considerando a proteção ambiental, a viabilidade econômica e o progresso científico (EC, 2007).

A segunda diretiva tem base legal no artigo 95 do Tratado, segundo o qual a proteção ambiental e da saúde é permitida, uma vez que sua necessidade seja comprovada cientificamente e, principalmente, desde que as disposições legislativas tenham por objetivo o estabelecimento e o funcionamento do mercado interno (EC, 2007).

Essas duas diretivas são particularmente importantes, pois, sendo complementares, têm impactos ambientais positivos abrangendo o ciclo de vida do produto, impactos globais sobre toda cadeia produtiva de equipamentos eletroeletrônicos e têm inspirado a legislação ambiental de outros países. A seguir as diretivas e suas emendas são apresentadas detalhadamente.

- Diretiva 2002/96/EC sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment - WEEE*)¹⁸

A WEEE é um regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia promulgado em 2003 e em vigor desde 2006, com o objetivo de prevenir e diminuir os resíduos de uma lista de EEE selecionados segundo o estágio atual de análise científica (quadro 2.2 e Anexo I). Este regulamento fundamenta-se em importantes princípios de política ambiental: está vinculado aos objetivos de política ambiental da Comunidade Européia de proteção ambiental e da saúde humana e animal, os quais se baseiam nos princípios da precaução, da prevenção e da correção dos danos ambientais prioritariamente na fonte; e utiliza o princípio da responsabilidade do produtor e o princípio

¹⁸ Conforme publicação no Official Journal of the European Union 13/02/03 e divulgação pela Comissão Européia (EC, 2007) no site <http://ec.europa.eu>

do poluidor-pagador, de modo a internalizar os custos dos resíduos, inclusive na etapa pós-consumo, e evitar que estes recaiam sobre a sociedade. E, em conformidade com a estratégia de gestão de resíduos da Comunidade Européia, orienta-se pela reutilização dos equipamentos caso não seja possível evitar a geração de resíduos.

Outra questão importante para a eficácia desse tipo de política de gestão de resíduos eletroeletrônicos reside na harmonização das políticas nacionais. A melhoria da gestão, conforme o Parlamento e o Conselho, não pode ser alcançada individualmente, pois a existência de diferentes políticas nacionais dos Estados-Membros sobre o tratamento de resíduos pode levar a disparidades nos encargos financeiros dos operadores econômicos. Daí os critérios essenciais serem definidos no âmbito da comunidade.

Algumas definições utilizadas são essenciais para a compreensão de seus efeitos (artigo 3^o):

- produtor: qualquer pessoa que independente da técnica de venda, proceda ao fabrico e venda de equipamentos eletroeletrônicos sob marca própria; proceda à revenda de equipamentos produzidos por outros fornecedores sob marca própria; ou proceda à importação ou exportação de equipamentos para um Estado-Membro;
- equipamentos eletroeletrônicos: equipamentos cujo funcionamento depende de correntes elétricas ou campos magnéticos e equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos; são produtos que utilizam até 1000v de corrente alternada e 1500v de corrente contínua;
- resíduos de equipamento eletro-eletrônico: qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a obrigação de se desfazer por força das disposições nacionais em vigor, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis e que fazem parte do produto no momento em que é descartado;¹⁹
- Tratamento: atividades realizadas após a entrega dos resíduos para uma instalação de despoluição, desmontagem, recuperação entre outras;
- reutilização: qualquer operação através da qual os resíduos ou os seus componentes sejam utilizados para o mesmo fins para o qual foi concebido e

¹⁹ Resíduos em geral, nos termos da Diretiva 75/442/EC.

- reciclagem: o reprocessamento, no âmbito de um processo de produção, dos materiais residuais para o fim original ou outros fins, com exclusão da recuperação energética.

Considerando esses princípios e definições, a responsabilidade do produtor está principalmente associada às etapas de coleta seletiva, tratamento, recuperação, reciclagem e financiamento. A internalização dessas atividades tende a estimular o *design* ecológico dos produtos e o fornecimento de informações.

No que se refere à coleta seletiva, foi estabelecida uma meta inicial a ser atingida pelos Estados-Membros numa taxa mínima de coleta de 4 kg, em média, por habitante ao ano de resíduos domésticos privados.²⁰ Neste sentido, os Estados-Membros devem garantir: evitar o depósito de resíduos eletroeletrônicos na forma de resíduos urbanos não tratados; estabelecer um sistema tal que permita ao proprietário final e o distribuidor retorná-lo pelo menos livre de cobrança; para novos produtos colocados no mercado, o sistema de retorno ao produtor/distribuidor deve ser gratuito para o detentor final; garantir facilidades de coleta seletiva e o transporte para o tratamento. Há a opção, ao produtor, de estabelecer e operar o sistema de retorno de modo individual ou coletivo (artigo 4^o).

Quanto ao tratamento, o produtor deve estabelecer um sistema de tratamento usando as melhores técnicas viáveis de recuperação e reciclagem, que pode ser realizado individualmente ou coletivamente. A operação de tratamento também pode ser realizada fora do respectivo Estado-Membro ou da Comunidade Européia, uma vez que sua transferência esteja de acordo com outras exigências sobre a transferência e os procedimentos de controle para países que não são da OCDE.²¹ Assim, os resíduos eletroeletrônicos podem ser exportados para fora da Comunidade Européia, mas só contarão para cumprimento das exigências mínimas de recuperação e reciclagem (quadro 2.2) se o exportador puder provar que a operação de recuperação, reuso e/ou reciclagem ocorreu em condições equivalentes aos procedimentos desta diretiva (artigo 6^o).

A recuperação e a reciclagem dos equipamentos devem ser realizadas de modo a alcançar certas metas de recuperação e reciclagem, a menos que utensílios inteiros possam

²⁰ Essa meta inicial foi definida para ser atingida inicialmente em dezembro de 2006, sendo prevista sua revisão para dezembro de 2008.

²¹ Essas exigências referem-se aos Regulamentos do Conselho EEC 259/93 e EE 1420/1999 de 29/04/99 e ao Regulamento da Comissão EE 1547/1999 de 12/07/99.

ser reutilizados. A taxa de recuperação varia de um mínimo de 70% a 80% do peso médio por utensílio e a taxa de reciclagem (de componentes, materiais e substâncias), de um mínimo de 50% a 75% do peso médio conforme uma lista de equipamentos selecionados, como eletrodomésticos, produtos de informática e telecomunicações, ferramentas, brinquedos, entre outros. Dessa classificação, excetuam-se equipamentos usados em outros produtos que não fazem parte desta diretiva e, temporariamente, os equipamentos da categoria 8 (quadro 2.2) (artigo 7^o).

Quadro 2.2 Regulamentações WEEE por categorias de produtos

Produtos	Regulamentação WEEE	
	Recuperação (% do peso)	Reciclagem (% do peso)
1- Grandes eletrodomésticos	80	75
2- Pequenos eletrodomésticos	70	50
3- Tecnologia de informação e telecomunicações	75	65
4- eletrônicos de consumo	75	65
5- Equipamentos de iluminação *	70	50
6- Ferramentas eletroeletrônicas	70	50
7- brinquedos e produtos esportivos	70	50
8- equipamentos médicos	-	-
9- equipamentos de controle e monitoramento	70	50
10- equipamentos de serviço automático	80	75

Fonte: elaborado a partir de EC (2007).

(*) exceto para lâmpadas de descarga de gás, cuja taxa de recuperação mínima é de 80% do peso da lâmpada.

O financiamento das atividades de coleta, tratamento, recuperação e disposição ambientalmente adequada dos resíduos recai sobre o produtor, bem como a indicação para os novos produtos fabricados que todo resíduo será financiado. Os custos de operação dos resíduos de usuários não privados domésticos devem ser financiados pelo produtor, e os custos dos resíduos históricos (antes da entrada em vigor da diretiva) podem ser compartilhados com os usuários (artigos 8^o e 9^o).

Informações devem ser fornecidas: aos usuários, sobre a viabilidade da coleta, efeitos potenciais sobre o meio ambiente, formas de recuperação; às instalações de tratamento sobre diferentes componentes e materiais, localização de substâncias perigosas contidas nos equipamentos; e à Comissão, através de relatórios periódicos. Todos produtos devem conter um símbolo que indica a coleta separada (artigos 10^o, 11^o e 12^o).

Os Estados-Membros devem colocar em vigor leis, regulações e provisões administrativas necessárias para cumprir a Diretiva. Uma vez cumpridos os objetivos da Diretiva, devem transpor algumas posições através de acordos entre autoridades competentes e setores econômicos relacionados. Os Estados também devem garantir inspeções e determinar sanções para a diretiva (artigos 15^o e 17^o).

- Diretiva 2002/95/CE relativa à Restrição do Uso de certas Substâncias Perigosas em Equipamentos Eletroeletrônicos (*Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment - RoHS*)²²

A RoHS é um regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia promulgado em 2003, em vigor desde 2006, que visa eliminar e/ou reduzir as substâncias perigosas presentes nos equipamentos eletroeletrônicos. De forma mais específica, objetiva aproximar as legislações dos Estados-Membros na restrição do uso dessas substâncias em equipamentos eletroeletrônicos e contribuir para a proteção da saúde humana e para a eliminação, em boas condições ambientais, dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (artigo 1^o).

A RoHS é complementar à WEEE, pois a atuação das medidas de coleta, tratamento, recuperação e reciclagem é necessária para reduzir os problemas de gestão de resíduos, mas não é suficiente para eliminar a geração dos resíduos e os riscos das substâncias perigosas à saúde e ao meio ambiente. Segundo o Parlamento e o Conselho, a forma mais eficaz de garantir a eliminação desses riscos consiste na substituição das substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos por materiais mais seguros; a restrição dessas substâncias, por sua vez, permitirá maiores possibilidades de reciclagem dos resíduos e sua rentabilidade econômica.

Esta diretiva baseia-se no princípio da precaução e no progresso científico e sua eficácia depende da harmonização da política ambiental. Para a Comunidade Européia, uma questão fundamental para evitar barreiras ao comércio e distorções da concorrência na Comunidade, é a aproximação das legislações dos Estados-Membros no domínio da restrição das substâncias perigosas em equipamentos eletroeletrônicos.

²² Conforme publicação no Official Journal of the European Union 13/02/03 e divulgação desta diretiva e de suas emendas pela Comissão Européia (EC, 2007) no site <http://ec.europa.eu>.

A adaptação ao progresso científico é fundamental para a RoHS, visto que: os valores máximos de concentração das substâncias perigosas podem ser fixados segundo um grau de tolerância; a proibição de outras substâncias perigosas deverá ser analisada assim que existam provas científicas; as exceções existentes (Anexo I) devem ser revisadas periodicamente; novas exceções devem ser concedidas, uma vez provada cientificamente a impossibilidade da substituição de algumas substâncias ou que os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde da substituição ultrapassem seus benefícios (artigos 4^o e 5^o). Mas a revisão da lista das substâncias cobertas deve ser estudada pela comissão considerando, também, o princípio da precaução (artigo 6^o).

Baseada nesses aspectos, a diretiva utiliza as mesmas definições de produtor e de equipamentos eletroeletrônicos da WEEE e se aplica aos equipamentos eletroeletrônicos abrangidos pelas categorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10 definidas na WEEE (primeira coluna do quadro 2.2), incluindo as lâmpadas elétricas e os aparelhos de iluminação de uso doméstico (artigo 2^o). Assim, os Estados-Membros devem garantir, desde 2006, que os novos equipamentos eletroeletrônicos acima referidos não contenham chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, bifenil polibromados (PBB) e bifenil polibromados éteres (PBDE) (artigo 4^o).

Os Estados-Membros devem colocar em vigor as disposições legislativas e determinar sanções para o não cumprimento das disposições nacionais adotadas (artigo 8^o e 9^o).

Essa diretiva sofreu algumas emendas após sua promulgação, decorrentes de consultas com *stakeholders* e de evidências científicas. A emenda à Diretiva 2005/618/EC significa uma certa flexibilização em relação à original, visto que estabelece uma tolerância em termos de valores máximos de concentração em equipamentos eletroeletrônicos uma vez evidenciada a impossibilidade de eliminação total das substâncias nos produtos considerados.

Assim, ficou definido que será tolerado o valor máximo de concentração de 0,1% por kg (ou 1000mg/kg) em material homogêneo para chumbo, mercúrio, cromo, PBB e PBDE e o valor máximo de 0,01% por kg (ou 100mg/kg) em material homogêneo para o cádmio. Essa decisão entrou em vigor em 2006 (EC, 2007).

Outras emendas foram adicionadas ao longo do tempo acrescentando exceções além das originais. Essas emendas constituem as Diretivas 2005/717/EC, 2005/747/EC, 2006/690/EC, 2006/691/EC e 2006/692/EC e estão contempladas no Anexo I.

- Demonstração da conformidade

Para comercialização de equipamentos eletroeletrônicos na União Européia e na Área Econômica Européia (*European Economic Area -EEA*)²³ é necessário demonstrar que o produto está em conformidade com as exigências das diretivas. A marca CE, um procedimento de certificação que significa “conformidade européia”, desempenha essa função, bem como gera informações sobre o produto ao consumidor. Os motivos principais para o estabelecimento desse sistema referem-se à harmonização de regulações nacionais para consumidores e produtos nos Estados-Membro, economias de custo para produtores, alcance da segurança do produto e serviços com procedimentos uniformes.²⁴

Para o alcance da marca CE são necessários alguns passos, como escolher os procedimentos de avaliação da conformidade, que vão desde o controle da produção interna, garantia da qualidade do produto até a intervenção de um corpo notificado (*Body Notified*). Em geral recorre-se a um corpo notificado, que funciona como laboratório de testes independente, quando existem grandes riscos e pretende-se mostrar que o produto realmente é seguro ao consumidor.²⁵

2.2 Impactos no Cenário Internacional

As diretivas são complementares e seus impactos são abrangentes, afetando a maioria dos segmentos do setor em toda cadeia, visto que envolvem todo o ciclo de vida do produto: a RoHS atinge os produtores diretamente e os fornecedores indiretamente; a WEEE afeta os produtores e a indústria de gestão dos resíduos (ver figura 2.1). Entre os países, as empresas na Europa são obrigadas a cumprir as diretivas e um processo de transposição da legislação para cada Estado-membro foi estabelecido.

²³ Fazem parte da EEA a Noruega, a Islândia e Liechtenstein.

²⁴ Conforme informações obtidas em www.ce-marking.org e www.leadtc.co.uk

²⁵ Conforme informações obtidas em www.ce-marking.org, www.leadtc.co.uk e Severkvist (2005). De acordo com Severkvist (2005) não existe exigência obrigatória para a marca CE ou qualquer outra marca que demonstre conformidade com a RoHS.

Figura 2.1. Estágios do ciclo de vida de produtos eletrônicos baseados nos impactos ambientais

Insumos	Estágios do ciclo de vida	Resultados/produtos
	Extração aquisição de materiais brutos	
Materiais →	Processamento de materiais	→ Resíduos
Energia →	Manufatura do produto	
Recursos →	Uso e aplicação dos produtos	→ Produtos
	Disposição final (<i>end-of-life</i>)	

Fonte: EPA (2005).

As empresas localizadas nos países fora da Europa também estão propensas a sofrerem impactos, mas depende de sua estrutura, do seu grau de internacionalização e do nível de desenvolvimento. Adicionalmente, vários países vêm implementando regras similares.

A seguir os impactos setoriais e de política ambiental são apresentados por grupos de países dentro da Europa e fora da Europa (industrializados e recentemente industrializados).

2.2.1 Países da Europa

Dentro da Europa ocorreu um processo de transposição política das diretivas bem como o ajustamento dos produtores de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) aos novos regulamentos. Desde 2004 têm sido implementadas as diretivas ambientais pelas legislações nacionais dos países da Europa e, em 2007, cerca de trinta e dois países possuíam os programas WEEE e RoHS na região.²⁶ Os membros da União Européia e os membros da Área Econômica Européia foram exigidos transpor as diretivas até 2006, enquanto Suíça e Croácia parecem segui-las devido às pressões da indústria contra barreiras comerciais que podem ser geradas pelas diferentes legislações entre os países.²⁷

Os órgãos institucionais que colocaram em vigor as legislações, bem como o título das mesmas, variam entre os países, mas existem poucas diferenças em relação às diretivas publicadas pelo Parlamento. Todos possuem sistemas de penalidades caso não sejam

²⁶ Em 2007 a União Européia contava com 27 membros, a Área Econômica Européia (EEA) com três membros (Noruega, Islândia e Liechtenstein) e a Associação Européia de Livre Comércio (*European Free Trade Area* -EFTA) com os membros da EEA mais a Suíça (<http://ec.europa.eu>).

²⁷ Conforme informações do Conselho de Desenvolvimento e Comércio de Hong Kong (www.tdctrade.com).

cumpridas as exigências e a maioria realizou consultas com produtores e outros *stakeholders*.²⁸

Contudo, o processo de transposição envolveu diferentes graus de dificuldades entre os países. Em relação à WEEE, alguns países pediram prorrogação do prazo para a transposição. Além disso, países que não tinham legislação prévia semelhante e nem alguma estrutura de *take-back* enfrentaram grandes problemas no desenvolvimento da infra-estrutura legal e operacional (EC, 2006).

Quanto ao ajustamento dos produtores, a previsão de impactos das diretivas realizada pela EC e um estudo sobre pequenas e médias empresas refletem as preocupações e os fatores gerais de impacto na região; as respostas setoriais de certos países adicionam outros aspectos e ajudam a compreender algumas particularidades e a amplitude dos impactos microeconômicos.

- Implicações gerais da RoHS e da WEEE

Conforme EC (2006), resíduos constituem uma das três áreas prioritárias de políticas. A Comissão argumenta a favor da simplificação, de modo a tornar a legislação menos pesada, facilitar sua aplicação e torná-la mais efetiva no alcance de seus objetivos, enquanto mantém o mesmo nível de proteção ambiental. Com esse intuito, essa comunicação (EC, 2006) orienta estudos sobre a RoHS e WEEE sob vários aspectos de seus impactos.

Em relação à RoHS, há evidências de que esta diretiva tenha forçado a indústria a inovar e redesenhar seus produtos para minorar os impactos ambientais negativos. Contudo, a implementação na prática enfrenta algumas dificuldades e pode gerar (EC, 2006):

- Impactos sobre o funcionamento do mercado interno. Em muitos casos a interpretação do escopo da diretiva não é harmonizada pelos Estados-Membros gerando implicações para o funcionamento do mercado interno; isto porque o escopo da RoHS não é precisamente definido e deriva da WEEE;
- Impactos sobre a inovação. A proibição é geral sobre qualquer tipo de aplicação, não diferenciando produtos com um montante muito pequeno de substâncias

²⁸ Conforme informações do Conselho de Desenvolvimento e Comércio de Hong Kong (www.tdctrade.com). e Hong Kong Green Manufacturing Alliance (www.gma.org.hk).

perigosas e pode gerar gastos de implementação e administração superiores aos benefícios ambientais e aumentar o escopo para *free-riders*, afetando adversamente a inovação. Além disso, há a possibilidade das exceções retardarem a inovação impulsionada por EEE mais limpos, pois a indústria não é encorajada a realizar inovações, visto que os produtos inovativos podem ser discriminados contra os de performance similar e isentos da RoHS. Um último aspecto se refere ao atraso da chegada do produto ao mercado, e, portanto, dos custos de inovação decorrentes das substâncias proibidas;

- Impactos sobre os focos das decisões. Exceções são permitidas quando alternativas são impraticáveis ou quando o impacto ambiental negativo da substituição é superior aos benefícios, mas o estabelecimento de condições de praticabilidade é subjetivo e a ausência de avaliações custo-benefício pode gerar decisões equivocadas em relação aos objetivos da legislação; soma-se a isso o elevado número de exceções, que gera uma carga excessiva de trabalho à Comissão e ao Comitê de Adaptação Técnica (TAC) e processos demorados;
- Impactos ambientais. Em alguns casos os produtos que possuem elevados montantes de substâncias perigosas são considerados como exceções, reduzindo os impactos ambientais positivos;
- Impactos sobre setores e produtos não cobertos. Os produtos excluídos da RoHS, como equipamentos militar, podem ser afetados pela legislação e
- Impactos sobre outras políticas. A proibição da RoHS pode gerar sinergias ou conflitos com outros objetivos políticos, como a integração regional e a eficiência energética dos produtos.

A WEEE, ao introduzir a responsabilidade do produtor e um sistema de coleta e tratamento sobre uma ampla categoria de produtos, afeta a economia e o meio ambiente. A WEEE tem os seguintes potenciais impactos (EC, 2006):

- Impactos sobre a inovação. O uso do sistema de responsabilidade do produtor pode incentivar a melhoria do *design* dos produtos e esforços de P&D; o sistema de responsabilidade coletiva, como adotado pelos Estados-Membros, podem ser discriminatórios contra companhias e produtos mais inovativos;

- Impactos sobre a competição. A relação entre as companhias ao longo da cadeia de fornecimento pode limitar a competição, restringir a escolha dos fornecedores ou incluir acordos exclusivos. Na indústria de gestão de resíduos, o sistema de responsabilidade do produtor pode ser discriminatório contra pequenas e médias empresas desencadeando posições dominantes;
 - Impactos sobre outras políticas. A WEEE pode criar conflitos ou duplicação de objetivos em relação à legislação existente, como a política de comércio externo e de saúde e segurança do consumidor.
- Impactos sobre Pequenas e Médias Empresas

A capacidade de resposta das pequenas e médias empresas tem sido alvo de preocupação, devido à falta de recursos para realização de pesquisa ou para a aquisição de novos equipamentos, sem perda de lucratividade em uma produção em pequena escala. O estudo realizado por Teh *et al* (2005) durante 2005 avaliou o impacto da RoHS sobre essas empresas. De modo mais específico, a pesquisa sobre a condição de 96 pequenas e médias empresas em 11 países da União Européia, no âmbito do programa *Leadout*, visou gerar informações e estimular a implementação da produção de eletrônicos usando solda livre de chumbo (*lead-free solder*) nessas empresas.²⁹

Das empresas avaliadas, 40 estavam localizadas na Espanha, 36 na Itália, Portugal e Reino Unido e o restante na Alemanha, França, Polónia, Eslováquia, Hungria, Bélgica e Dinamarca. Desse total, 92% responderam estar bem informadas sobre os requerimentos da RoHS, cujas principais fontes de informação apontadas foram os fornecedores de solda e materiais (40%), publicações comerciais (25%), contra quase nenhuma contribuição das universidades (5%). No entanto, quase todas empresas (97%) expressaram interesse no recebimento de informações e serviços tecnológicos, o que refletiu uma necessidade de disseminação de conhecimento e serviços técnicos (TEH *et al*, 2005).

Quanto às questões técnicas, a maioria das pequenas e médias empresas (73%) afirmou já estar realizando mudanças na produção e demandas para tecnologias livre de chumbo. Em termos de seleção e especificação de materiais, ligas alternativas livres de

²⁹ O programa Leadout visa preparar e informar pequenas e médias empresas européias frente aos desafios da RoHS, especialmente quanto a produtos que utilizam solda

chumbo, exigências de *design* e viabilidade dos componentes foram os itens de maior preocupação, enquanto o tema patente teve pouca ênfase. Quanto ao processo produtivo, a necessidade de novos equipamentos em razão das alterações técnicas no processo para ligas alternativas foi a questão mais significativa, e a principal preocupação de mais de 50% das empresas pesquisadas foi a confiança no desempenho dos produtos livre de chumbo. Os interesses ambientais foram mais relacionados a questões de custos, sobretudo os de disposição de resíduos, e menos a questões ecológicas e de energia (TEH *et al*, 2005).

Assim, as pequenas e médias empresas da União Européia estão razoavelmente preparadas, mas carentes de mais conhecimento e disseminação técnica, possuindo pouco interesse em questões ambientais propriamente ditas.

- Reino Unido³⁰

O relatório de impacto da RoHS elaborado pelo DTI (2006) avaliou os custos e benefícios potenciais da restrição das substâncias em equipamentos eletroeletrônicos no Reino Unido, que dependem da estrutura industrial e dos produtos fabricados. De modo amplo, os benefícios foram estimados em termos da redução futura nos danos à saúde humana e animal e ao meio ambiente; menores custos de tratamento e reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos no fim da vida; menores riscos de contaminação em aterros; e promoção da produção e do consumo sustentável. Registrou-se ainda que tais benefícios serão difundidos por meio de diferentes classes sociais e econômicas e em diferentes regiões geográficas.

Os custos adicionais para adequação à RoHS no Reino Unido foram estimados em £700 milhões a £1.300 milhões nos 10 anos posteriores à data do relatório – decorrentes de gastos com capital, P&D e operação.

Desse total, os maiores impacto e desafio registrados referem-se à restrição do chumbo, por conta da dificuldade de encontrar materiais substitutos, da necessidade de alterar o processo para os novos materiais e do seu uso intenso nos produtos manufaturados no Reino Unido.³¹ Em torno de 1.400 a 4.300 toneladas de chumbo deixariam de ser

³⁰ A análise do impacto no Reino Unido é uma síntese do relatório DTI (2006).

³¹ A grande dificuldade técnica em encontrar substitutos do chumbo na solda reside na temperatura do ponto de fusão; outros materiais exigem alteração no processo ou até em componentes devido à necessidade de

utilizadas em soldas no Reino Unido, afetando 50% dos empreendimentos. Em valores, foram estimados gastos de £52 milhões em maquinarias e processos alternativos; £100 milhões em P&D nos 10 anos subseqüentes ao relatório, equivalentes a 5% dos gastos totais em P&D (decrecendo anualmente) para desenvolvimento e testes de materiais substitutos; £2 milhões ao ano nos gastos com energia, representando acréscimos de 12% para o uso de materiais alternativos à solda; e incrementos no preço dos componentes entre £49 milhões e £97 milhões ao ano, significando elevações de 1 a 2%.

Em relação às outras substâncias, um impacto relativamente limitado foi avaliado, visto que os produtos que as contêm estão na lista de exceções ou são pouco fabricados no Reino Unido ou as empresas já estavam no caminho de substituição voluntária por materiais menos perigosos. Por exemplo, o custo de substitutos para cromo e cádmio é baixo, pois são pouco utilizados e isentos de algumas aplicações; o preço de materiais alternativos ao cromo é elevado, contudo é compensado pelo baixo custo de tratamento de resíduos e de saúde e segurança resultante. O mercúrio, além de ser usado em produtos isentos (como lâmpadas fluorescentes) e com poucos produtores no Reino Unido, tem sofrido uma demanda reduzida.

A exigência de demonstração da conformidade, embora ainda não claramente definida, segundo o relatório irá afetar produtores, fornecedores de componentes e distribuidores na realização de testes ou no fornecimento de declaração. Com relação à competitividade, concluiu-se que a RoHS não teria um impacto negativo devido à capacidade inovativa e rápido desenvolvimento tecnológico do setor e que não constituiria barreira à entrada, pois estabelece os mesmos padrões para firmas em atividade e novas entrantes. O custo do *enforcement*, por fim, foi contabilizado como baixo, em torno de £1/4 de milhão por ano.

Apesar da dificuldade de quantificar custos e benefícios, concluiu-se que no Reino Unido, a cadeia total de oferta para novos equipamentos eletroeletrônicos seria afetada direta ou indiretamente, dependendo da natureza do mercado. Entres esses, incluem-se produtores de materiais brutos e refinados, fornecedores de componentes, montadores de produtos, produtores, importadores e distribuidores de equipamentos eletroeletrônicos. No

elevados pontos de fusão. Os principais substitutos do chumbo em ligas de solda citados pelo relatório foram: ligas de estanho-prata-cobre; estanho-prata-bismuto e estanho-cobre (DTI, 2006).

curto prazo, fornecedores de componentes seriam a maioria; no médio e longo prazos, esses fornecedores poderiam repassar os custos adicionais para montadores e produtores.

- Noruega³²

A Noruega possui regulamentações baseadas na responsabilidade do produtor sobre EEE desde 1999: as Regulações EE (mandatória) e o Convênio EE (entre a indústria e o governo, de natureza voluntária). Segundo o estudo realizado por Lee & Røine (2004), as diretivas da U.E. tem estimulado inovações ambientais de modo diferenciado.

A indústria de EEE norueguesa é composta de empresas que não possuem porte grande e a produção doméstica é de 60 mil toneladas ao ano (cerca de 1/3 do volume de vendas total da indústria). O principal produto são cabos, mas também manufatura fogões, instrumentos de medida, ferramentas, telecomunicações entre outros, com poucos produtos de consumo, pois o mercado é pequeno (LEE & RØINE, 2004).

Conclusões dos impactos sobre a indústria e as companhias de tratamento resultam de um *survey* intitulado “mudanças tecnológicas verdes no setor EE da Noruega” e de entrevistas pontuais. A maioria dos produtores, (que compõe 58% dos respondentes de uma amostra de 31), realizou inovações de produto ou de processo nos últimos dez anos para tratar de problemas ambientais (71%). Essas inovações dirigiram-se principalmente para substituição (77%) e eliminação de substâncias perigosas (68%); foram contínuas para a maioria (73%) e mais intensas entre 2001-2003. As regulamentações da U.E. foram consideradas a mais importante força das inovações que ocorreram (68%) e que venham a ocorrer (87%) (LEE & RØINE, 2004).

Verificou-se adicionalmente que a RoHS foi o principal incentivo para a inovação de produto, como ilustra o caso da OSRAM. Esta empresa realizou esforços de pesquisa e desenvolvimento para eliminar o chumbo das lâmpadas incandescentes e encontrar soluções de solda livre de chumbo anos antes da promulgação da RoHS. A WEEE não cobre esse tipo de produto e a legislação doméstica não incentivou essa mudança (LEE & RØINE, 2004).

³² Embora a Noruega não seja um membro da União Européia, ela faz parte da EEA e, portanto, também implementou as diretivas. O país colocou em vigor a Diretiva RoHS em 2006 e a Diretiva WEEE em 1999 (www.tdctrade.com) e esboçou um documento em 2007 mais rigoroso e mais amplo que a RoHS européia, visto que cobre 18 substâncias perigosas (*Prohibition on Certain Hazardous Substances in Consumer Products – PoHS*) (www.rohs-international.com).

Quanto ao impacto do tratamento de resíduos, as empresas norueguesas estabeleceram um sistema coletivo, de modo a se responsabilizar financeiramente pelo tratamento, mas transferindo a responsabilidade física para Organizações de Responsabilidade do Produtor. Assim, as empresas pagam taxas sobre tipos e quantidades de produtos (por exemplo, 5% do valor de lâmpadas) para essas organizações, que usam suas receitas para a indústria de reciclagem. Esse esquema de financiamento tem estimulado as inovações de processo na indústria de reciclagem. Por exemplo, a WEEE Recycling AS possui uma planta produtiva muito moderna, com máquinas para desmontagem e retalhamento e uma capacidade de tratamento de 250.000 toneladas por ano. O principal estímulo dessas inovações foram as legislações nacionais, sendo vistas como suplementadas pela WEEE da U.E. (LEE & RØINE, 2004).

Porém, o esquema não tem incentivado inovações de produto - para reduzir a geração de resíduos e torná-los mais recicláveis - por parte dos produtores acima. Isto porque a estrutura de preços do sistema coletivo não diferencia a qualidade ambiental dos produtos, e a responsabilidade coletiva tende a fornecer menos força para mudanças radicais (LEE & RØINE, 2004).

Assim, a RoHS tem influenciado a inovação ambiental de produto com impactos globais; a WEEE tem sido complementar às regulamentações nacionais na difusão das inovações de processo para tratamento de resíduos, com efeitos regionais.

2.2.2 Países industrializados fora da Europa

Alguns países industrializados fora da Europa já possuíam e acentuaram legislações ambientais semelhantes à RoHS e WEEE. As empresas nesses países em geral já realizavam ações de redução das substâncias perigosas desde o início dos anos 1990 e passaram a intensificá-las após a promulgação das diretivas.

- Estados Unidos

Veleva & Sethi (2004), estudaram a condição da indústria de eletroeletrônicos nos EUA diante dos novos regulamentos ambientais da U.E., especialmente do segmento de

componentes.³³ Segundo a pesquisa, as empresas estão relativamente preparadas em relação aos regulamentos e existem custos e oportunidades da adequação à RoHS.

A indústria de eletroeletrônicos organiza-se, de modo amplo, em duas categorias: produtores de componentes, que fazem partes individuais, como Intel e Texas Instruments; e Original Equipment Manufacturers (OEMs), que montam os componentes nos produtos para consumo, como Motorola, Sony, Microsoft e Dell. Os OEMs são os “produtores” na definição RoHS e sobre os quais recai diretamente cobrança de adequação. Os OEMs demandam de seus fornecedores componentes livres de substâncias perigosas e sem incrementos no preço. A Dell e a Microsoft lançaram, em 2002 e 2004 respectivamente, programas de declaração do fornecedor sobre as substâncias proibidas (VELEVA & SETHI, 2004).

Manufatores de componentes freqüentemente terceirizam partes ou toda produção para contratantes na Ásia; mas isso não retira a responsabilidade de demonstrar a adequação de seus produtos sob os regulamentos ambientais (VELEVA & SETHI, 2004).

De uma amostra das 26 empresas mais representativas do segmento de componentes, verificou-se que todas estavam bem informadas sobre os regulamentos, a maioria realizou ações para *redesign* dos produtos (69%) e declarou estar preparada para se adequar à RoHS e produzir produtos verdes no prazo solicitado (58%). Dentre as ações de *redesign*, a Texas Instruments tem iniciativas de produtos livre de chumbo desde os anos 1980 e já manufacturou 1 bilhão desses produtos. Metade das empresas recebeu as demandas para produtos verdes por parte dos clientes, os OEMs (VELEVA & SETHI, 2004).

Os principais desafios declarados foram: a falta de harmonização das regras entre os países, como na definição de produto verde, das especificações técnicas para adequação e dos limites permitidos de concentração de substâncias perigosas; dificuldades técnicas e coleta de dados. O custo adicional de adequação à RoHS e para produtos verdes foi declarado como baixo para alguns, mas dependendo do volume de produção e entrega, muito significativo para outros (VELEVA & SETHI, 2004).

³³ A amostra do estudo de Veleva & Sethi (2004) se constituiu de empresas de propriedade norte-americana (algumas com operação em outros países) principalmente do segmento de componentes, e que são associadas do Citizen Adviser, uma consultoria de investimentos para o Citizen Funds. Este é considerado um fundo mútuo socialmente responsável.

Apesar dos custos de adequação, os custos de não adequação para OEMs e produtores de componentes registrados foram os altos riscos financeiros da exclusão do mercado e da deterioração da imagem e reputação da empresa.³⁴ A oportunidade para as empresas é a diferenciação de produto para as que fabricam produtos verdes, o que cria vantagens competitivas e conseqüente aumento da participação no mercado. Os custos de adequação no curto prazo serão compensados, portanto, pelos ganhos da diferenciação do produto no mercado externo (VELEVA & SETHI, 2004).

Segundo INFORM (2003), além de impulsionar os fornecedores a converter suas linhas de produto para atender a demanda dos clientes, a RoHS atinge todos os mercados. Os impactos são globais, afetando inclusive os produtos vendidos nos EUA, e não tendem a gerar duas linhas de produtos: uma com substâncias perigosas para o mercado interno e outra, sem as substâncias para a Europa. Os principais produtores de eletrônicos mudam o *design* e adotam novas tecnologias em uma linha de produção, pois uma vez adotada uma nova tecnologia seria mais custosa e ineficiente a produção separada para diferentes mercados.³⁵ A inovação tecnológica, portanto, tem sido um importante efeito, através de pesquisa e desenvolvimento das alternativas.

Assim, o impacto da diretiva é global e indica uma mudança cultural na indústria eletrônica, levando questões de produto para a dianteira, exigindo deslocamento de recursos, novas pesquisas e reconstrução das relações na cadeia de fornecimento.

Do ponto de vista da política ambiental, não existem instrumentos semelhantes às diretivas européias em nível federal, apenas iniciativas de consultas e programas voluntários. No entanto, um número crescente de estados e governos locais vem implementando legislações e projetos para reduzir a geração e tratar dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.³⁶

³⁴ Em 2001 a Sony teve 1,3 milhões de unidades do Playstation 1 proibidas de entrar na Holanda, pois excedia os limites de cádmio; isso levou a um custo de aproximadamente US\$160 milhões, além da redução da cadeia de fornecimento (McCRACKEN & BELL, 2004).

³⁵ A Hewlett-Packard, por exemplo, escolheu uma nova resina com diferentes propriedades retardantes de chamas em seus computadores, que se tornou o padrão usado em todos os computadores HP (INFORM, 2003).

³⁶ A regulação sobre o uso de chumbo se iniciou nos Estados Unidos em 1978 através da proibição do uso desta substância na manufatura de tintas e em 1990 havia várias propostas dos democratas para a proibição geral de chumbo. A falta de dados técnicos sobre solda livre de chumbo permitiu a ação de lobbies privados e conduziu à revisão do projeto que, por sua vez, foi vetado em 1994, quando a maioria no senado era republicana. Isso evitou a constituição de uma legislação em nível federal (YARIME, 2005).

A Califórnia é um dos estados mais adiantados nessa questão. O estado estabeleceu um sistema de coleta e reciclagem de resíduos perigosos, bem como a proibição do uso de metais pesados em equipamentos eletroeletrônicos. Conforme Vossenaar *et al* (2006), Veleva & Sethi (2004) e DTSC (2007), exemplos destas legislações são:

- Proposição 65 de 1986, que proibiu uma lista de químicos e exigiu a rotulagem dos produtos;
- Projeto de lei (*Assembly Bill 302*) de 2003, que tratou da questão dos retardantes de chamas;
- Projetos de lei do Senado (*Senate Bill 20 e Senate Bill 40*) de 2004, sobre a gestão de resíduos e redução do uso de substâncias perigosas e
- Lei Califórnia RoHS (*Health and safety Code* seções 25214.9 e 25214.10.2) do Departamento de Controle de Substâncias Tóxicas, que proíbe a comercialização dos mesmos produtos proibidos na U.E. contendo chumbo, mercúrio, cádmio e cromo.

Outras iniciativas incluem: a proibição pelo Maine do uso dos retardantes de chamas e a regulação da disposição, coleta e reciclagem dos resíduos desde 2006; o estabelecimento por Washington de um sistema de coleta e reciclagem dos resíduos desde 2004 e a busca pela exclusão de alguns retardantes de chamas; a proibição por Massachusetts e Minnesota da disposição ou incineração de tubos de raios catódicos desde 2000 e 2003 respectivamente; a promulgação de uma lei por Maryland que exige o registro e a implementação de programas *take-back* e reciclagem por fabricantes de computadores desde 2005; a regulação da disposição de computadores por Arkansas e Louisiana, entre outros.³⁷

Outra questão preocupante refere-se às exportações de resíduos e equipamentos eletroeletrônicos usados. Conforme *Silicon Valley* o número de computadores obsoletos cresce no país (500 milhões entre 1997-2007), 80% dos resíduos de eletroeletrônicos são exportados para países em desenvolvimento, sobretudo para a Ásia e o custo da reciclagem de um computador nos Estados Unidos é de US\$30,00 contra US\$2,00 na China. Parece

³⁷ Vossenaar et al (2006), Veleva & Sethi (2004), Horne & Gertsakis (2006), Legislatura do estado do Maine (<http://janus.state.me.us>), Departamento de Proteção Ambiental de Massachusetts (www.mass.gov), Casa de representatividade de Minnesota (www.revisor.leg.state.mn.us), Departamento de Meio Ambiente de Maryland (<http://mlis.state.md.us>), Departamento de Ecologia de Washington (www.leg.wa.gov).

que existe uma resistência no país quanto ao estabelecimento da legislação contra a exportação de resíduos e a organização montou uma campanha a favor da devolução de equipamentos usados para recicladores responsáveis (não exportadores).³⁸

- Japão

A indústria japonesa de eletroeletrônicos foi bastante pró-ativa e inovativa diante das exigências ambientais, seja através do tratamento dos resíduos ou da redução do uso de substâncias perigosas, visto que tem tomado iniciativas antes da entrada em vigor das mesmas. Um aspecto fundamental é a trajetória tecnológica da indústria japonesa que provavelmente auxiliou nesse processo.³⁹

Tojo (2004) analisou os impactos da legislação EPR no Japão, incluindo as diretivas européias, e concluiu que esta afeta não só os agentes envolvidos na gestão *end-of-life* (*downstream*), mas também os atores acima na cadeia (*upstream*). A partir de uma pesquisa qualitativa em 2000/2001 sobre nove principais produtores de EEE de uma ampla gama de produtos (grandes e pequenos eletrodomésticos, computadores, telefones, entre outros) as principais áreas nas quais foram realizadas medidas para redução dos impactos ambientais dos produtos foram: eficiência energética, redução de substâncias perigosas e eficiência de recursos e reciclabilidade.⁴⁰ Para a avaliação da eficiência energética na fase de uso do produto, foi utilizada como indicador a emissão de CO₂ e constatada uma ligação direta com os interesses dos consumidores nessa questão. Quanto à redução de substâncias perigosas, as medidas tomadas pelas empresas se referem a checagem e controle e gastos com P&D (para solda *lead-free*, *chromo-free*), bem como a preocupação com as ações dos fornecedores, para os quais foram desenvolvidos “guias verdes”. Medidas de eficiência de recursos e reciclabilidade incluem: a redução do uso de materiais, através da miniaturização; o prolongamento da vida útil do produto, via reuso de componentes e redução do peso; e redução do uso de componentes para facilitar a desmontagem.

Embora a maioria dessas ações tenha se antecipado às diretivas européias, a legislação EPR do Japão e a expectativa das exigências européias foram os principais

³⁸ Silicon Valley Toxics Coalition (<http://svtc.etoxics.org>).

³⁹ Para uma breve análise da indústria japonesa eletrônica, ver capítulo 3, item 3.2.1.

⁴⁰ As empresas pesquisadas foram: Fujitsu, Hitachi, Matsuhita, Mitsubishi, NEC, Ricoh, Sharp, Sony e Toshiba (Tojo, 2004).

fatores que as estimularam; por exemplo, as diretivas influenciaram na redução de materiais e substâncias perigosas.⁴¹ Outros fatores importantes destacados foram a competitividade, a imagem e outras exigências voluntárias. Dentre os obstáculos, foram apresentados os custos, a falta de uma demanda que valorize benefícios ambientais e o dilema entre o reuso dos componentes e a eficiência energética (TOJO, 2004).

Na gestão abaixo na cadeia (*downstream*), o esquema de tratamento de fim de vida do produto (*end-of-life*) no Japão envolveu atividades de coleta, recuperação e monitoramento e *enforcement*. Os vendedores ou entidades locais e municipais passaram a receber os produtos velhos; os produtores, divididos em dois grupos conforme o produto, passaram a recebê-los em estações de agregação regionais (190 ao todo) e os transferindo para plantas de reciclagem; essas plantas são próprias em alguns casos ou delegadas a terceiros. Do ponto de vista financeiro, o usuário final passou a pagar pela coleta ao comprar um *ticket* de recuperação, que é uma taxa anunciada pelos vendedores, que varia entre 3,5 a 17,4 euros, chegando a 21,6 euros para refrigeradores. O fluxo coletado é administrado por um centro, que transfere o recurso para os produtores. Como resultados, o número de produtos coletados e reciclados passou de 8 milhões entre março de 2001 e abril de 2002 para 10 milhões entre abril de 2002 e março de 2003. Segundo Tojo (2004), esse sistema é importante para o desenvolvimento da infra-estrutura e a comunicação entre *upstream* e *downstream*; além disso, verificou que quando a responsabilidade do tratamento recai sobre o produtor individual, maior tende a ser o impacto sobre o *design* do produto.

O desenvolvimento de solda livre de chumbo, o principal aspecto do uso de substâncias perigosas, progrediu bastante na indústria japonesa graças à criação de uma rede de inovação entre os atores relevantes. Yarime (2005) mediu as atividades inovativas através da publicação de artigos científicos e do número de patentes registradas para solda livre de chumbo. Desde 1994, o número de publicações por universidades, institutos de pesquisa e companhias privadas cresceu, atingindo um total de 123 em 2004; e 436 patentes foram registradas entre 1993 e 2001. Como resultado, as vendas de produtos com solda

⁴¹ A pesquisa de Tojo (2004) foi realizada entre dezembro de 2000 e janeiro de 2001, antes da entrada em vigor da HARL do Japão e da RoHS e WEEE da União Européia, mostrando que essas medidas foram pró-ativas quanto sua antecipação. Um entrevistado sugeriu que o avanço da indústria japonesa no desenvolvimento de solda livre de chumbo pode ter conduzido ao adiamento do prazo da RoHS de 2004 para 2008 (que no fim, se tornou 2006) (TOJO, 2004).

livre de chumbo cresceram desde 1998, tendo como exemplos a Matsuhita Electric Industry, NEC, Hitachi, Toshiba, Ericsson em *notebooks*, eletrodomésticos e celulares.⁴²

Esse alto nível de inovação decorreu de uma série de projetos para o desenvolvimento de solda livre de chumbo desde 1992, que envolveu universidades, institutos de pesquisa, companhias de todos segmentos e associações industriais. Alguns exemplos são o grupo sobre solda livre de chumbo (*Lead-Free Soldering Working Group*) de 1994, criado para analisar materiais e processos alternativos; a realização de um mapeamento nacional em 1998, que revelou obstáculos de coordenação entre fornecedores e produtores de eletrônicos, bem como a disposição da indústria a desenvolver tecnologias para solda livre de chumbo no futuro; projetos para a promoção comercial em 1999; para embalagens e análise do ciclo de vida do produto em 2000. (YARIME, 2005)

No que se refere especificamente ao avanço da legislação ambiental para resíduos de eletroeletrônicos, o Japão estabeleceu em 1991 a Lei para promoção de reciclagem (*Resource Recycling Promotion Law*), que tratou de estimular ações voluntárias do produtor e iniciativas do consumidor (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Desde 2000, várias leis sobre gestão de resíduos e reciclagem tem sido criadas ou emendadas. A lei para promoção de reciclagem de resíduos específicos (*Home Appliances Recycling Law –HARL*), efetivada em 2001, exigiu de um conjunto de produtores e importadores de produtos específicos, receber e reciclar os produtos e também promoveu pesquisa, desenvolvimento e testes de tecnologias de reciclagem (VOSSENAAR *et al*, 2006).

A lei de 1991 foi emendada e promulgada, em 2001, como a Lei para a promoção de utilização dos recursos (*Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources-LPEUR*), cujo objetivo foi a promoção de iniciativas integradas com base nos 3Rs (redução, reuso e reciclagem). Para tanto, foram selecionadas indústrias e categorias de produtos específicos (10 indústrias e 69 categorias de produtos), com ações estipuladas nos estágios de manufatura e *design* do produto, identificação do produto (para facilidades de reciclagem) e criação de um sistema de coleta, tratamento e recuperação (METI, 2007).

⁴² O mercado de solda livre de chumbo é recente (dez anos), mas tem crescido rapidamente, com a escala de suas vendas estimada em US\$ 400 milhões (YARIME, 2005).

No ano de 2006, essa lei sofreu algumas alterações (emendas) por influência da RoHS européia e passou a ser conhecida como “Japanese RoHS”. A partir desse ano, entraram em vigor padrões quanto à redução na geração de produtos usados, à promoção do uso de recursos recicláveis ou partes e rotulagem nos produtos para indicar a presença das substâncias da RoHS (exceto mercúrio) para um amplo conjunto de negócios. Esses incluem os produtores e importadores de computadores pessoais, aparelhos de ar condicionado, televisões, máquinas de lavar, refrigeradores, secadoras, microondas e copiadoras (METI, 2007; AMERICAN ELECTRONICS ASSOCIATION, 2007).

Assim, segundo Yarime (2005), o progresso tecnológico do Japão parece ter influenciado a formulação de políticas públicas e, apesar das iniciativas de eliminação do chumbo da solda iniciarem-se nos EUA e U.E., seu desenvolvimento e adoção progrediram rapidamente no Japão.

- Canadá

A indústria eletrônica no Canadá tem desenvolvido iniciativas em relação à eliminação de substâncias químicas e diminuição dos resíduos. Segundo EPSC (2006), os fabricantes estão trabalhando para reduzir e/ou eliminar substâncias dos seus produtos, como chumbo, retardantes de chamas e mercúrio, bem como para desenvolver alternativas menos agressivas ao meio ambiente. Ações também têm sido realizadas no que se refere à facilidade de *design* para reciclagem. Inovações nessa área envolvem: redução do número e tipos de parafusos usados, que podem diminuir o tempo de desmontagem; minimização de solda e cola de diferentes partes; aumento do uso de materiais recicláveis, como alumínio; redução da pintura de materiais plásticos. As empresas também criaram novos produtos visando expandir o seu tempo de uso, através da convergência de várias tarefas em um único produto e de outras características de *design* ou de partes realocáveis em outros produtos.

Além disso, a indústria colocou altos padrões de reciclagem de eletrônicos e desenvolveu um programa de qualificação dos fornecedores/vendedores (*Recycling Vendor Qualification Program –RVQP*) juntamente com o Electronic Products Stewardship Canada (EPSC) em 2006 para avaliar e qualificar os fornecedores na reciclagem de eletrônicos. As normas do programa visam garantir o processamento e reciclagem

ambientalmente adequados, eliminar eletrônicos de aterros, evitar a exportação de resíduos para países em desenvolvimento, entre outros. As companhias membros do EPSC também endossaram e utilizam uma certificação, com apoio do governo, para garantir os atributos ambientais de seus produtos: *The Electronic Product Environmental Assessment Tool – EPEAT*. Esse instrumento inclui vários critérios para performance dos produtos, como seleção de materiais, conservação de energia e retorno dos produtos (EPSC, 2006).

Um fator importante que tem estimulado essas iniciativas é a pressão da demanda. Os consumidores do Canadá estão entre os que mais tem recompensado as empresas socialmente responsáveis no mundo. Por exemplo, a maioria é contra a disposição em aterros e ao deslocamento de resíduos para nações em desenvolvimento; 95% dos canadenses preferem comprar produtos que possam ser reciclados no fim de sua vida; e 85% estão gastando mais com eletrônicos ambientalmente amigáveis (EPSC, 2006).

Para algumas empresas, as diretivas européias são vistas como um desafio e um incentivo adicional, que tende a gerar oportunidades econômicas. Por exemplo, a companhia C-Vision, prestadora de vários serviços como montagem de eletrônicos e integração de sistemas, cresceu e conquistou novos clientes após adaptar sua produção conforme as diretivas européias (OPEN TO THE WORLD, 2006).⁴³

Com respeito à direção da política ambiental, o país passou a introduzir legislações EPR desde o início dos anos 1990, com vistas a regular produtos administrados nas províncias. Em nível nacional, o conselho dos ministérios de meio ambiente adotou em 2004 uma referência nacional em termos de princípios de administração e controle de eletrônicos conforme EC (2006b). Com tais princípios, que cobrem acesso do consumidor, definição da responsabilidade das partes, metas de performance e padrões de reciclagem, entre outros, pretendeu-se fornecer uma estrutura de apoio no desenvolvimento de programas de gestão de resíduos em cada província e território canadense, bem como garantir a harmonização dos elementos chave.

Várias províncias implementaram programas de gestão de resíduos similares à WEEE européia. Alberta foi pioneira no programa de reciclagem (2004) ao definir taxas na compra de TVs, impressoras, computadores entre outros, que variam de \$5 a \$45. Tal

⁴³ Segundo EPSC (2006), as iniciativas pró-ativas e antecipadas tem transformado as empresas canadenses em líderes na produção e gestão ambientalmente adequada de eletrônicos, expandindo mercado e conjugando ganhos econômicos.

arrecadação é remetida para uma organização de reciclagem do estado (*Electronics Recycling Alberta – ERA*), que fornece fundos para coleta e reciclagem bem como para informação e programas de pesquisa públicos. Saskatchewan possui regulação desde 2005 (*Saskatchewan Waste Electronic Equipment Regulation*) e estabeleceu base legal para o programa de gestão de resíduos eletrônicos semelhante ao de Alberta. Há também na província o programa de gestão de produtos desde 2007. A província de Colúmbia Britânica emendou sua regulamentação existente (*Recycling Regulation*) adicionando eletrônicos em sua lista de produtos sujeitos a controle, cujos produtores devem submeter planos de controle ao governo em curto tempo de operacionalidade.⁴⁴

Quanto a regulações similares à RoHS europeia, Nova Escócia propôs uma emenda para sua legislação de gestão de resíduos (*Solid Waste Resource Management Regulations*), que exige do produtor implementar medidas de *design* ambiental para restringir o uso de seis substâncias da RoHS.⁴⁵

2.2.3 Países de industrialização recente fora da Europa: o caso dos países asiáticos

Os países de industrialização recente da Ásia têm se destacado na crescente produção e exportação de equipamentos eletroeletrônicos, sobretudo na exportação destinada aos países da União Europeia e Japão, conforme tabela 2.1.

Tabela 2.1 Países selecionados da Ásia: estrutura das exportações de equipamentos eletroeletrônicos por destino, 2003 (em %)

	Total	Países desenvolvidos	União Europeia	Japão	Estados Unidos
China	100	59,1	21,7	10,8	24,7
Filipinas	100	48,1	17,2	15,3	14,3
Tailândia	100	50	16,3	13,9	17,6

Fonte: Vossennar *et al* (2006, p. 100)

As companhias localizadas na China, Tailândia, Filipinas e Malásia⁴⁶ têm sofrido impactos por causa das diretivas europeias não só através dos canais de exportação, mas

⁴⁴ Conforme governo de Alberta (www.qp.gov.ab.ca); Foresite Systems Ltda (www.foresite.org); Environment Canada Department (www.ec.gc.ca); e EPSC (www.epsc.ca).

⁴⁵ Conforme Foresite Systems Ltda (www.foresite.org) e governo de Nova Escócia (www.gov.ns.ca).

⁴⁶ Esses países foram selecionados por constituírem os principais representantes da região e devido ao acesso aos estudos disponíveis.

também por meio da importação de equipamentos usados e ou de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Como consequência, mudanças vêm ocorrendo nas ações de política ambiental desses países.

- China

A participação de produtos intensivos em tecnologia no total exportado pela China cresceu de 3% em 1985 para 22% em 2000 em valor, tornando-a uma grande exportadora desses produtos no mundo em desenvolvimento. As exportações da China de equipamentos eletroeletrônicos em 2003 contabilizaram US\$160,9 bilhões, o que representa 36,7% do valor total das exportações. Desses, 21,7% é exportado para União Européia (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Assim como a China é grande produtora e exportadora de equipamentos eletroeletrônicos, também enfrenta sérios problemas na gestão desses resíduos. Estima-se que 1,3 bilhões de consumidores possuem 900 milhões de unidades de equipamentos eletroeletrônicos e descartam em torno de 28 milhões de máquinas de lavar, TVs usadas e outros resíduos anualmente. Soma-se o fato de que parte substancial dos resíduos é importada da União Européia, EUA e Japão. Por exemplo, cerca de 80% dos resíduos que a indústria de reciclagem recebe são exportados para a Ásia, e 90% vai para a China (YU *et al*, 2006; BAN *et al* 2002 *apud* HICKS *et al*, 2005).

Alguns estudos contribuem para avaliar a resposta dos produtores e das instituições de política ambiental na China em relação às diretivas européias.

De modo geral, o estudo realizado pela School of Environmental and Natural Resources – Remnin University of China (2004) investigou o impacto das barreiras técnicas ambientais sobre o setor eletrônico na China, que possui, atualmente, mais de 11.700 empreendimentos. Em 2002 80% dos produtores de produtos eletromecânicos foram afetados por barreiras técnicas. A perda das exportações do setor eletrônico chegou a US\$1,45 bilhões, situando-se em terceiro lugar no ranking dos seis produtos mais afetados por barreiras técnicas.⁴⁷ Considerando os mercados de destino, as maiores perdas foram

⁴⁷ Nesse estudo foram classificados seis produtos principais em termos de proporção de perdas sofridas por barreiras técnicas de um total de US\$17 bilhões: produtos alimentícios e de origem animal (54%); produtos da indústria de iluminação (24%); produtos eletromecânicos (10%); produtos da indústria têxtil (6%); produtos químicos e hardware (4%); e produtos médicos (2%).

contabilizadas em US\$9 milhões em relação aos EUA e US\$6 milhões em relação à União Européia. A principal causa da restrição das exportações do setor foi, além das diferentes normas e regras e medidas de proteção ambiental externas, a falta de informação por parte dos produtores chineses sobre os requerimentos externos ambientais.

Apesar de não possuir canais específicos de comunicação, as grandes empresas, especialmente as voltadas à exportação e de propriedade estrangeira, foram mais ativas e se anteciparam. Estas perceberam oportunidades de mercado no consumo verde e responderam às exigências externas estabelecendo sistemas de gestão ambiental e melhorias da tecnologia correspondente. Mesmo assim, menos de 4% das empresas adquiriram certificação ISO14.001. As pequenas e médias empresas, que contribuem significativamente para o desenvolvimento do setor, têm pouca informação sobre os requerimentos ambientais externos bem como capital e capacidade tecnológica para se adequarem.⁴⁸ A minoria tem certificação ISO14000 e dedicado pouca importância à proteção ambiental. (SCHOOL OF ENVIRONMENTAL AND NATURAL RESOURCES – REMNIN UNIVERSITY OF CHINA, 2004).

Yu *et al* (2006), através de uma pesquisa com 50 companhias de eletroeletrônicos operando na China, concluíram que as empresas têm respondido bem às diretivas RoHS e WEEE, mas ainda de modo mais reativo do que proativo e condicionado ao tipo de estrutura de mercado, de empresa e de diretiva. A pesquisa envolveu grandes empresas (60%), pequenas (16%) e médias (24%) e vários tipos de produtos, como equipamentos de informática e telecomunicações (25), pequenos eletrodomésticos (15) e equipamentos de consumo (15).

Verificou-se que os produtores estão muito bem informados sobre as diretivas, principalmente através dos clientes (72%). Mas entre as diretivas, tem sido dedicada mais atenção à RoHS do que a WEEE: 74% reconheceu que a RoHS impacta significativamente seus negócios. Muitos fornecedores são mais cobrados pelos clientes para excluir substâncias perigosas e restritas pela RoHS e menos exigidos sobre *design* do produto e reciclagem; além disso, a WEEE não é vista como tão urgente e não é punitiva como a

⁴⁸ Segundo o estudo, no ano de 2000, a venda das 100 maiores empresas de eletrônicos representou 22,9% do total. As pequenas e médias empresas participaram de 34,8% do total das vendas em 2002.

RoHS. O papel dos clientes, portanto, tem sido dirigente no que tange a informação e respostas às exigências ambientais (YU *et al*, 2006).

Quanto à estrutura de mercado, esta pareceu ser um fator chave em relação à extensão da reação das companhias, pois 82% das empresas com mais da metade de produtos exportados têm sido mais ativas, estabelecendo planos de ação e cronogramas específicos. A maioria das companhias que responderam, quanto à posição na cadeia, são fornecedores de produtos finais para clientes de outras marcas⁴⁹ e, no que se refere aos tipos de produtos, a maior parte pertence aos segmentos de tecnologia de informação e equipamentos de telecomunicação, pequenos eletrodomésticos e equipamentos de consumo. Em termos de tamanho, destacaram-se as grandes empresas (60%) (YU *et al*, 2006).

Das ações realizadas para adequação à RoHS, tem sido adotadas gestão da cadeia de fornecimento (86%), treinamento e educação para empregados internos, consumidores e fornecedores externos (78%) e inovação tecnológica, através da introdução de novas linhas de produtos e equipamentos, (72%). Contudo, a ação das empresas é pouco proativa e voluntária, visto que: a maioria não se antecipou e começou a se adequar a partir de 2004; e uma minoria realizou ações de *design* ambiental e análise do ciclo de vida. Quanto à demonstração da conformidade, as ações mais comumente adotadas têm sido declarações do fornecedor sobre os materiais e/ou declaração de materiais certificada por uma terceira parte (organismo independente) (YU *et al*, 2006).

Concluiu-se também que a adequação às diretivas é custosa, mas a maior parte do custo de implementação das diretivas deveu-se à RoHS, por causa da procura de materiais verdes e dos custos consideráveis decorrentes da verificação da conformidade. A RoHS também coloca desafios em termos de inovação, pois encontraram-se dificuldades técnicas na transição para produtos livres de chumbo, como materiais alternativos, adequação do processo e confiabilidade na performance (YU *et al*, 2006).

Em relação ao impacto das medidas de gestão de resíduos eletrônicos na China, Hicks *et al* (2005) discutem oportunidades e dificuldades e enxergam, nas Diretivas

⁴⁹ As companhias podem ser classificadas como: Original Design Manufacturers (ODMs), quando manufaturam um produto que será marcado por outra firma para venda; Original equipment manufacturers (OEMs), quando constroem produtos ou componentes que são usados em produtos vendidos por outra companhia; e Original Brand Manufacturers (OBMs), quando vendem produtos sob marca própria, podendo ou não manufaturar e/ou projetar produtos por si mesmas. Na China, em geral, muitas firmas agem como OBM no mercado doméstico e se tornam ODMs e OEMs no mercado externo.

européias, incentivos para o desenvolvimento de um setor doméstico formal de gestão desses resíduos.

Como a China possui fraca fonte de recursos, distribuição da renda *per-capita* de recursos naturais abaixo da média mundial e falta de informação entre catadores, recicladores e consumidores de resíduos, o manejo de resíduos se torna uma fonte de ganho para os indivíduos. Contudo a coleta, reciclagem e disposição que são realizadas informalmente são prejudiciais do ponto de vista ambiental e da saúde, como o uso de banhos de ácido para retirar ouro de chips e componentes e o depósito de montantes de materiais e resíduos em campos, rios e canais de irrigação (HICKS *et al*, 2005).

Dessa forma, o desenvolvimento de um setor formal de gestão de resíduos pode ser um bom negócio, especialmente se intensificarem as regulamentações nacionais na área, visto que já existe demanda por materiais reciclados. No início dos anos 2000, as companhias investiram em plantas de tratamento e reciclagem e realizaram algumas ações para retorno dos produtos. Como exemplos, a Nanjing's Jinze Co. Ltda investiu cerca de US\$1,25 milhões em uma planta de tratamento e reciclagem de grande escala; DADI *Environmental Protection* investiu US\$ 250 mil em um centro de P&D; Nokia e Philips tem centros de coleta, mas recolhem aproximadamente 0,5 toneladas de baterias e cargas. A adequação às medidas ambientais também tem criado um mercado de consultorias para companhias de *design* ambiental, *design* para desmontagem e testes para substâncias perigosas. Porém, operar em um ambiente de incerteza regulatória e competir com o grande e efetivo setor informal, que opera com menores custos por não utilizar processamento ambientalmente amigável, representa riscos de investimento (HICKS *et al*, 2005).

A ameaça de perda econômica decorrente da não adequação às diretivas européias pode encorajar o desenvolvimento de um sistema doméstico ambientalmente amigável de gestão de resíduos, mas os autores chamam a atenção para as diferenças entre a realidade européia e chinesa na definição das regras (HICKS *et al*, 2005).

No que toca às políticas da China, suas ações tem sido proativas para tratar dos problemas de resíduos eletroeletrônicos e das novas exigências ambientais externas, conforme Vossenar *et al* (2006). Foram desenvolvidas medidas ambientais similares à Harl do Japão e à RoHS européia para tratar dos resíduos e regulações para tratar das

importações de equipamentos eletroeletrônicos de segunda mão, bem como ações específicas para o setor responder às exigências ambientais externas.

Preocupações com a gestão dos resíduos levaram ao desenvolvimento de planos de trabalho cooperativos. Exemplos de políticas incluem a Política sobre Tecnologias para a Prevenção da Poluição causada por Resíduos de Produtos Elétricos e Eletrônicos - proposta para produtores de TVs, refrigeradores, máquinas de lavar, ar condicionado e computadores coletarem, reciclarem e disporem os resíduos dos equipamentos de maneira ambientalmente amigável- e o décimo plano quinquenal (2001-2005) sobre utensílios eletrodomésticos (VOSSENAAR *et al*, 2006).

O país possui duas legislações similares às diretivas européias: a *Administrative Measures on the Control of the Pollution Caused by Electronic Information Product*, mais conhecida como “China RoHS”; e a *Management Regulation on the Recycling and Treatment of Disposal Appliances and Electronics Products*, mais conhecida como “China WEEE”. A primeira, efetiva desde 2007, exige a identificação de seis substâncias da RoHS européias, através da rotulagem e embalagem e do estabelecimento dos mesmos valores máximos de concentração. Por meio disso, são separados componentes com substâncias restritas de componentes recicláveis e enviados para um organismo responsável (*National Development and Reform Commission –NDRC*).⁵⁰

A segunda requer dos comerciantes, que desejam vender no mercado chinês, assumir a responsabilidade de reciclar e dispor produtos no fim de vida. Ainda segundo os autores, colocar em vigor regulamentos estritos similares à RoHS na China pode ser efetivo para forçar as companhias na cadeia, principalmente os fornecedores, a se engajar com a gestão ambiental e contribuir para competitividade da indústria como um todo (YU *et al*, 2006).

Outras iniciativas compreendem programas de rotulagem ambiental, certificação e mudança da normatização. O governo chinês desenvolveu um programa de rotulagem (*eco-labelling*), que cobre 46 produtos, dos quais 11 são eletroeletrônicos. Com o intuito de melhorar a qualidade e segurança das normas domésticas, existe, desde 2003, uma certificação compulsória (*China Compulsory Certification Mark*) para produtos

⁵⁰ Conforme Vossenaar *et al* (2006), Yu *et al* (2006), Ministério do Comércio da China (www.mofcom.gov.cn) e www.rohs-international.com.

comercializados, importados ou vendidos na China, que se aplica a produtos relacionados à segurança da vida humana e vegetal e ao meio ambiente e categorias de produtos eletroeletrônicos. Quanto à normatização, esta vem se alterando gradualmente de uma função exclusiva do governo para um processo cooperativo, envolvendo *stakeholders* não governamentais, principalmente após a entrada da China na OMC. Adicionalmente, departamentos do governo cooperam na construção de capacidade técnica para reduzir o custo de adequação às exigências ambientais externas e estimular o consumo verde (VOSSENAAR *et al*, 2006).

- Tailândia

Em 2004, 40% das exportações totais do país foram de equipamentos eletroeletrônicos. Metade das exportações de eletrônicos destinaram-se a países desenvolvidos, das quais 17,6% foram para os EUA, 16,3% para a União Européia e 13,9% para o Japão 13,9% (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Segundo Vossenaar *et al* (2006), o país tem dado vários passos para o ajuste com as exigências externas bem como aos desafios domésticos no setor. Contudo, o ajuste depende da estrutura setorial e atitudes mais proativas ocorreram em termos de iniciativas institucionais.

A estrutura industrial tailandesa, conforme o Instituto Eletro-eletrônico (*Electrical and Electronic Institute- EEI*), compõe-se de 2.317 empreendimentos de equipamentos eletroeletrônicos, dos quais 1.898 são pequenas e médias empresas, sendo a maioria fornecedores de partes de propriedade local. Dos empreendimentos estrangeiros e *joint ventures*, 57% são de montadores e 40% de fornecedores de partes (VOSSENAAR *et al*, 2006).

O início do processo de ajustamento do setor à RoHS se deu em 2003, quando muitas subsidiárias de empresas transnacionais receberam ordens do escritório central. As companhias tiveram diferentes abordagens, mas muitas buscaram ajustar seu sistema de gestão de materiais e requalificar os fornecedores. As empresas transnacionais estabeleceram seus próprios cronogramas para eliminação de substâncias perigosas. O maior desafio foi a demonstração da conformidade, pois não há critério oficial. Como resultado dessa incerteza os compradores incorporam exigências estritas para se proteger e

utilizam uma margem de segurança sobre os valores máximos permitidos (em limites menores do que 1 parte por milhão -ppm), sobrecarregando os fornecedores com questões técnicas complexas e exigências de informação (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Pesquisas realizadas pelo *National Metal and Materials Technology Center* (MTEC) *apud* Vossenaar *et al* (2006) avaliaram, em 2004, a indústria de equipamentos eletroeletrônicos tailandesa no que se refere às diretivas europeias. De um total de 69 respondentes, poucas companhias estavam bem informadas sobre a WEEE e a RoHS e entenderam seus impactos (16%); quase todas sofreriam impactos diretos (74%) e indiretos (12%) sobre seus negócios. Apenas a minoria (21%) teria habilidade para cessar o uso das substâncias restritas imediatamente.

Em relação aos principais obstáculos enfrentados, destacaram-se o custo e a falta de informação sobre materiais substitutos bem como ausência de tecnologia, de fornecedores locais, de infra-estrutura e de pessoal qualificado. A eliminação do chumbo seria, dentre todas as substâncias restritas, o maior problema para 86% das empresas. Quanto à demonstração da conformidade, um dos problemas mais críticos, mais da metade respondeu que não saberia como provar que seus produtos estavam de acordo com as exigências externas, por conta da falta de serviços analíticos, insuficiente conhecimento dos materiais utilizados e fragilidade da cadeia de fornecimento. Aspectos como tecnologia (P&D, informação e transferência de tecnologia), incentivos comerciais e entrada em vigor da RoHS nacional foram apontados como áreas necessárias da atuação política para ajustamento do setor (VOSSENAAR *et al*, 2006).

No que se refere às ações de política ambiental, em geral, o governo e o setor privado tem trabalhado juntos. A legislação ambiental do país, conforme Vossenaar *et al* (2006) tem se pautado sobre algumas preocupações principais: questões ambientais domésticas; o crescimento da importação de resíduos e de equipamentos de segunda mão; e o preparo do país para responder às exigências externas.

O Ministério de Recursos Naturais e Meio Ambiente e o Ministério da Indústria, bem como outras agências governamentais e privadas, têm desenvolvido o Plano Estratégico Nacional para a gestão ambientalmente amigável de resíduos de equipamentos eletrônicos. O objetivo do plano é melhorar o sistema de separação e coleta dos resíduos focando no princípio do poluidor-pagador, de modo a alocar sobre o produtor, importador e

consumidor a responsabilidade do resíduo. Ações de curto prazo envolvem o sistema de coleta de celulares e lâmpadas fluorescentes. No longo prazo, visa-se o desenvolvimento de legislação pertinente e o estabelecimento de um fundo específico para a gestão dos resíduos. Ainda há um esboço da Lei para a Promoção da Gestão de Resíduos Perigosos, com vistas a estabelecer um fundo de gestão dos corpos administrativos, um sistema de retorno e minimização dos resíduos e penalidades em caso de violação (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Há também um esboço de uma Diretiva sobre tipos e quantidades de substâncias perigosas (*Draft Directive on Types and Quantities of Hazardous Substances in EEE*), que cobre as mesmas substâncias da RoHS e se aplica a pequenos e grandes eletrodomésticos, ferramentas elétricas, brinquedos, equipamentos de esportes e equipamentos de entretenimento (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Quanto à importação de equipamentos eletroeletrônicos usados, o Ministério da Indústria propôs em 2003 uma legislação segundo a qual é necessária a permissão, por parte do Departamento de Trabalhos Industriais, de 29 itens (especialmente eletrodomésticos) referente à idade do equipamento, garantia de qualidade, normas de produtos, características econômicas de reciclagem e capacidade de disposição. O Ministério também vem desenvolvendo diretivas sobre coleta e reciclagem, níveis de insumos reciclados e rotulagem para separar produtos velhos dos novos. Estas são: Diretiva de Normas Industriais para Separação e Reciclagem para Equipamentos Eletroeletrônicos e a Diretiva de Política Industrial sobre Produtos Eletroeletrônicos (VOSSENAAR *et al*, 2006).

Outras iniciativas incluem: o programa nacional de *eco-labelling* (*Thai Green Label Scheme*); workshops e seminários públicos realizados pelo MTEC, Federação das Indústrias, Instituto Eletro-eletrônico da Tailândia entre outros; coleta e difusão das informações sobre exigências ambientais de instituições do governo para o setor privado; e estudos para avaliar as respostas do setor às Diretivas européias.

Uma iniciativa importante, foi a realização de um acordo entre fabricantes da cadeia, institutos de pesquisa, e fornecedores, chamada de *Thai RoHS Alliance*, que visou a produção competitiva sem substâncias perigosas. Exemplos de atividades realizadas no

âmbito do acordo envolvem o desenvolvimento de código de conduta, guias de orientação e métodos de testes.⁵¹

Além dessas ações, o governo da Tailândia teve participação ativa no envio de comentários à Comunidade Européia sobre a Weee e RoHS. Nestes constaram que: as diretivas colocam desafios especiais para produtores em países em desenvolvimento e seria necessário um período de tempo estendido para a transição; países em desenvolvimento têm relativamente menor capacidade tecnológica para o desenvolvimento de substitutos às substâncias controladas, necessitando de assistência tecnológica e transferência de P&D; a ampla cobertura das diretivas coloca problemas em termos de custos operacionais e gestão de reuso e reciclagem (VOSSENAAR *et al*, 2006).

- Filipinas⁵²

A indústria de equipamentos eletroeletrônicos das Filipinas, conforme Vossenaar *et al* (2006) teve crescimento espetacular nos anos 1990. No ano de 2003, as exportações de eletroeletrônicos representaram 70% das exportações totais, das quais 17,2% destinaram-se para a União Européia, 14,3% aos Estados Unidos e 15,3% para o Japão. A estrutura da indústria eletrônica compreende aproximadamente 800 companhias, das quais 72% são de propriedade estrangeira: 30% do Japão, 10% da República da Coreia e 9% dos EUA. Os maiores segmentos são os de produtos eletrônicos acabados e componentes, sendo que o primeiro segmento consiste de subsidiárias de transnacionais e pequenas e médias empresas de propriedade filipina e produz bens que são absorvidos principalmente no mercado doméstico.

Contudo, a viabilidade da indústria deve-se, em grande parte, à performance da produção de semicondutores, que contabiliza mais da metade do valor exportado e se concentra em atividades de montagem e testes de produtos. A indústria de semicondutores compõe-se de dois tipos de firmas: produtores contratados, que são responsáveis pela montagem de circuitos integrados para consumidores e usuários finais; e fabricantes domésticos, que produzem circuitos integrados para uso em *companies own products*.

⁵¹ Conforme Thai Rohs Alliance (www.thairohs.org).

⁵² A análise do impacto das diretivas nas Filipinas se baseia em Vossenaar *et al* (2006).

Subsidiárias de transnacionais estão engajadas em ambos tipos e as de propriedade filipina apenas em atividades subcontratadas.

Assim, muitos insumos são importados das companhias mãe (95%), porque as companhias locais não têm tecnologia adequada para produzir insumos que enfrentam exigências de qualidade. Como consequência, as exportações de semicondutores possuem pouco valor adicionado. Em resposta, algumas empresas tem buscado facilidades de P&D (ex. para projetos de design de computadores e de hardware de computadores) e outras estão se integrando para trás (ex. a Intel Filipinas começou a produzir microprocessador Pentium no país)

O modo como a indústria eletroeletrônica, portanto, responde às diretivas ambientais da União Européia depende dessa estrutura e difere entre os dois tipos de firmas de semicondutores descritos acima. Em termos gerais, a informação das exigências ambientais externas são fornecidas principalmente pelas companhias-mãe, no caso das subsidiárias, e pelas agências do governo, grupos industriais e organizações profissionais, no caso das de propriedade filipina. No que se refere ao ajustamento às exigências ambientais da U.E., as subsidiárias tendem a adotar a mesma política que na companhia-mãe e alterações na política e no processo de produção da companhia-mãe também são transmitidas para as subsidiárias. As companhias-mãe, por sua vez, fornecem o treinamento e a capacitação técnica e tecnológica necessários.

Quanto aos produtores contratados, situação na qual fornecedores e usuários não pertencem à mesma corporação, a pressão para adequação às exigências ambientais externas origina-se dos compradores. Muitas empresas têm investido em programas de treinamento para melhorar a performance ambiental dos fornecedores. Apesar disso, a maioria dos produtores contratados não sente muita dificuldade, visto que são grandes empresas, possuem recursos suficientes e relações fechadas com seus fornecedores, bem como a maioria dos componentes é importada.

Segundo Parayno (2004) *apud* Vossenaar (2006), a indústria eletrônica e de semicondutores enfrenta um número de desafios, principalmente com relação à informação sobre exigências ambientais, participação em consultas e definição de normas, em esforços coordenados do governo para avaliar as implicações de novas exigências ambientais e a necessidade de melhorar a infra-estrutura doméstica para gestão de resíduos bem como o

cumprimento das regulações ambientais. É importante superar esses desafios para continuar atraindo investimento direto externo, pois como fatores ambientais têm papel limitado nas decisões de investimento local, as transnacionais podem achar mais atrativo investir em países que fornecem infra-estrutura apropriada para a gestão de resíduos, especialmente de informática.

No que confere às ações públicas e privadas para o ajustamento, segundo Vossenaar (2006), destacam-se a direção da legislação ambiental, regulamentação de equipamentos eletroeletrônicos usados e a gestão da informação. As Filipinas têm implementado leis ambientais, por meio do Departamento de Meio Ambiente e Recursos Naturais (DNER), para tratar os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como: Ato 6969 de 1990 sobre controle de resíduos nucleares e de substâncias tóxicas (*The Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act 6969*), que cobre a importação, produção, processamento, transporte, venda, distribuição e disposição de substâncias e misturas químicas no país; e o Ato 9003 de gestão de resíduos sólidos (*The Ecological Solid Waste Management Act 9003*), que busca transformar e melhorar a gestão de resíduos sólidos do país através de medidas de redução na fonte e minimização de resíduos, incluindo compostagem, reciclagem, reuso e recuperação e disposição adequada, responsabilizando os governos locais de atingir determinadas metas.

Quanto à compra de equipamentos usados, estes podem ser importados uma vez sujeitos à conformidade com normas de qualidade e segurança. Estas normas não seguem critérios de vida útil e não buscam classificar o equipamento usado nas categorias de equipamento de segunda mão ou de resíduos. A importação de materiais recicláveis contendo substâncias perigosas tem sido discutida através da Ordem do Departamento Administrativo no. 28 e depende da permissão do DNER. Também é necessário um esquema de certificação para garantir que o produto importado está de acordo com as normas nacionais (*The Import Commodity Clearance Certification Scheme*).

Na coleta e difusão das informações possuem importante papel as associações industriais, especialmente da indústria de semicondutores e eletrônicos (*Semiconductor and Electronics Industries in the Philippines Inc. -SEIPI*), e a monitoração do governo, através de escritórios fora do país. Outras iniciativas incluem programas de selos ambientais desde

2001 e um programa de parceria ambiental, para facilitar a cooperação entre reguladores e o setor industrial na formulação de normas ambientais, desde 2003.

- Malásia

A Malásia exporta 54% de sua produção de eletroeletrônicos e 15% da exportação destina-se à U.E.. Segundo Vossenaar *et al* (2005) as transnacionais têm se preparado para cumprir as exigências por meio da comunicação direta entre os escritórios centrais e as subsidiárias e as empresas que não são subsidiárias têm produzido para o mercado doméstico sob suas próprias marcas.

Do ponto de vista das ações políticas, o governo da Malásia tem realizado programas de cooperação com a Alemanha e a Dinamarca a respeito de substâncias perigosas. O Ministério de Recursos Naturais e do Meio ambiente (*Ministry of Natural Resources and Environment –NRE*) juntamente com a Dinamarca apresentaram um sistema de gestão efetiva e sustentável para minimização e redução dos riscos de substâncias ambientalmente perigosas que também visou construir capacitação em agências relevantes entre 2003-2006. Uma importante organização não governamental (*Federation of Malaysian Consumers Association-FOMCA*) envolvida em ações políticas e definição de normas, tem sido ativa quanto ao tratamento das políticas de gestão de resíduos sólidos, na divulgação de informações ao consumidor, educação e certificação e tem sido contra procedimentos de reciclagem informal, sem segurança no trabalho.⁵³

2.2.4 Outras iniciativas

Outros países têm colocado em prática ações semelhantes às apresentadas. A Suíça, embora não faça parte da U.E. nem da EEA, possui legislação nacional desde 1998 com relação ao retorno e disposição de equipamentos eletrônicos (*Ordinance on the Return, Take-Back and Disposal of Electrical and Electronic Appliance – ORDEA*). Como resultado, a coleta de resíduos aumentou, mais de 75% dos equipamentos de fim de vida passou a ser reciclado, 20% incinerado e somente 3% chegaram aos aterros. No país também existem dois programas voluntários: SWICO (*Swiss Association for Information*

⁵³ Conforme governo da Malásia (www.gov.my); FOMCA (www.fomca.org.my); e Ministério dos Negócios Estrangeiros da Dinamarca (*Ministry of Foreign Affairs of Denmark*) (ww.ambkualalumpur.um.dk).

Communications and Organization Technology) para tratar de equipamentos de escritório desde 1994; e a Fundação para disposição de resíduos desde 1991 (VOSSENAAR *et al*, 2006).

A Austrália vem realizando uma avaliação econômica e ambiental preliminar, através do Departamento de Meio Ambiente e Patrimônio (*Department of the Environment and Heritage*), para o estabelecimento de instrumentos equivalentes à RoHS no país (*Australian RoHS*) para produtos eletroeletrônicos. O Ministério para o Meio Ambiente da Nova Zelândia esboçou um documento em 2007 para servir de guia de boas práticas para reciclagem de resíduos de eletrônicos, especialmente no que trata da orientação sobre riscos, sistemas de coleta e reciclagem e exportação de resíduos. Além disso, foi criado um *website* no país, em conjunto com o governo, para auxiliar e informar a indústria sobre a RoHS e a WEEE.⁵⁴

A Coreia promulgou o *Act for Resources Recycling of Electrical and Electronic Equipment and Vehicles* em 2007, que visa promover a reciclagem, o *design* ambiental e a restrição do uso de substâncias perigosas em eletrônicos e veículos. (Yun & Park, 2007).

Os países do Mercosul lançaram em 2006 um projeto sobre a política do mercado comum para a gestão ambiental de resíduos especiais e responsabilidade pós-consumo, que envolve resíduos de eletroeletrônicos, entre outros produtos (MERCOSUL, 2006).

2.3 Síntese Conclusiva

Uma vez apresentadas as Diretivas WEEE e RoHS e como os países responderam, questiona-se se existem tendências no que se refere aos impactos internacionais das exigências européias.

De modo amplo, pôde-se verificar que a RoHS e a WEEE são complementares e há uma avanço no que se refere a adequação à RoHS. Além disso, em praticamente todos os países a substituição de materiais decorrente da RoHS foi a maior preocupação e alvo de ações, sobretudo quanto à substituição do chumbo. Como resultado da busca por materiais alternativos foram estimuladas inovações tecnológicas de produto ou processo. Assim, a RoHS parece ter mais impactos inovadores, que tendem a ser globais, visto que afeta toda a

⁵⁴ Conforme Australian RoHS Policy (www.ausrohs.org); Ministério para o Meio Ambiente (www.mfe.govt.nz); e www.electronicssouth.com

cadeia. A análise da WEEE, por sua vez, sugeriu que seus impactos tendem a ser mais localizados e principalmente sobre a indústria de gestão dos resíduos. Também se pôde observar que quase todos os países passaram a implementar políticas ambientais similares à RoHS e à WEEE, no que confere ao conteúdo e ao próprio nome da legislação.

De outro lado, comparando países industrializados e países de industrialização recente, destacaram-se algumas diferenças. O primeiro grupo de países está mais avançado do que o segundo grupo, tanto no que se refere ao ajuste setorial da indústria eletrônica e de reciclagem quanto ao estabelecimento de políticas similares e à infra-estrutura tecnológica. Os países industrializados foram mais proativos no ajuste produtivo, uma vez que mudanças vêm ocorrendo desde o início dos anos 1990 nas indústrias; e pesquisas vêm sendo realizadas na busca, por exemplo, de materiais alternativos há algum tempo, inclusive através do sistema nacional de inovação como no Japão.

Do ponto de vista da política ambiental, já existia uma certa cultura nesses países quanto à gestão de resíduos e instrumentos semelhantes à RoHS datam desde início dos anos 1990. A WEEE pareceu gerar um mercado de reciclados regional ou local através de organizações coletivas, por meio das quais os produtores transferiram a responsabilidade física da gestão dos resíduos pagando taxas às organizações ou assumiram a responsabilidade pelo recebimento dos equipamentos usados. Contudo, houve pouca evidência de que o sistema coletivo tenha gerado inovações de produto acima na cadeia (*redesign*), sugerindo que ainda são necessários avanços nessa área.

O grupo dos países de industrialização recente tende a enfrentar desafios adicionais. O ajuste do setor produtivo parece ser mais reativo, visto que passou a ocorrer a partir dos anos 2000. A China tem sido o país mais avançado da região, registrando inovações. Além disso, a estrutura industrial desses países tem importante papel nesse ajuste, pois há grande participação de subsidiárias de multinacionais e operações subcontratadas. Como nos exemplos das Filipinas e Malásia, as subsidiárias refletem a política do escritório central e tem dificuldades em encontrar fornecedores adequados, o que estimulou a integração ou as importações de insumos.

A política ambiental e outras complementares nesses países, embora sigam as diretivas européias (como a “China Rohs”), devem contemplar peculiaridades. Não existe uma cultura de gestão de resíduos ambientalmente adequada e um sistema informal de

reciclagem foi gerado; além disso, os países da região são importadores de resíduos e equipamentos usados dos países industrializados. Assim, têm sido implementadas políticas de controle ou regulação de importações e de gestão dos resíduos, mas a condição apresentada acima coloca a discussão em novas bases, visto que não há consenso sobre se as medidas devem ou não ser harmonizadas com as diretivas europeias.

Uma síntese dos tipos de impactos das diretivas nos países, no nível da firma e das instituições de política, é apresentada no quadro 2.3.

Quadro 2.3 Impactos internacionais das Diretivas Europeias RoHS e WEEE no nível das firmas e das instituições de política (países da Europa, industrializados fora de Europa e de industrialização recente fora da Europa)

Região/ país	Impactos no nível da firma		Impactos no nível das instituições de política	
	RoHS	WEEE	RoHS	WEEE
União Européia	-Tendência à inovação e <i>design</i> ambiental; -Custos para inovação e -Maior dificuldade de pequenas e médias empresas na substituição do chumbo.	-Tendência ao <i>design</i> ambiental, efeitos sobre a cadeia e sobre a indústria de gestão de resíduos.	-Transposição das Diretivas.	-Transposição das diretivas.
Reino Unido	-Custos de capital, P&D e operação para substituição de materiais; -Impactos na cadeia e aumento do preço dos componentes e gastos com energia; -Dificuldades na substituição de materiais e mudança do processo (chumbo)	Sem estudos	-Transposição das Diretivas.	-Transposição das Diretivas.
Noruega	-Inovação de produto (via P&D) para substituição de materiais (chumbo) desde 2001.	-Sistema coletivo; -Inovação de processo na indústria de reciclagem.	-Implementação da RoHS em 2006; -Esboço de legislação mais rigorosa do que a RoHS em 2007.	Implementação da WEEE em 1999.
EUA	-Preparo do segmento de componentes para produtos livres de chumbo desde anos 90 e <i>redesign</i> de produtos; -Custo de adequação menor que o custo de perda de mercado externo; -Linhas de produção sem substâncias perigosas mesmo para regiões sem regulações.	Sem estudos	Regulações estaduais: -Califórnia RoHS; -Legislação Maine, Washington, Massachusetts e Minnesota.	Regulações estaduais: -Legislação Maine, Washington e Maryland.
Japão	-Substituição de substâncias perigosas desde anos 90; -Alto índice de inovação por causa do sistema de inovação; -Aumento da comercialização desses produtos.	-Sistemas de coleta individual e tratamento individual (que estimula <i>eco-design</i>) e por terceiros.	-Japanese RoHS (2006)	- Lei para reciclagem de eletrodomésticos (HARL).
Canadá	-Inovação para substituição de materiais desde antes da RoHS; -Ações para <i>redesign</i> e programa de	-taxas na compra de eletrônicos e repasse para organizações de reciclagem	-Emenda da legislação de Nova Escócia	-Programa de reciclagem de Alberta (2004);

	qualificação dos fornecedores; -Conquista de novos mercados.	(Alberta).		-Regulação de resíduos eletrônicos de Saskatchewan (2005); -Controle de eletrônicos Columbia Britânica.
China	-Indústria reativa (adequação tardia e pouco <i>eco-design</i>); -Inovações de produto e processo; -Custos para substituição de materiais (chumbo); -gestão da cadeia.	-Setor formal potencial, mas desestimulado pelo setor informal (inadequado) para tratamento dos resíduos eletrônicos.	-China Rohs (2007); -Rotulagem/certificação voluntária; -Construção de capacidade técnica pelo governo.	-China WEEE
Tailândia	-Início do processo de ajuste pelas subsidiárias de transnacionais, com exigências mais rigorosas e impactos sobre fornecedores; -Falta de informação, tecnologia, infraestrutura das outras empresas para adequação.	Sem estudos	-Trabalho conjunto governo e setor privado na regulação de importação de resíduos; -Esboço de diretiva próxima à RoHS; -ThaiRhos (acordo) e programas informativos.	-Plano Estratégico Nacional para coleta e desenvolvimento de legislação pertinente.
Filipinas	-Subsidiárias com apoio da matriz (insumos, informação e assistência técnica) e integração pra trás (falta de fornecedores); -Dificuldade dos fornecedores contratados (falta de tecnologia, treinamento, informação).	-Falta de informação para gestão de resíduos.	-Ato 6969 (1990) controle de substâncias tóxicas; -Outras iniciativas e programas para difusão de informação.	-Ato 9003 para gestão resíduos sólidos; -Regulação da importação de resíduos.
Malásia	-Subsidiárias de transnacionais cumprem diretivas conforme a matriz; -Outras produzem para o mercado interno.	Sem estudos	Programa de cooperação com Alemanha e Dinamarca para gestão, redução dos riscos de substâncias perigosas e capacitação.	

Fonte: elaboração própria a partir da análise do capítulo 2.

3. OS IMPACTOS DAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS SOBRE O AMBIENTE DA EMPRESA NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é avaliar os impactos no ambiente da empresa decorrentes das exigências ambientais europeias RoHS e WEEE sobre o Brasil à luz das principais conclusões teóricas, tendências internacionais e estrutura setorial.

3.1 Contextualização e Principais Hipóteses

Dos capítulos anteriores, foi possível levantar algumas conclusões teóricas e tendências internacionais a respeito dos impactos no ambiente da empresa decorrentes da política ambiental. A partir da discussão teórica (capítulo 1) destacaram-se as seguintes conclusões: o forte papel da política ambiental no incentivo às inovações tecnológicas, especialmente dos instrumentos de comando e controle mais rigorosos sobre a indústria regulada e de outros instrumentos sobre a indústria de bens e serviços ambientais; a possibilidade de obtenção de outros ganhos ambientais (compensatórios) como resultado daquelas inovações; o papel de destaque que devem receber as empresas transnacionais na gestão ambiental, por suas relações com o país de origem e o hospedeiro; o potencial efeito gerador de custos de transação resultante da política ambiental, bem como os impactos prováveis sobre a organização industrial, seja através da realização de contratos ou da integração vertical.

Da experiência internacional, no que se refere à reação das empresas à RoHS e à WEEE europeias (capítulo 2), as principais tendências levantadas foram: o impacto inovador e global da RoHS sobre as empresas do setor eletroeletrônico, devido à necessidade de substituição de materiais; o impacto mais localizado da WEEE e afetando a indústria de gestão de resíduos (ou de bens e serviços ambientais), mas ainda incipiente no estímulo ao *eco-design*; os países industrializados estão mais avançados do que os de industrialização recente, seja no ajuste do setor eletroeletrônico, seja na indústria de gestão de resíduos; os países industrializados são mais proativos, realizando ações de adequação desde anos 1990; os países de industrialização recente enfrentam maiores desafios, por causa da presença de subsidiárias estrangeiras diante das nacionais, falta de fornecedores adequados, falta de tecnologia e da presença de um setor informal de coleta e reciclagem.

Desse modo, podem-se levantar algumas hipóteses principais e secundárias sobre os impactos no ambiente da empresa das diretivas europeias sobre o Brasil, que serão testadas ao longo deste capítulo:

H1. A RoHS estimula a mudança tecnológica e gera outros ganhos econômicos e ambientais no complexo eletrônico no Brasil;

H1.1 As empresas estrangeiras estão mais avançadas nesse processo do que as empresas nacionais do complexo eletrônico no Brasil;

H2. A RoHS afeta a organização industrial no complexo eletroeletrônico no Brasil; e

H3. Uma legislação do tipo WEEE no Brasil tende a estimular a indústria de bens e serviços ambientais no Brasil.

3.2 Os Impactos da RoHS sobre o Complexo Eletrônico no Brasil

A avaliação dos impactos no ambiente da empresa decorrentes da RoHS passa pela caracterização setorial e pela apresentação da pesquisa de campo, composta por sua metodologia e seus resultados.

3.2.1 Caracterização do setor eletroeletrônico: panorama mundial e brasileiro

O setor eletroeletrônico é bastante dinâmico e inovador e permeia várias atividades produtivas, surgindo na base de outros setores econômicos, como no controle de processos produtivos, em bens de capital, atividades agropecuárias, comércio, serviços de saúde, mercado financeiro, projetos de engenharia, mecânica entre outros.⁵⁵ Os avanços tecnológicos da indústria eletrônica, como a microeletrônica, aceleraram o ritmo de inovações além do complexo eletrônico, de modo que as empresas do setor se tornaram líderes do novo padrão tecnológico que alguns chamam de terceira Revolução Industrial. Além disso, foi indicado que, ao longo dos anos, economias mais especializadas em

⁵⁵ O complexo eletrônico, segundo a definição usada pelo BNDES, envolve os segmentos de componentes; informática e automação industrial; equipamentos de telecomunicações e eletrônica de consumo. Sua característica fundamental é a produção de bens de mesma base tecnológica (microeletrônica). O setor de equipamentos eletroeletrônicos é mais amplo que o complexo eletrônico por incluir os ramos de geração, transmissão e distribuição de energia, equipamentos industriais, material elétrico de instalação e serviços de manufatura, conforme informações da ABINEE. Apesar de em alguns momentos serem utilizadas referências ao setor de equipamentos eletroeletrônicos, visto que tais equipamentos são os alvos das diretivas WEEE e RoHS, o foco deste trabalho são os segmentos do complexo eletrônico.

produtos eletrônicos tenderam a apresentar maior taxa de crescimento do produto interno bruto (PIB) (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003; SÁ, 2004; GOUVEIA, 2004).

O momento histórico do nascimento do setor situa-se em fins do século XIX e início do século XX. Segundo Sá (2004), a evolução dessa indústria (especialmente a de eletrônica de consumo e de computadores) se diferenciou da experiência das indústrias intensivas em capital e tecnologias avançadas nascidas e consolidadas a partir da II Revolução Industrial, visto que em nenhuma dessas revoluções uma única firma tornou-se definidora dos rumos de aprendizado do setor (como foi o caso da IBM) e nenhuma indústria nacional conquistou o mundo (como a indústria eletrônica do Japão).

Em termos do panorama mundial, desde a II Guerra Mundial até os anos 1960 a indústria eletrônica se desenvolveu principalmente nos países da tríade com certo grau de implementação de políticas públicas, relativamente menor nos EUA do que na Europa (SÁ, 2004).

A Europa já tinha uma indústria eletrônica desde seu limiar, com destaque para algumas empresas como Siemens, AEG, Telefunken, Bosch, Philips, Thomson e GE. Receberam ajuda norte-americana no pós-guerra e houve maior participação do Estado em vários segmentos da eletrônica, primando pela estratégia de “pinçar vencedores”, por meio da união de pequenas empresas em uma grande, de programas de P&D e de proteção comercial (SÁ, 2004).

Nos EUA as firmas com capacitações já constituídas antes da guerra foram as mais exitosas e tiveram sua entrada facilitada em ramos correlatos. A atuação do setor público foi discreta e a do setor privado partiu para a especialização e realizou operações de fusões e aquisições. Como reação à ofensiva oriental, passou a utilizar a estratégia de racionalização da produção. O Japão, por sua vez, avançou no setor em parte pelas vantagens das economias de escopo e aprimoramento do uso de semicondutores na produção de bens eletrônicos de consumo. Esses acontecimentos prejudicaram o complexo eletrônico americano e geraram conflitos quanto à atuação de políticas governamentais (SÁ, 2004).

A partir dos anos 1950/60, algumas economias asiáticas (Cingapura, Coréia do Sul, Taipé Chinesa e Japão) passaram a visar aspectos como mercado externo, desenvolvimento da indústria, recursos humanos, proteção comercial, concessão de incentivos fiscais e

estratégia extensiva (sobre todo o complexo). No Japão houve o fortalecimento da capacitação tecnológica, por meio de programas de longo prazo em P&D, e a internacionalização por meio do aproveitamento de diferenciais de custo na região. Na Coreia do Sul, além de esforços de P&D, a atuação do setor privado ganhou ímpeto a partir dos anos 1970 através de incentivos fiscais e de sistemas de treinamento dos funcionários. Assim, os *chaebols* (grandes conglomerados, como Samsung, Hyundai e LG) foram fortalecidos e diversificaram suas atividades (SÁ, 2004).

Porém, a partir dos anos 1980, com as mudanças no cenário global em direção à desregulação, desestatização e liberação, houve uma alteração nas políticas de competitividade na tríade com certa retração das políticas industriais de um lado, mas avanço dos investimentos estrangeiros para ganhar parcelas de mercado de outro. A União Européia implementou programas tecnológicos e de proteção às firmas em nível regional. Os EUA iniciaram negociações regionais e direcionaram a política de competitividade para infra-estrutura tecnológica e também avançaram na área de digitalização. O Estado japonês seguiu a estratégia de coordenador, por meio da interação estratégica entre setor público e privado, mas passou a sofrer com a concorrência dos EUA, da Europa e do avanço de outros asiáticos. Do ponto de vista da internacionalização dos investimentos, as grandes corporações têm adotado a estratégia de globalização sistêmica, buscando alcançar fatias do mercado dentro do oligopólio e montando plataformas de montagem e exportação (SÁ, 2004).

Várias economias do leste asiático desregulamentaram seus mercados financeiros e reduziram o intervencionismo estatal, em associação a esforços voltados à pesquisa e colaboração com a indústria eletrônica, como Coreia do Sul e Taiwan. Esses países também expandiram suas inversões pela Ásia (buscando mão-de-obra barata) e na América Latina. Outros países, como Cingapura, Malásia e Tailândia apresentaram maior dependência do investimento direto estrangeiro e baixa integração das empresas transnacionais dentro de suas fronteiras. A China vem avançando desde os anos 1980 e tem ameaçado outros asiáticos, pois o Estado forneceu incentivos econômicos ao setor, realizou uma política de abertura paulatina e de zonas econômicas especiais, de modo a atrair IDE e privilegiou o ingresso desse investimento estrangeiro atrelado ao capital nacional, através da formação de *joint ventures*. As companhias chinesas adotaram estratégias de baixo custo, inserindo-se

no complexo de forma seqüenciada e competindo no mercado externo, mas com enfoque extensivo do complexo (SÁ, 2004).

A condição atual do intercâmbio internacional dos produtos eletroeletrônicos, do mercado mundial e da produção sugere algumas tendências importantes.

Ao longo dos anos 1990, as economias que mais exportaram também foram as que importaram bastante. Do ponto de vista da exportação de eletroeletrônicos pelos países industrializados, destacaram-se EUA, Japão e outras grandes economias, como Alemanha, Reino Unido, França e Itália. Os Estados Unidos avançaram no período, sendo o país que mais exportou em 1999 (US\$139 bilhões), retirando a liderança japonesa em 1997. Porém, o maior avanço ficou por conta das economias emergentes da Ásia, como China, Malásia, Tailândia e Filipinas, que atingiram elevadas taxas de crescimento das exportações. As exportações chinesas, por exemplo, cresceram dez vezes no período. Na América Latina, o destaque ficou com o México (tabela 3.1).

Tabela 3.1 As 20 maiores economias exportadoras de produtos eletroeletrônicos – 1990-2000 (US\$ milhões fob)

Economias	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2000
EUA, P. Rico e Is. Virgens	62.029	65.969	76.741	108.178	133.140	139.743	...
Japão	85.242	94.385	109.696	139.924	126.778	124.827	149.279
Alemanha	...	45.785	43.836	66.694	66.195	72.194	80.163
Cingapura	21.522	24.431	35.899	67.440	71.892	67.639	82.848
Reino Unido	26.191	26.894	29.061	46.678	54.305	55.778	...
Taipe	19.159	21.776	27.186	41.409	50.679	55.619	...
Malásia	9.130	11.862	19.700	35.768	40.044	48.768	...
Coréia	16.634	18.854	22.908	42.343	39.941	48.727	...
México	1.175	1.520	14.430	22.170	33.034	45.897	...
China	4.217	5.209	10.602	22.767	32.564	44.919	62.802
França, Mônaco	20.959	22.229	22.548	34.693	39.226	42.444	46.698
Holanda	14.074	14.536	17.521	26.742	39.295	40.137	...
Irlanda	6.089	5.712	7.188	13.459	18.177	25.095	28.292
Itália	15.223	15.615	15.861	21.897	21.159	20.841	21.753
Tailândia	4.214	5.574	8.474	15.070	17.650	19.362	...
Canadá	8.284	9.097	9.851	14.678	17.334	18.619	25.804
Suécia	6.420	6.216	5.966	11.288	15.593	16.846	17.912
Bélgica	6.278	6.208	7.096	10.558	12.231	13.577	15.634
Finlândia	2.370	1.940	2.790	6.363	8.046	10.424	...
Filipinas	908	2.380	1.970	3.492	15.458	10.337	...

Fonte: elaborado a partir de Sá (2004).

Quanto às importações, das 20 economias que mais importaram em 1999, 18 estavam entre as que mais exportaram. Os maiores importadores foram: EUA, Alemanha e Reino Unido (tabela 3.2).

As regiões de EUA e Hong Kong, além de grandes importadoras, também apresentaram os maiores déficits comerciais. Canadá, Espanha e Itália também tiveram alto patamar de importações e apresentaram razoáveis déficits comerciais. O Brasil obteve o 4º maior déficit em 1999. De outro lado, apesar de grandes importadores, Japão e Cingapura apresentaram elevados superávits comerciais em 1999. Assim, os maiores saldos comerciais positivos foram registrados pelos países asiáticos (tabela 3.3).

Tabela 3.2 As 20 maiores economias importadoras de produtos eletroeletrônicos – 1990-2000 (US\$ milhões cif)

Economias	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2000
EUA, P. Rico e Is. Virgens	85.017	90.825	120.023	176.079	195.636	228.926	...
Alemanha	42.624	48.620	45.834	67.059	63.416	76.834	84.691
Reino Unido	32.315	31.851	37.318	49.800	59.484	66.088	...
Hong Kong	16.812	21.055	32.276	52.331	61.428	57.132	...
Japão	15.464	17.607	21.633	46.894	52.927	55.824	76.004
Cingapura	16.895	19.412	29.809	52.879	54.377	50.607	64.265
França, Mônaco	27.029	27.448	25.830	36.859	39.102	44.120	50.817
Holanda	17.114	17.449	17.947	27.010	37.574	44.032	...
China	5.361	6.381	12.989	20.215	24.499	40.964	58.913
México	4.061	4.839	14.330	18.188	27.045	37.764	...
Canadá	16.922	18.378	21.287	28.383	32.540	36.567	43.345
Taipe	10.204	11.811	15.661	24.000	28.400	35.769	...
Malásia	7.598	10.333	14.883	28.120	29.975	30.705	...
Coréia, Rep.	9.929	11.420	12.431	21.179	26.356	30.374	...
Itália	18.856	19.400	15.716	22.679	23.446	26.760	28.433
Espanha	10.722	11.774	9.012	12.629	14.040	18.299	...
Bélgica	8.179	8.190	8.161	11.743	14.167	16.349	17.649
Irlanda	3.854	3.976	5.202	9.776	12.128	16.069	19.164
Tailândia	4.777	5.772	8.295	14.874	15.443	13.564	...
Suécia	7.709	7.334	6.483	11.535	12.420	12.858	13.979

Fonte: elaborado a partir de Sá (2004).

Tabela 3.3 Os 10 maiores superávits e os 10 maiores déficits em produtos eletroeletrônicos – 1990-2000 (US\$ milhões)

Os 10 maiores superávits							
Economias	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2000
Japão	69.778	76.788	88.062	93.030	73.851	69.004	73.275
Taipe	8.956	9.965	11.524	17.409	22.279	19.849	...
Coréia, Rep.	6.705	7.435	10.477	21.165	13.585	18.353	...
Malásia	1.532	1.530	4.817	7.648	10.069	18.064	...
Cingapura	4.627	5.019	6.090	14.562	17.514	17.032	18.582
Irlanda	2.235	1.736	1.987	3.683	6.049	9.026	9.128
México	-2.886	-3.319	100	3.982	5.990	8.132	...
Tailândia	-563	-198	178	196	2.207	5.799	...
Suécia	-1.289	-1.118	-876	-247	3.173	3.988	3.933
China	-1.144	-1.172	-2.386	2.551	8.065	3.955	3.889
Os 10 maiores déficits							
Economias	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2000
Turquia	-1.583	-1.751	-1.907	-1.789	-3.159	-4.290	...
Alemanha	...	-2.834	-1.998	-365	2.779	-4.640	-4.528
Itália	-3.634	-3.785	146	-691	-2.287	-5.829	-6.680
Brasil	-1.340	-1.232	-2.038	-5.885	-8.442	-6.753	-7.945
Espanha	-6.967	-7.235	-4.074	-5.063	-5.354	-8.199	...
Reino Unido	-6.124	-4.956	-8.256	-3.122	-5.179	-10.311	...
Austrália	-5.360	-5.088	-6.187	-9.142	-9.436	-10.859	...
Canadá	-8.639	-9.281	-11.436	-13.705	-15.206	-17.948	-17.541
Hong Kong	-10.368	-14.254	-25.389	-44.526	-54.607	-52.508	...
EUA, P. Rico e Is. Virgens	-22.988	-24.856	-43.332	-67.902	-62.495	-89.183	...

Fonte: elaborado a partir de Sá (2004).

O mercado mundial de eletroeletrônicos, conforme Electronics Industry Yearbook (2003) *apud* Sá (2004) e Electronics Industry Yearbook (2005) tem sido forte nos últimos anos, em torno de um total de US\$1,2 trilhões em 2002 e US\$1,38 trilhões em 2006 (estimativa). Desse total, os segmentos com maiores mercados têm sido componentes (29%), equipamentos de processamento de dados (28%), equipamentos de comunicações e telecomunicações (22%) e eletrônica de consumo (8%).

Em termos dos mercados nacionais, as economias avançadas constituídas por EUA, Japão, Alemanha e Reino Unido mais a emergente China lideram desde 2002. Os países de industrialização recente que merecem destaque são Coréia do Sul, Taiwan, México e Brasil. O Brasil, nesse *ranking* possui um mercado bastante forte, situando-se entre 11º e 12º no período e, na estimativa realizada para 2006, o país contabilizava um mercado de US\$25 bilhões, acima de mercados como Malásia (US\$19 bilhões), Espanha (US\$15 bilhões) e Tailândia (US\$13 bilhões) (tabela 3.4).

Tabela 3.4 Mercado mundial de produtos eletrônicos – 2002 –2006 (US\$ milhões)

País	2002	2004	2005	2006
EUA	380.004	398.356	418.103	423.428
Japão	194.005	161.909	171.258	175.332
China	105.064	135.066	150.326	167.489
Alemanha	59.649	59.230	62.052	62.687
Reino Unido	59.547	54.404	58.214	56.305
Coréia do Sul	39.713	36.585	38.868	39.829
França	38.605	34.650	36.577	37.149
Canadá	28.854	27.926	28.974	29.515
Itália	27.792	26.485	28.222	28.722
México	27.777	31.451	32.914	34.449
Taiwan	22.950	26.321	28.142	28.804
Brasil	22.303	21.368	23.542	25.355
Cingapura	21.889			

Fonte: elaborado a partir de Electronics Industry Yearbook (2003) *apud* Sá (2004) e Electronics Industry Yearbook (2005).

Assim, conforme Sá (2004), é a dimensão do mercado chinês que o torna maior que as economias européias, de um lado; de outro, países como Filipinas, Malásia e Tailândia, embora grandes exportadores, não possuem envergadura equivalente como consumidores.

No que se refere às estratégias atuais de concorrência, considerando a segmentação do mercado e os avanços nacionais, Sá (2004) ressalta o foco na digitalização e na convergência tecnológica, bem como em componentes eletrônicos, cuja participação no valor final dos produtos tem se elevado, ou seja, aumentando o valor agregado dos bens finais. Grandes corporações passaram a produzir componentes e a fornecer mundialmente semicondutores, além de bens finais, visando o diferencial concorrencial. De fato, conforme Gouveia (2004), o ramo de componentes eletrônicos é essencial para todo o complexo, concentrando a tecnologia de produto, e esse acréscimo no valor, devido à necessidade de conhecimentos específicos e escala, constitui uma importante barreira à entrada na sua produção, visto que exigem elevados investimentos. Ressalta-se que não há registros recentes de algum país com uma indústria eletrônica competitiva na ausência prévia de meios que tornassem também competitiva sua indústria de componentes.

Outro aspecto importante desta caracterização é o nível e tipo de produção mundial. É interessante notar que, conforme RER (2007) a estrutura global da indústria eletrônica tem mudado, pois o volume de produção vem se direcionando para localizações de custo mais baixo. Entre 1995 e 2005 a produção em localizações de alto custo (como EUA, Canadá, Europa Ocidental e Japão) caiu de 75% dos eletrônicos produzidos para 51%,

enquanto a participação global dos países da região Ásia-Pacífico na produção de eletrônicos aumentou de 20% a 40%, com destaque para a China. Foram a preponderância na manufatura e na montagem de eletrônicos (como semicondutores e componentes) e os baixos custos da mão-de-obra que têm sido, conforme UNCTAD (2005), os principais fatores determinantes desse processo.

A produção mundial do setor de bens eletrônicos de consumo, como exemplificado por Sá (2004), situou-se em torno de US\$ 95 bilhões em 2002, tendo como os principais representantes, em ordem decrescente: China (US\$19 bilhões), Japão (US\$16 bilhões), Malásia (US\$6 bilhões), México (US\$6 bilhões) e EUA (US\$5 bilhões); o Brasil situa-se em décimo lugar.

Quanto às principais empresas do complexo eletrônico, das 300 maiores, segundo Electronics Industry Yearbook (2003) *apud* Sá (2004) e Electronics Industry Yearbook (2005), há forte presença das empresas dos EUA no mundo, como IBM, NEC, Motorola, entre outras. Outras empresas de destaque são a Matsushita japonesa, Samsung e LG sul coreanas, Philips holandesa e outras norte-americanas no segmento de eletrônicos de consumo. Nas atividades militar e espacial e de defesa, as corporações das economias avançadas são mais presentes e na área de serviços de manufatura, firmas asiáticas e norte-americanas vêm abrindo espaço. Essas corporações conseguem ganhos de escala através do contrato com diferentes fabricantes, que terceirizam produtos ou etapas do processo; atuam principalmente nos ramos de informática e telecomunicações e constituem um tipo de rede global de fornecimento de insumos. As grandes corporações se estruturam internacionalmente de modo a aproveitar o melhor daquilo que as nações hospedeiras podem oferecer.

Adicionalmente, em relação ao aumento da participação dos países de industrialização recente na produção e no comércio internacional e à questão da internacionalização da produção, nas últimas décadas vem sendo formado um tipo de “rede global de produção”. Conforme UNCTAD (2005) essa rede é dominada por empresas transnacionais, tendo os países desenvolvidos como sua base; esses passaram a produzir produtos padronizados em localizações geograficamente dispersas através da subcontratação internacional. Essas redes *turnkey*, como apresentadas por Gouveia (2004), tendem a concentrar atividades de maior valor agregado nas unidades constituintes da

corporação e a subcontratar a produção mais padronizada de fornecedores independentes. Alguns países asiáticos têm tido grande participação nessas redes, especialmente com relação a partes e componentes de produtos eletrônicos. Esses países, apesar de iniciar sua indústria eletrônica na montagem, buscaram ampliar a agregação de valor se capacitando no desenvolvimento de produtos, no projeto de circuitos integrados e contando com investimentos estrangeiros ao longo do tempo.

Assim, pode-se observar que economias com grande mercado doméstico podem ter patamares de exportação inferiores aos dos demais, mas possuir maiores níveis de produção. Países com dimensões continentais, como o Brasil, podem substituir importações que não se convertem em exportações. Países com grandes déficits comerciais podem ter seu saldo negativo reduzido por meio do ingresso de rendas sob a forma de lucros e dividendos das grandes corporações transnacionais ou conquistando parcelas do mercado global, como os EUA. E há países que são grandes exportadores e nem sequer têm registro de empresas no mundo dentre as 300 maiores, como Filipinas, Tailândia, Malásia e México, visto que assumem a condição de hospedeiras de transnacionais por meio da terceirização ou subcontratação. A disputa no ramo de componentes, por seu elevado valor agregado, marca a importância do segmento dentro do complexo (SÁ, 2004).

- Brasil

A evolução do complexo eletrônico no Brasil esteve associada, em grande parte, às políticas industriais e ao capital estrangeiro, porém também foi sendo configurada uma certa fragilidade competitiva *vis-à-vis* ao contexto internacional no que se refere aos indicadores de comércio exterior e de inovação e quanto à questão ambiental.

Durante o período que vai dos anos 1960 a 1970 a indústria era predominantemente caracterizada pela eletrônica de consumo, sobretudo composta por empresas de capital estrangeiro. Segundo Nassif (2002), durante sua implementação no Brasil, nos anos 1950, o processo de produção da indústria referia-se à montagem de bens com insumos importados, bem como assistia a entrada de multinacionais, como Sperry Rand, Olivetti, NCR, Burroughs. A partir dos anos 1960 começaram a ser instalados os primeiros computadores no Brasil, principalmente para processamento de dados em universidades, com participação da IBM (NASSIF, 2002).

A partir dos anos 1970 ocorreram algumas mudanças, com o aumento da demanda por computadores e de sua capacidade instalada (em torno de 55%, anualmente, entre 1970 e 1975) e com o aumento da eletrônica de consumo. A produção no primeiro segmento, apesar do avanço, esteve restrita à montagem de sistemas completos e peças e componentes e, no segundo segmento, associada aos benefícios concedidos pela Zona Franca de Manaus (ZFM), instituída pelo Decreto 288 de 27 de fevereiro de 1967. A ZFM foi criada para promover a integração e o desenvolvimento econômico da região amazônica, visando torná-la o pólo exportador, através da isenção do imposto de importação e do imposto sobre valor adicionado dos insumos utilizados na produção para exportação (NASSIF, 2002).

Estratégias mais contundentes de política industrial foram implementadas no contexto do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND). A Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE), criada em 1972 e subordinada ao Ministério do Planejamento, impôs disciplina às compras do governo no mercado de informática, controlou as importações de bens de informática e automação e selecionou ramos do segmento como alvos de política. Em 1979, a Secretaria Especial de Informática (SEI) substituiu a CAPRE, ampliando o número de segmentos do complexo sujeitos à proteção do governo (informática, automação, telecomunicações e instrumentação digital), garantindo reserva de mercado ao segmento de informática (NASSIF, 2002).

Com relação à evolução dos principais segmentos entre as décadas de 1970-1980, no ano de 1979 a eletrônica de consumo representava a maior parcela do mercado (50%), seguido da informática (23%), equipamentos de telecomunicações (21%) e componentes (4%). Na eletrônica de consumo houve expansão das empresas nacionais entre as líderes (como Sharp, Philco, Gradiente), aumento das escalas de produção e das vendas de TVs (NASSIF, 2002).

No ramo da informática, várias empresas brasileiras foram beneficiadas pela reserva de mercado, pois tiveram seus projetos aprovados, as importações passaram a ser dificultadas (pela CAPRE e CACEX) e foram constituídos vínculos acadêmicos com produtores. Como resultado, foram lançados o primeiro computador desenvolvido e industrializado no país em 1980 (o Cobra 530) e outros modelos posteriores. Em 1984 foi implementada a Lei 7.232 de 29 de outubro de 1984, conhecida como a Lei de Informática, cujas diretrizes principais eram a fixação de reserva de mercado para empresas de capital

nacional e a concessão de incentivos condicionados aos índices de nacionalização (NASSIF, 2002).

No segmento de componentes houve alguma substituição de importações no período de reserva de mercado, mas dedicando-se à montagem final. Incentivos da SEI direcionaram-se para fabricação de circuitos integrados, com alguma participação de empresas nacionais, mas no final da década começaram a surgir dificuldades devido à rápida mudança tecnológica mundial. A produção de equipamentos de telecomunicações foi impulsionada pela criação da Telebrás (na segunda metade dos anos 1970) e de seu laboratório de P&D (o CPQD). O desenvolvimento das centrais de comutação e de outros programas pelo CPQD favoreceu o aparecimento de empresas locais (NASSIF, 2002).

A partir dos anos 1990, com a abertura, o complexo eletrônico foi um dos mais afetados pelo aumento das importações. Importante destacar a influência das empresas multinacionais no déficit brasileiro do setor na década, pois, conforme Gouveia (2004), as filiais passaram a importar da matriz, mas o país de origem não se tornou o destino principal de suas exportações.

Entre 1990 e 2001, o coeficiente de penetração das importações (importações/consumo aparente) passou de 9% para 66% e, com isso, a maioria das empresas nacionais, sobretudo de informática, se retiraram do mercado. Assim, um conjunto de incentivos foi concedido aos segmentos sob a Lei 8.248 de 23 de outubro de 1991, contudo sem fazer parte de um projeto amplo de reestruturação. Essa lei, além de ampliar os segmentos, introduziu novos critérios para obtenção de incentivos, como: substituição do índice de nacionalização pelo processo produtivo básico-PPB (uma série de etapas produtivas que deveriam ser obrigatoriamente realizadas no Brasil para cada produto final); aplicação obrigatória de 5% de seu faturamento em P&D, com constatação obrigatória de 2% junto a instituições no território nacional. Os incentivos da ZFM foram garantidos até 2013 (NASSIF, 2002).

O segmento de eletrônica de consumo sofreu menos os impactos da abertura, por causa dos incentivos da ZFM, mas sua produção esteve baseada na montagem de bens finais. O segmento também apresentou excesso de capacidade instalada. Mas mudanças ocorreram nos ramos de informática e de componentes: muitas empresas de informática se retiraram com o fim da lei de informática no início de 1990 e, ao mesmo tempo, foram

atraídas novas estrangeiras com a renovação dos incentivos em 1991 (como IBM, Compaq, Itautec, HP, Acer, Xerox, Epson, LG, Sansumg, etc.); os componentes, presentes na maioria dos produtos, perderam sua importância econômica e competitividade e tiveram as vendas reduzidas em 60% em 1992, resultado da facilidade de importação. A atração de investimentos estrangeiros nesse segmento foi dificultada pelas altas somas de capital necessárias para montagem das unidades, sujeitas a grandes economias de escala. Deve-se notar que a perda de autonomia na produção de componentes implica obstáculos na geração e difusão do progresso técnico em outros setores da economia (NASSIF, 2002).

A produção de equipamentos de telecomunicações passou por uma reestruturação por causa da Lei Geral das Telecomunicações (Lei 9.472 de 16 de julho de 1997), que regulamentou a quebra do monopólio estatal. Com as privatizações e a expansão das redes de telefonia (fixa e móvel), muitas empresas multinacionais estrangeiras foram atraídas para o mercado (NASSIF, 2002).

Ao longo das décadas de 1990-2000, conforme a análise de Gutierrez & Alexandre (2003), foi se configurando uma tendência à importação de componentes e exportação de bens finais, especialmente de telecomunicações, em parte incentivada pelas políticas do setor e pela abertura.

Nesse sentido, é importante destacar a Lei de Informática, no. 10.176 de 11 de janeiro de 2001, que estabeleceu o benefício de redução do IPI para produtos que estivessem cumprindo o PPB e para empresas que investissem 5% em P&D, mas restringindo-se apenas à montagem desses itens no país (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003).

No segmento de informática, entre 1996-2001 o crescimento do déficit comercial refletiu o crescimento do mercado brasileiro e a produção local respondeu pela montagem de kits completos de componentes importados. As principais empresas atuantes nesse ramo, altamente concentrado, são as mundiais Compaq e HP, com pequena participação das nacionais. Contudo, uma dificuldade reside na existência de um fornecedor anônimo, constituído pelo “mercado cinza”, ou seja, parcela do mercado abastecida por contrabando ou importações ilegais de peças e partes (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003). Como exemplo, segundo os dados da ABINEE (2007 a), em 2004, a participação do setor informal no mercado de informática contabilizava 73%.

No ramo de componentes, Gutierrez e Alexandre (2003) notaram uma baixa fabricação interna caracterizando-se, sobretudo, pela montagem de equipamentos importados, o que contribuiu para a deterioração do saldo comercial desse segmento. Aparentemente nenhuma empresa detém o ciclo completo de produção de circuitos integrados no país. Portanto, existe uma fragilidade em produtos cada vez mais utilizados em outros setores e com acentuada dinâmica inovativa. A eletrônica de consumo apresentou déficits decorrentes da bolha de consumo pós plano Real e o tipo de produção concentrou-se na ZFM, principalmente através da montagem de kits. As fabricantes líderes do mercado mais forte (TVs) foram Toshiba, Philips, Philco e LG.

O ramo de equipamentos de telecomunicações, seguindo as alterações anteriores, foi influenciado pela reestruturação. Linhas de financiamento foram abertas para atração de investimentos na banda B da telefonia celular, visto que não havia produtores de equipamentos com tal tecnologia e, com as privatizações, o programa foi ampliado para a telefonia fixa.⁵⁶ Assim, muitas empresas vieram para o Brasil, como Lucent, Nortel e Motorola e outras expandiram seus investimentos, como Ericsson, Siemens, Nec, Promon e Zetax, entre outras. Essas empresas também se beneficiaram da Lei de Informática e criaram centros de pesquisa como o Instituto Eldorado e o Instituto Genius, entre outros. Os principais equipamentos para telecomunicações vêm sendo produzidos pelas grandes internacionais e algumas vêm seguindo o modelo terceirizado (transferindo a montagem de módulos e equipamentos aos fabricantes contratados). Como resultado, reduziram-se as importações de produtos acabados e aumentaram as de partes e peças. (GUTIERREZ & ALEXANDRE, 2003).

Os dados a seguir parecem confirmar as tendências ressaltadas acima. Nos últimos anos, o setor de equipamentos eletroeletrônicos tem apresentado um faturamento total crescente, passando de US\$22 bilhões, em 1999, para US\$47 bilhões, em 2006, conforme ABINEE (2007b). Esse faturamento representou uma grande parcela da produção industrial brasileira, constituindo o segundo setor mais importante e suas oscilações acompanham as do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ABINEE 2007b; EUROPEAID, 2006).

⁵⁶ Segundo ABINEE (2007) as unidades de terminais fixos instalados passaram de 27 milhões em 1999 para 50 milhões em 2006; e os acessos móveis de celulares em serviço passaram de 15 milhões para 99 milhões no período.

Do ponto de vista do comércio exterior, o saldo da balança comercial tem continuado negativo, visto que em 2006 as exportações contabilizaram US\$8.955 milhões contra os US\$18.683 milhões importados (considerando o total de eletroeletrônicos). Os segmentos de maior exportação do país têm sido o de telecomunicações, o de componentes e o de equipamentos industriais (tabela 3.5) e os segmentos de produtos que mais importaram foram os de componentes, informática e telecomunicações (tabela 3.6).

Tabela 3.5 Brasil: exportações de produtos eletroeletrônicos por área (US\$ milhões)

Áreas	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Automação industrial	69,6	62,3	74,2	66,7	76,5	114,4	143,7	217,6
Componentes elétricos e eletrônicos	1264,2	1518,8	1636,8	1716,2	1760,0	1992,8	2286,0	2609,2
Equipamentos industriais	193,0	218,5	351,6	297,6	362,8	475,9	640,4	857,3
Geração, transmissão e dist. Energia elétrica	159,6	199,7	204,9	170,5	165,0	274,7	334,6	514,0
Informática	323,0	346,0	254,9	121,2	193,5	263,3	387,0	407,0
Material elétrico de instalação	113,6	141,7	154,7	142,4	150,7	202,8	228,6	299,9
Telecomunicações	381,1	1157,9	1337,8	1343,0	1333,9	1142,0	2832,3	3109,5
Utilidades domésticas	669,3	777,7	716,7	557,7	728,7	878,4	914,4	941,0
Total	3173,4	4422,6	4731,7	4415,2	4771,0	5344,2	7767,0	8955,3

Fonte: ABINEE (2007b)

Tabela 3.6 Brasil: importações de produtos eletroeletrônicos por área (US\$ milhões)

Áreas	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Automação industrial	792,4	800,5	965,8	776,1	707,8	870,4	828,8	911,5
Componentes elétricos e eletrônicos	4838,8	6609,9	6228,8	5213,1	5734,6	7825,8	8617,2	11759,2
Equipamentos industriais	887,2	667,0	1580,3	1795,4	1287,1	894,7	949,9	1251,3
Geração, transmissão e dist. Energia elétrica	314,4	213,1	337,5	279,0	221,1	224,3	223,0	310,2
Informática	855,2	1080,2	1042,7	736,9	656,8	778,1	1017,5	1389,3
Material elétrico de instalação	502,7	639,5	593,4	436,9	449,4	585,6	569,7	647,9
Telecomunicações	1298,7	1521,8	2340,1	707,1	605,0	923,7	1093,5	1234,0
Utilidades domésticas	375,9	354,6	400,0	350,0	386,0	564,7	835,5	1180,5
Total	9865,4	11886,6	13488,7	10294,4	10047,9	12667,3	15135,0	18683,8

Fonte: ABINEE (2007b).

Os produtos de maior exportação foram os telefones celulares, cujo valor exportado passou de US\$849 milhões para US\$2.663 milhões entre 2001 e 2006, seguido do motocompressor hermético e eletrônica embarcada (tabela 3.7). De outro lado, partes e componentes foram os produtos mais importados no período, com destaques para:

semicondutores, passando de um valor importado de US\$1.621 milhões para US\$3.330 milhões; componentes para telecomunicações, de US\$1.085 milhões para US\$2.420 milhões; e componentes para informática, de US\$889 milhões para US\$2.177 milhões entre 2001 e 2006 (tabela 3.8).

Tabela 3.7 Brasil: principais produtos eletroeletrônicos exportados (base 2006) (US\$ milhões)

Produtos	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Telefones celulares	849,4	1072,1	1068,6	736,0	2408,9	2663,3
Motocompressor hermético	387,8	441,2	461,7	506,3	549,2	642,7
Eletrônica embarcada	268,6	269,0	294,0	405,1	552,6	623,4
Componentes para eqptos industriais	202,5	212,1	299,9	294,4	426,1	589,9
Motores e geradores	174,9	174,6	216,8	280,0	348,6	430,7
Refrigeradores	72,3	65,5	163,7	243,2	253,3	254,2
Transformadores	81,9	83,1	53,0	92,7	133,0	201,9
Grupo motogerador	17,2	11,1	18,0	25,0	91,1	190,5
Componentes para telecomunicações	228,9	189,5	147,6	208,2	207,0	188,7
Outros mat. elétricos de instalação	68,2	71,6	62,7	94,9	117,7	151,8

Fonte: ABINEE (2007)

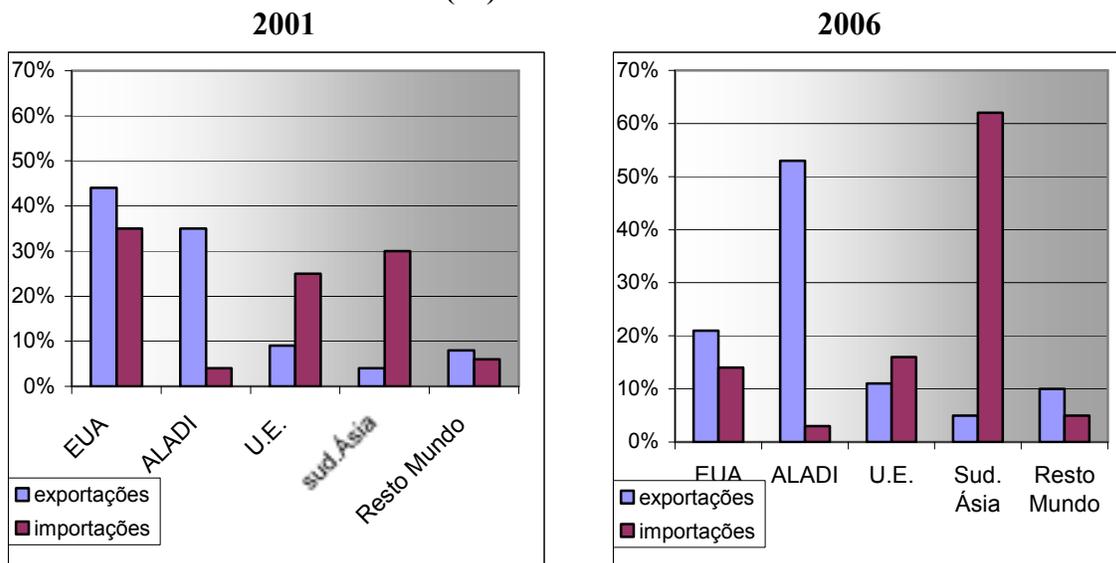
Tabela 3.8 Brasil: principais produtos eletroeletrônicos importados (base 2006) (US\$ milhões)

Produtos	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Semicondutores	1621,5	1505,6	1742,9	2397,5	2904,2	3330,6
Componentes para telecomunicações	1085,8	650,3	812,5	1285,1	17443,8	2420,4
Componentes para informática	889,2	869,4	878,7	1170,1	1597,8	2177,5
Instrumentos de medida	651,1	531,3	510,8	665,4	592,6	653,0
Eletrônica embarcada	451,8	423,8	454,3	546,4	648,3	648,3
Outros equipamentos de informática	483,6	317,1	276,7	277,3	432,6	637,8
Componentes para eqptos industriais	474,6	414,6	414,7	497,9	498,4	600,0
Cinescópios	301,3	274,6	272,8	426,6	480,0	576,2
Aparelhos de som e vídeo	66,3	83,1	91,6	220,7	360,0	504,5
Componentes passivos	388,6	245,5	257,4	342,9	372,1	431,1

Fonte: ABINEE (2007b).

Em relação ao destino das exportações brasileiras, elas deixaram de ser direcionadas principalmente para os EUA, uma vez que sua participação foi de 44% em 2001 e 21% em 2006, e passaram a se destinar para os países da ALADI, cuja participação foi de 35% em 2001 e de 53% em 2006. A origem das importações também se alterou: em 2001 a maioria dos produtos era comprada dos EUA (35%) e da U.E. (25%), mas passou a ser fornecido, sobretudo pelos países do sudeste asiático (de 30%, em 2001, para 62%, em 2006) (gráfico 3.1).

Gráfico 3.1. Brasil: destino das exportações e origem das importações de eletroeletrônicos em 2001 e 2006 (%)



Fonte: ABINEE (2007b).

Esta análise da competitividade do setor eletroeletrônico pode ser enriquecida ao se adicionar outro aspecto fundamental: sua condição inovativa.

De acordo com a Pesquisa Industrial-Inovação Tecnológica –PINTEC 2005-realizada pelo IBGE (2007), alguns ramos representativos da indústria eletrônica têm sido os mais inovativos do país, conforme tabela 3.9. A taxa de inovação média desses segmentos em conjunto foi maior que 50% no período 2003-2005, isto é, de todas as empresas representantes desses segmentos, mais da metade realizou algum tipo de inovação. Esta taxa ultrapassa a verificada pela indústria de transformação em geral, que foi de 33,4% em 2005. Analisados isoladamente, esses segmentos vêm sendo classificados nos níveis de alta e média-alta intensidade tecnológica desde 1998, como pode ser visualizado pelas taxas de inovação acima de 40% dos ramos⁵⁷.

⁵⁷ Nessa pesquisa do IBGE (2007), foi utilizada a classificação da OCDE, que identifica o grau de intensidade tecnológica dos setores da indústria de transformação e os categoriza em alta (>50%), média-alta (40%-50%), média-baixa (<40% mas acima da média industrial) e baixa tecnologia (< média industrial). O conceito de inovação tecnológica é o sugerido pelo Manual de Oslo (produtos e processos novos ou melhorados) e taxa de inovação refere-se à participação de inovações realizadas por certos grupos de empresas em relação ao total pesquisado (cerca de 95mil em 2005).

Tabela 3.9 Taxas de inovação e incidência sobre a receita líquida de atividades selecionadas em 2003-2005 (em%)

Segmentos	Taxas de inovação	Incidência sobre a receita líquida dos dispêndios nas atividades	
		inovativas	Internas de P&D
Máq. escritório e equipamentos de informática	69,2	3,8	1,48
Máq., aparelhos e materiais elétricos	45,7	3,5	1,29
Material eletrônico e aparelhos e equipamentos de comunicações	56,9	5,2	1,10
Equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	68,0	5,3	2,26

Fonte: elaboração própria a partir da PINTEC-2005 (IBGE, 2007).

Nesses ramos, as atividades inovativas absorveram entre 3,8% e 5,3% da receita líquida de vendas no período, acima da participação total da indústria de transformação (de 2,8% em 2005), e gastaram mais de 1% da receita líquida com P&D interno, também acima do gasto realizado pela indústria como um todo (de 0,58% em 2005). Considerando o dispêndio com atividades inovativas, o gasto com P&D dos segmentos representou 30% e o dispêndio com aquisição de máquinas e equipamentos, 36%. O número de empresas que realizaram gastos com P&D e com aquisição de máquinas e equipamentos, do total de inovadoras, foi, respectivamente, de 46% e 76%. Assim, esses ramos tem dedicado uma parcela elevada da receita a P&D, mas também têm elevada participação nas aquisições de máquinas (IBGE, 2007).

Importante notar os principais tipos de inovações realizados e seus graus de novidade. Do total de empresas desses 4 segmentos, 74% tiveram inovações de produto; 64% tiveram inovações de processo e 38% de produto e processo entre 2003-2005. Mas, das inovações de produto, a maior parte (70%) representou novidade apenas para a empresa (sequer para o mercado nacional) e mais da metade (51%) refletiu apenas aprimoramento de produto já existente. A própria empresa foi o principal responsável pelas inovações de produto. A maioria das inovações de processo é semelhante, pois foi novidade apenas para a empresa (88%) e por meio de aprimoramento (65%). Nesse caso, diferentemente da inovação de produto, o principal responsável pelas inovações de processo foram outras empresas do grupo ou institutos para 73% de todas inovadoras em processo (IBGE, 2007).

Os principais impactos dessas inovações, que receberam índices de alta e média importância por todas inovadoras, foram: a manutenção da participação da empresa no mercado (80%); o aumento da qualidade dos produtos (76%), aumento das exportações (66%) e da gama de produtos (61%). Por sua vez, foram considerados menos relevantes itens como a redução no consumo de água e energia (93% e 82% respectivamente), a redução do consumo de matérias primas (76%) e a queda nos custos de produção (57%) (IBGE, 2007).

Para todas as inovadoras, as principais fontes de informação tiveram origem interna, mas para algumas empresas as fontes externas consideradas de alto grau de importância foram clientes localizados no Brasil (69%) e outras empresas do grupo localizadas no exterior (12%). Um pequeno número de empresas desses ramos realizou cooperação (13%), sobretudo com outras empresas do grupo localizadas no exterior. De outro lado, as universidades e instituições de pesquisa e os fornecedores têm tido baixa importância para a realização de inovações do setor. Além disso, poucas empresas (14%) utilizaram o registro de patentes como proteção de suas inovações (IBGE, 2007). Conforme Gouveia (2006), o número de patentes registradas por empresas residentes no Brasil é pequeno no país e irrisório na participação mundial, indicando que o depósito de patentes origina-se de fora do país.

Adicionalmente a esses indicadores, Furtado (2004) fez uma análise dos padrões de inovação na economia brasileira. De modo geral, o autor considera que a situação brasileira não constitui caso de atraso, mas que as inovações incrementais são mais propícias à realidade brasileira, pois inexitem inovações consideradas de alcance mundial, as empresas tendem a introjetar a competição vinda de fora e a inovação não é a mola mestra da competição em todos os setores. Do ponto de vista setorial, o autor classificou o setor de equipamentos eletrônicos no Brasil como um setor perdedor, porque sua desvantagem competitiva (com forte presença de grandes multinacionais e fragilidade da produção local de componentes) não favorece a dinâmica inovativa. Ou seja, é um setor onde existe inovação, mas seu impulso está dificultado pela distância que o separa da estrutura e a dinâmica dos padrões internacionais. Desenha-se um equilíbrio danoso, de modo que as empresas que estão atrás não podem agredir, e as que estão à frente não precisam avançar. Apesar disso, há potencial inovativo no setor. O autor apresentou um caso de sucesso no

ramo de som e imagem, pois a inovação foi desenvolvida pela filial. Dessa forma, o setor é inovador em relação aos outros no Brasil, mas ainda se distancia dos padrões mundiais.

No que se refere à questão ambiental no setor, esse é considerado pouco poluidor em seu processo produtivo. Young (2003) levantou algumas estimativas setoriais de emissão de poluentes para o Brasil no período 1990-95, através de indicadores de custos de degradação (gastos necessários para controle da emissão) em R\$ mil.⁵⁸ Os segmentos de fabricação de aparelhos e equipamentos de material elétrico e eletrônico foram os que apresentaram mais baixos custos de degradação no ano de 1995 (respectivamente R\$3.320 mil e R\$1.497 mil) contra os R\$ 154.050 mil da indústria siderúrgica, de um total de R\$554.874 mil de todos os setores analisados.

Porém, ainda inexistem no Brasil pesquisas mais contundentes sobre o impacto ambiental dos produtos eletroeletrônicos no fim de seu ciclo de vida e como as empresas estão tratando a questão. A título de exemplo, Andrade (2002) concluiu que as placas de circuito impresso constituem resíduos perigosos conforme a norma NBR 1004, pois a análise indicou um grande potencial de metais pesados (chumbo e cádmio) e necessitam de um sistema de gestão e controle da disposição final dos mesmos de um lado; de outro, esse tipo de sucata pode ser aproveitada economicamente, pois possui metais com elevado índice de reciclagem (por ex. 90% do cobre pode ser reciclado, e prata e ouro que podem ser recuperados).

Quanto às práticas de gestão ambiental, 9% do setor de material elétrico e de comunicações não realizou nenhum tipo de procedimento associado à gestão ambiental; das empresas ativas, as principais ações destinaram-se para reciclagem ou aproveitamento de sucatas, resíduos ou refugos (41%), controle de ruídos (34%) e redução do uso de matéria-prima ou de energia (32%). Em geral, essas atividades foram realizadas dentro da própria empresa, usando, em sua maior parte, equipamentos e maquinários de origem nacional. Quanto aos custos de gestão ambiental, 31% não incorreram em custos e 69% gastaram menos de 5% dos custos dos produtos vendidos. E, em relação às projeções futuras, 24% declararam não pretender realizar investimentos ambientais e apenas 11% investiriam em tecnologias para melhora dos projetos, *design* ou embalagem dos produtos. Sobre o

⁵⁸ Os parâmetros de emissão considerados foram: carga orgânica (DBO) e sólidos suspensos totais (ST) para poluentes de água; dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV) e material particulado (MP) para poluentes do ar (YOUNG, 2003).

conhecimento de iniciativas internacionais de cunho ambiental, 46% estão cientes do Acordo de Montreal e apenas 17% conhecem a Convenção da Basileia (que trata do comércio internacional de resíduos) (BNDES/CNI/SEBRAE, 1998).

Desse modo, do ponto de vista da competitividade e da capacidade de gestão ambiental do setor, é possível concluir que:

- o setor é importante para o desenvolvimento industrial e tecnológico do país e o Brasil tem potencial de mercado;
- o Brasil possui fragilidades competitivas nos segmentos de maior intensidade de incorporação do progresso técnico (componentes), devido ao processo de terceirização e montagem de produtos no país e à facilidade de importações desses equipamentos, apesar dos incentivos políticos (que não exigiram a produção interna);
- há forte participação de grandes empresas transnacionais em diversos segmentos;
- o mercado informal na área de informática constitui um grave problema;
- é importante fortalecer a produção (não apenas montagem) do segmento de componentes);
- o setor é inovador, mas principalmente de modo incremental e ainda está distante dos desenvolvimentos da fronteira tecnológica e
- o setor é pouco poluidor no que se refere ao processo e tem implementado práticas de gestão ambiental, mas pouco há sobre análise e gestão do produto pós-consumo (que contém altos índices de metais pesados e é considerado um resíduo perigoso) no Brasil.

3.2.2 Metodologia da pesquisa de campo

A metodologia da pesquisa de campo visa avaliar os impactos da Diretiva europeia RoHS sobre o complexo eletrônico. Com esse intuito, o universo foi definido com base nas empresas associadas da ABINEE atualmente e a partir dos segmentos/produtos mais afetados. Os critérios de seleção desses segmentos foram: opinião de especialistas, revisão bibliográfica dos impactos internacionais e a análise dos produtos e substâncias cobertos pela diretiva. Dessa forma, o universo foi constituído por 386 empresas integrantes dos segmentos: automação industrial, telecomunicações, componentes, utilidades domésticas,

informática e serviços de manufatura⁵⁹(Anexo 3). Ressalta-se que esses segmentos são representativos do complexo eletrônico como um todo.

Na elaboração do questionário foram focados os aspectos mais importantes para o teste das hipóteses, a saber: características das empresas e sua capacidade de adequação à RoHS; tipos de inovação e fontes de inovação; impactos econômicos e ambientais da inovação; efeitos sobre a organização e dificuldades de adequação. Foram utilizados como base os questionários aplicados por outros países, os conceitos da PINTEC (IBGE) e o questionário e os indicadores discutidos por Kemp & Arundel (1998) e Andersen (2005). Além disso, primou-se pela simplicidade, clareza, objetividade e foi tomado o cuidado de não direcionar a resposta, visto que em nenhum momento utilizaram-se palavras-chave como “inovação”, “meio ambiente” ou outras que embutissem juízos de valor. A escolha, portanto, foi a de um questionário estruturado, fechado, visando a obtenção do maior número de respostas.

Algumas definições específicas merecem esclarecimentos: a) o porte das empresas foi delimitado segundo a classificação do BNDES sobre intervalos de faturamento e não segundo o critério do IBGE, por número de empregados, pois, segundo opiniões dos funcionários do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Complexo Eletrônico e Tecnologia da Informação - IPD-Eletron (setor responsável por pesquisas e integração entre as universidades e o setor privado na ABINEE), os respondentes saberiam responder melhor pelo primeiro do que pelo segundo critério; b) os tipos de mudanças tecnológicas e atividades inovativas seguem os critérios da PINTEC, com vistas a manter uma comparação com outras pesquisas de inovação e manter o alinhamento de questões ambientais com o Manual de Oslo; c) os intervalos de gastos com P&D para adequação à RoHS como participação dos gastos totais com P&D basearam-se na experiência internacional e em opiniões de especialistas da ABINEE.

Do ponto de vista prático, foi realizada uma espécie de parceria com o setor responsável por pesquisas e integração entre as universidades e o setor privado na ABINEE (IPD Eletron), de modo que os questionários foram enviados por intermédio da associação

⁵⁹ Serviço de manufatura eletrônica, segundo informações da ABINEE, é o segmento de terceirização do processo de montagem de placas de circuito impresso fabricando, montando e testando sistemas eletrônicos e produtos completos que são usados em computadores, telefones celulares, carregadores de celular, eletrônica de consumo, leitores magnéticos entre outros.

industrial diretamente para diretores ou presidentes. O modo de envio foi realizado por correio eletrônico, no próprio texto da mensagem, pois isso permite a melhor visualização do questionário (e identificação de interesse por parte da empresa), facilita a resposta por parte do pesquisado e a obtenção de comentários adicionais por parte do pesquisador. O questionário foi identificado como: “Questionário 1: Reflexo da Diretiva RoHS nas empresas no Brasil” e encontra-se no Anexo 2.

A amostra compõe-se de 54 empresas (razões sociais), o que indica uma representatividade relativamente confiável e representa 14% das 386 empresas do universo.

Apesar de uma das hipóteses se constituir da comparação entre empresas nacionais e empresas de capital estrangeiro, a amostragem estratificada foi inviabilizada pela falta de uma informação fundamental: a participação de empresas nacionais e estrangeiras no universo das 386 empresas. A informação disponível da ABINEE refere-se somente a parte (63%) de todas associadas (567 empresas não classificadas por segmentos), das quais 67% declaram controle nacional do capital, 23% controle estrangeiro e 10% de controle misto.

Deve-se notar, contudo, que foi possível manter a comparação entre nacionais e estrangeiras pela participação semelhante dos dois grupos na amostra: das 54 empresas, 56% são nacionais e 44% são estrangeiras. Importante registrar que o apoio recebido da ABINEE e o número elevado de respostas refletem a importância do tema para o setor.

3.2.3 Resultados da pesquisa de campo

A partir da análise dos resultados da pesquisa de campo realizada no complexo eletrônico pretende-se responder se e como a RoHS afeta as empresas do setor no Brasil (na percepção das empresas). As possíveis respostas mais específicas a essa questão se subdividem no nível da firma e da organização industrial do setor, como apresentadas no início da seção 3.1.

- Hipóteses 1 e 1.1

No nível da firma as duas primeiras hipóteses são tratadas conjuntamente pelo vínculo indissociável existente entre elas, a saber:

H1. A RoHS estimula a mudança tecnológica e gera outros ganhos econômicos e ambientais no complexo eletrônico no Brasil; e

H1.1 As empresas estrangeiras estão mais avançadas nesse processo do que as empresas nacionais do complexo eletrônico no Brasil.

A tabela 3.10 sintetiza as características das empresas que compõem a amostra e sua condição frente à RoHS. Das 54 empresas, 30 são controladas por capital nacional e 24 por capital estrangeiro, originário das regiões da Europa, América e Ásia. Considerando o porte dessas empresas, mais da metade das nacionais classificam-se como pequenas e médias (PME) e a maioria das estrangeiras é grande (GDE). Independentemente do capital de origem tem-se que metade da amostra é constituída por pequenas e médias (27 PMEs) e metade por grandes (27 GDEs). Em relação ao segmento, há no mínimo duas empresas atuando em cada segmento e a maioria das empresas concentra-se nos ramos de componentes, automação industrial e utilidades domésticas (UD). Onze empresas atuam em mais de um segmento, por exemplo, há 3 empresas nos ramos de componentes e teles simultaneamente; 2 nos de componentes e automação e 1 atuando nas áreas de componentes, teles e UD.

Tabela 3.10 Caracterização das empresas da amostra por capital de origem, porte, segmento de atuação, mercado principal e condição frente à RoHS (em unidades)

	NACIONAL (30)		ESTRANGEIRA (24)		TOTAL
	PME (19)	GDE (11)	PME (8)	GDE (16)	
SEGMENTOS					
Componentes	5	4	3	9	21
Telecomunicações	2	1	2	4	9
Serviços de manufatura			1	1	2
Informática	1	3		4	8
Utilidades Domésticas	5	3	2	3	13
Automação industrial	10	1	1	2	14
MERCADO PRINCIPAL					
Nacional	17	11	8	12	48
Mercosul				1	1
Outros países América	1				1
Europa				1	1
Ásia				1	1
CONDIÇÃO FRENTE A ROHS					
Conhece a RoHS	14	8	7	16	45
Não conhece a RoHS	5	3	1		9
Está em conformidade com a RoHS ou em processo de	10	5	6	15	36
Não está em conformidade	9	6	2	1	18

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

O mercado principal, para a quase totalidade das empresas (92%) que responderam a questão, é o mercado nacional. Assim os dados permitem uma análise representativa do comportamento das empresas por origem do capital, segmentos de atuação e porte. Adicionalmente deve-se destacar, conforme IBGE (2007), que algumas características das empresas podem influenciar a escolha das estratégias e seu desempenho inovativo.

Em relação à condição das empresas diante da RoHS, de modo geral, elas parecem estar bem informadas, pois cerca de 85% dizem conhecer a diretiva - especialmente as estrangeiras. Quando se trata de cumprir a exigência, **36 das 54 empresas no país estão em conformidade ou em processo de conformidade com a diretiva, o que representa 67% do total; 18 empresas - ou 33% da amostra - não estão adequadas ou em processo de adequação à diretiva.**⁶⁰ Ou seja, a maioria das empresas da amostra, cujo principal mercado é o nacional, cumprem ou estão buscando cumprir uma exigência ambiental européia, apesar do país não possuir regras semelhantes (como será visto no capítulo 4), de o setor no Brasil ter poucas relações comerciais com a Europa e possuir um dos maiores déficits comerciais no contexto mundial, como observado no item 3.2.2. Essa observação constata uma das principais conclusões do capítulo 2, a de que a **RoHS tem efeitos globais**, mas também levanta uma outra questão: **quais são os principais canais de transmissão da diretiva e como isso tem afetado o setor no país?** A organização do complexo e a forte presença de empresas estrangeiras no Brasil são importantes indícios, que merecem ser explorados por meio da comparação entre empresas nacionais e estrangeiras - tanto na condição de não conformidade quanto na de conformidade com a RoHS.

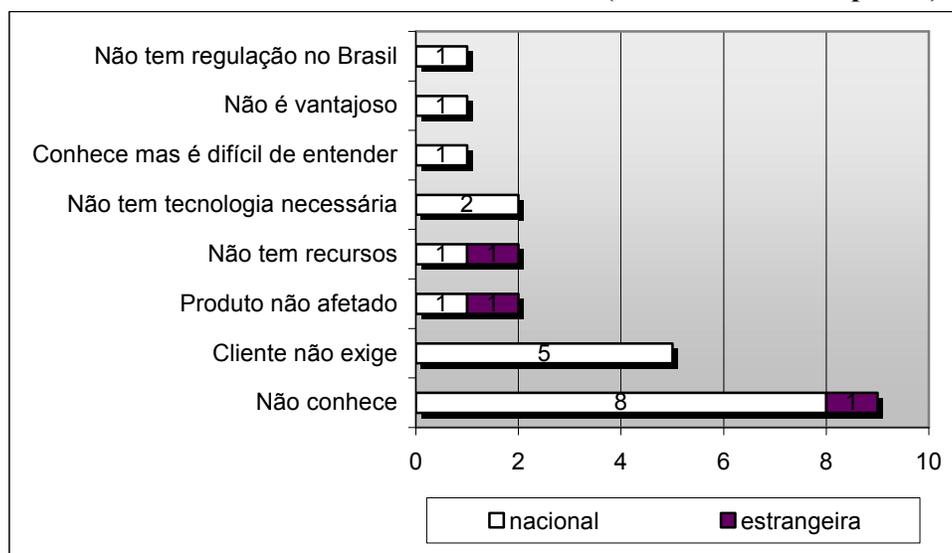
Das 18 empresas que não se encontram em conformidade ou não estão em processo de conformidade com a RoHS, 50% alegaram falta de informação e 28% falta de exigência do cliente como os principais motivos - conforme ilustrado no gráfico 3.2.⁶¹ Assim, a informação e a demanda (ou mesmo a relação com elos da cadeia) desempenham papéis importantes para a transmissão da RoHS. A maior parte das empresas que não estão adequadas são nacionais (83%), pelo mesmo *ranking* de motivos: 8 nacionais (44% de

⁶⁰ Para facilitar o texto, as condições “adequadas à RoHS” e “em processo de adequação à RoHS” serão consideradas na mesma categoria “adequadas”.

⁶¹ Três empresas tiveram mais de uma razão para não se adequar, mas os dois principais motivos (falta de informação e falta de exigência do cliente) não foram mencionados simultaneamente por nenhuma empresa.

todas desconformes) desconhecem a diretiva e 5 (28%) não são cobradas pelo cliente. Por sua vez, a participação das empresas estrangeiras é muito baixa naquelas categorias: apenas uma declarou não conhecer a RoHS e das que conhecem, a maioria é de porte pequeno e médio e justificou o não-cumprimento com comentários adicionais. Uma empresa francesa, por exemplo, que atua na área de informática declarou que a subsidiária no Brasil não cumpre a RoHS, mas a matriz a cumpre integralmente. Algumas nacionais também realizaram comentários importantes justificando sua posição: uma grande empresa do ramo de utilidades domésticas afirmou que, embora tenha informação, não há exigências deste tipo no Brasil; outra empresa do mesmo ramo, que tomou conhecimento da diretiva pelo cliente, confirmou que o produto não é afetado por enquanto. Um relato importante, que será abordado adiante, foi o de uma empresa de pequeno porte nacional do segmento de componentes que, por falta de recursos para o desenvolvimento da inovação de processo, não conseguiu cumprir a diretiva. Com isso, percebe-se que as empresas nacionais possuem maiores dificuldades para cumprir as exigências ambientais externas do que as estrangeiras.

Gráfico 3.2 Motivos da não-conformidade com a RoHS (em unidades de empresas)



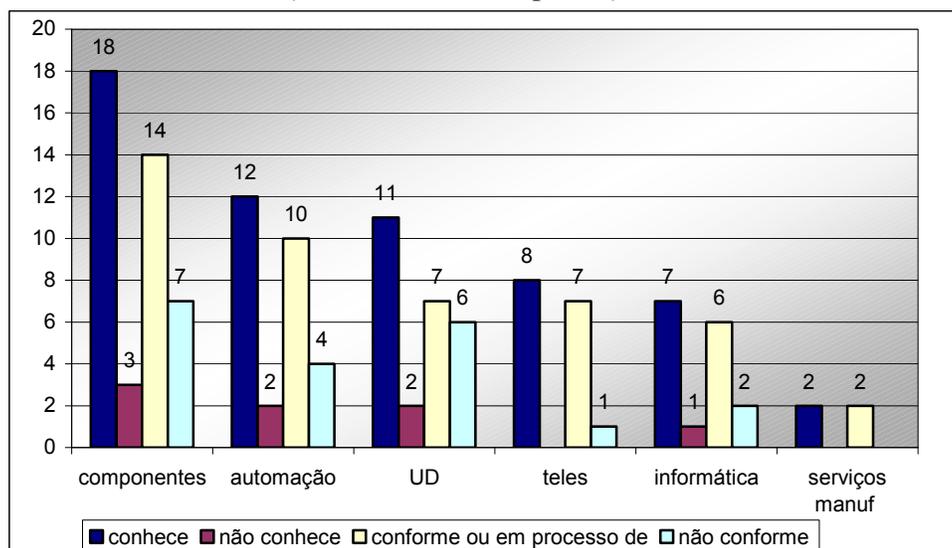
Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

A discussão segundo a qual as empresas de países em desenvolvimento - especialmente as de pequeno e médio porte - enfrentam desafios maiores do que as estrangeiras oriundas de países industrializados realizada no item 1.3.3 tende a ser corroborada pelos resultados acima. Mas esse resultado não deve ser tomado como um

indicador de total imobilidade das empresas nacionais diante das estrangeiras nesse tipo de ajuste, visto que das 30 nacionais, metade não está adequada, mas a outra metade está realizando esforços para se adequar (como será explorado).

Em relação aos segmentos de atuação, segundo o gráfico 3.3, das 54, empresas ao menos **2 de cada segmento afirmaram estar em conformidade com a RoHS**; se somarmos a esse valor as que estão em processo de adequação, o número de empresas por segmento que realiza tais esforços aumenta. O segmento de componentes, mais importante do ponto de vista tecnológico e com elevado grau de competitividade no mundo e no Brasil, se destaca, pois das 21 empresas, 18 conhecem a diretiva e 14 estão em conformidade ou em processo de adequação; em seguida, das 14 empresas do ramo de automação industrial, cuja maioria é de origem nacional, 10 estão em conformidade. Isso significa que 39% das empresas adequadas atuam no ramo de componentes e 28% no de automação industrial. As empresas de outros segmentos, como telecomunicações, informática e serviços de manufatura, embora em menor número, estavam bem informadas e apresentaram baixos níveis de não-conformidade.

Gráfico 3.3 Condição das empresas da amostra diante da RoHS por segmentos - conhecimento e conformidade (em unidades de empresas)

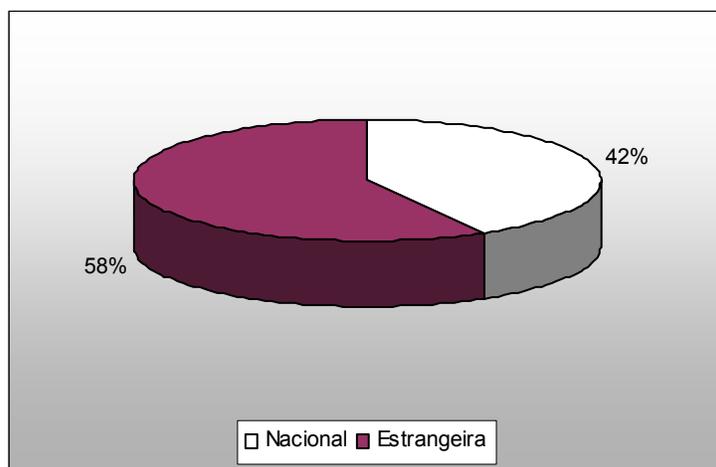


Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Dessa forma, o fato de que em cada segmento haja mais de uma empresa adequada à RoHS pode ser tomado como uma *proxy* dos segmentos afetados pela diretiva. Isso tem importantes implicações para esse e para outros estudos, pois **não há no Brasil registros de quais sejam os segmentos do complexo eletrônico afetados pela diretiva**. Além disso, ressalta que, **embora sejam os produtos finais os alvos da RoHS (como computadores, eletrodomésticos, telefones entre outros apresentados no capítulo 2), partes e componentes também são afetados e, portanto, fabricantes ou fornecedores de outros elos da cadeia são cobrados a realizar alterações**.⁶² Esse fato coincide com os verificados pelos estudos do Reino Unido e EUA indicados no capítulo 2, segundo os quais a RoHS afeta toda a cadeia direta ou indiretamente, sobretudo os fornecedores de componentes no curto prazo.

Do ponto de vista da origem do capital controlador das empresas, a partir do gráfico 3.4 é possível visualizar a posição avançada das empresas estrangeiras relativamente às nacionais. Evidencia-se que, do total das 36 empresas que estão em conformidade com a RoHS, 21 são estrangeiras e constituem a maioria, representando 58% destas, contra 15 (42%) nacionais. Nota-se também que, como indicado na tabela 3.10, a maioria das estrangeiras adequadas é de grande porte.

Gráfico 3.4 Participação das empresas nacionais e estrangeiras no total de empresas em conformidade ou em processo de conformidade com a RoHS (em %)

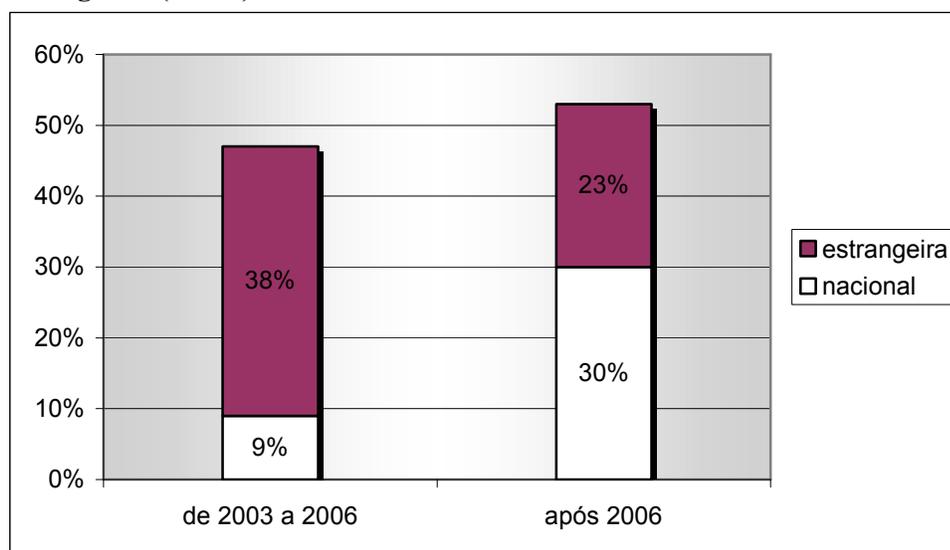


Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

⁶² Possíveis alterações sobre a organização industrial serão exploradas mais adiante nessa mesma seção, no teste da hipótese H2.

Com relação ao período de ajuste, a maioria das 36 empresas, em geral, passou a se adequar à RoHS a partir de 2006 (53%), e menos da metade antes disso, entre 2003 e 2006 (47%). Não houve registro de empresas que estivessem adequadas antes de 2003- ano de promulgação da exigência – conforme o gráfico 3.5. **Isso aponta um certo atraso ou mesmo uma atitude reativa por parte das empresas instaladas no Brasil em relação às de países mais avançados como Japão, Noruega e EUA**, que já realizavam esforços desde início dos anos 1990 com vistas à substituição de substâncias perigosas como visto no capítulo 2. Esse atraso torna-se também evidente ao se cotejar, dentre os dois períodos citados, o comportamento das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS no Brasil. Conforme o gráfico, 38% das empresas adequadas à RoHS no período 2003-2006 eram estrangeiras e apenas 9% nacionais e, das que iniciaram o processo de adequação após 2006, 30% são nacionais e 23% estrangeiras. Assim a situação do Brasil se aproxima mais daquela verificada em países de industrialização recente, cujos esforços de adequação intensificaram-se a partir de 2003 e, no caso da Tailândia, foram iniciados pelas transnacionais.

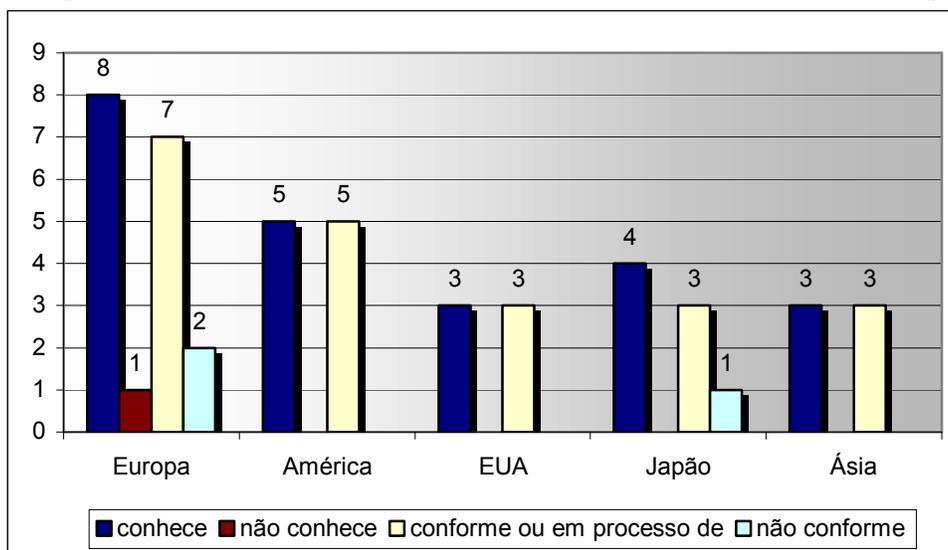
Gráfico 3.5 Período de início do processo de conformidade com a RoHS das empresas nacionais e estrangeiras (em %)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

O avanço relativo das empresas estrangeiras diante da RoHS no que se refere à participação no total de empresas adequadas e quanto ao período de adequação sugere que **o marco regulatório do país de origem tem um papel central na sua atuação ambiental transfronteira** (como discutido no item 1.2.2). Dessa forma, a condição das empresas estrangeiras diante da RoHS por país de origem do capital controlador é um dado importante, porque tende a refletir a influência da matriz sobre as ações das empresas sediadas no Brasil. O gráfico 3.6 mostra que a maioria das 24 empresas estrangeiras é de origem européia, seguidas das norte-americanas e japonesas. Das 9 empresas européias, apenas duas não cumprem a diretiva (uma grande e uma pequena); todas as empresas oriundas das outras regiões/países conhecem e somente uma japonesa de pequeno porte não cumpre a diretiva. Assim, a participação de empresas européias em conformidade com a RoHS no Brasil é elevada, representando 33% das 21 estrangeiras adequadas e 20% do total das 36 empresas em conformidade. Soma-se a isso o fato de que a maioria das empresas estrangeiras adequadas é de grande porte, o que sugere, conforme apresentado no item 1.2.2, que as estratégias ambientais são centralizadas, isto é, vinculadas às da matriz independentemente da localização.

Gráfico 3.6 Condição das empresas estrangeiras da amostra diante da RoHS por país de origem do capital controlador - conhecimento e conformidade (em unidades de empresas)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Uma reflexão sobre as fontes de informação e os motivos de adequação à RoHS colabora para essa discussão. Entre todas as 36 empresas que se encontram em conformidade com a RoHS a principal fonte de informação manifestada foi a matriz (22), seguida do cliente (13) e de conferências, feiras ou encontros (11). Atores como a associação industrial, certificadores e fornecedores constituíram os canais de difusão de informação menos utilizados. Outros agentes importantes para o país, como órgãos do governo e consultores não foram mencionados como fonte de informação por nenhuma empresa (gráfico 3.7 a).⁶³

Comparando nacionais e estrangeiras, a matriz foi a fonte de informação primordial para todas as 21 estrangeiras em conformidade, seguida do cliente e de conferências e encontros. Para as nacionais, as conferências, os clientes e a associação industrial desempenharam um importante papel informativo. Esses resultados demonstram quais têm sido os canais de transmissão da informação sobre as exigências ambientais externas para as empresas sediadas no Brasil e ressalta o papel das matrizes - mais uma vez - em detrimento das nacionais - com total ausência do governo. Além disso, segundo IBGE (2007), as fontes de informação têm uma forte influência sobre a habilidade de inovar das empresas.

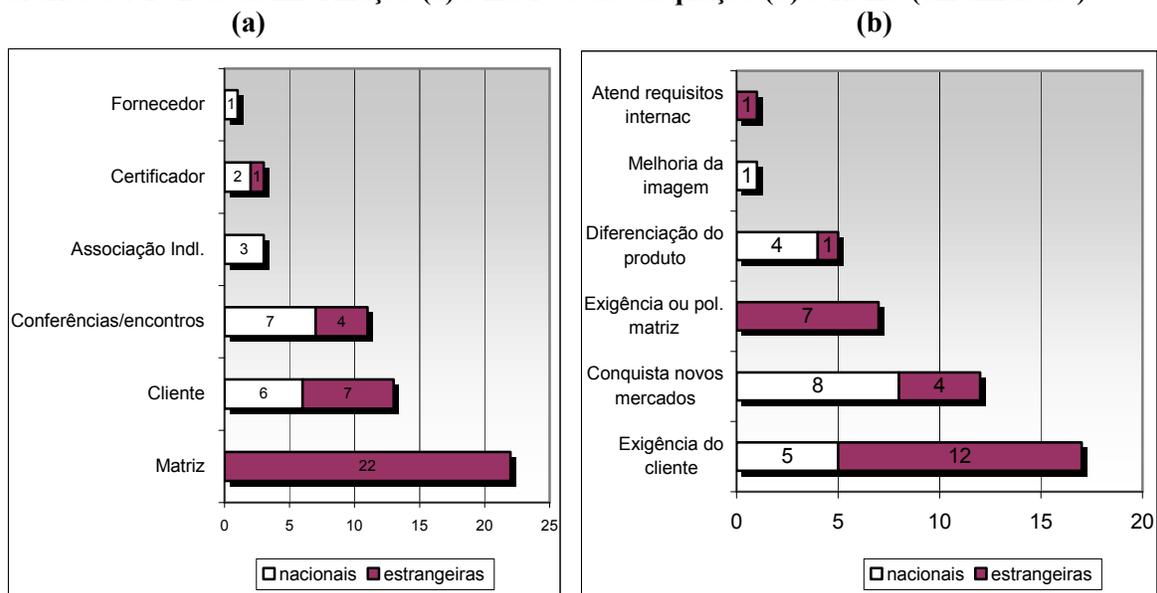
No que se refere aos motivos, a exigência dos clientes representou a principal razão para realização dos esforços de adequação à RoHS, sendo crucial para quase metade das empresas (17 das 36), de acordo com o gráfico 3.7 (b). A conquista de novos mercados, a exigência da matriz e a diferenciação do produto também se destacaram como fatores importantes para cumprir a RoHS.⁶⁴ Contudo, a influência desses fatores sobre o comportamento de nacionais e estrangeiras é diferenciada: a exigência ou política da matriz foi, depois da exigência dos clientes, segundo principal motivo para 7 das 21 empresas estrangeiras adequadas à RoHS; e para as empresas nacionais, o principal motivo de adequação tem sido a conquista de novos mercados. Esses resultados levantam algumas reflexões importantes, pois, a princípio a exigência do cliente como razão principal de ajuste pode refletir uma atitude reativa das empresas, assim como tem sido na China. A exigência da matriz, por sua vez tende a reforçar a influência do país de origem na posição

⁶³ Cinco empresas apontaram mais de uma fonte de informação

⁶⁴ Cinco empresas mencionaram mais de um motivo para se adequar à RoHS.

mais avançada das estrangeiras instaladas no Brasil. Contudo, a busca por novos mercados pelas nacionais tende a indicar que há algum interesse por parte dessas empresas nesse tipo de competição.

Gráfico 3.7 Fontes de informação (a) e motivos de adequação (b) à RoHS (em unidades)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas aos questionários

Apesar de as empresas nacionais constituírem a menor parte (42%) do total das 36 empresas adequadas à RoHS no Brasil, é importante qualificar o seu comportamento, uma vez que gera subsídios para discutir quais ações deveriam ser tomadas no país. Das 15 empresas nacionais que se encontram em conformidade ou em processo de conformidade com a RoHS, a maioria (10) é de porte pequeno e médio. Importante observar que, destas, 6 atuam no segmento de automação industrial, 2 no de componentes, 2 no de utilidades domésticas, 1 em telecomunicações e 1 em informática.⁶⁵

Para essas empresas especificamente, os principais motivos para adequação à RoHS têm sido a conquista de novos mercados (para 6) e a diferenciação do produto (para 3). Importante destacar que uma microempresa do ramo de automação encontra-se em processo de adequação à RoHS por exigência do cliente. Assim parece que se estabelece uma competição desigual entre as grandes estrangeiras mais avançadas e as pequenas e médias nacionais. Considerando os motivos da conformidade e os segmentos de atuação,

⁶⁵ Como já demonstrado, algumas empresas atuam em mais de um segmento.

estes dados podem significar que as pequenas e médias empresas nacionais, sobretudo as do ramo de automação industrial, sejam as mais afetadas ou tenham interesse e potencial para atuar no comércio de eletrônicos “verdes”. Considerando sua pequena posição na pauta exportadora apresentada no item 3.2.2, isso poderia representar um nicho de mercado a ser explorado pelas empresas desse segmento no contexto do comércio internacional.

Até o momento pode-se considerar que a RoHS afeta o Brasil, pois grande parte das empresas sediadas no país realiza esforços de adequação à diretiva. Aparentemente os principais canais de transmissão dessa diretiva têm sido o mercado, por causa da exigência dos clientes, e as firmas estrangeiras, que estão adequadas a mais tempo. Estas últimas se encontram mais avançadas no processo de ajuste à RoHS do que as nacionais indicando uma estratégia de centralização, ou seja, integração com as estratégias da matriz independentemente de atuar em um país com exigências ambientais mais frouxas. Embora não seja objeto de estudo do presente trabalho uma análise das decisões de investimento e localização das empresas transnacionais, num primeiro momento esta observação parece contrariar o argumento de “portos de poluição” apresentado na seção 1.2.2.

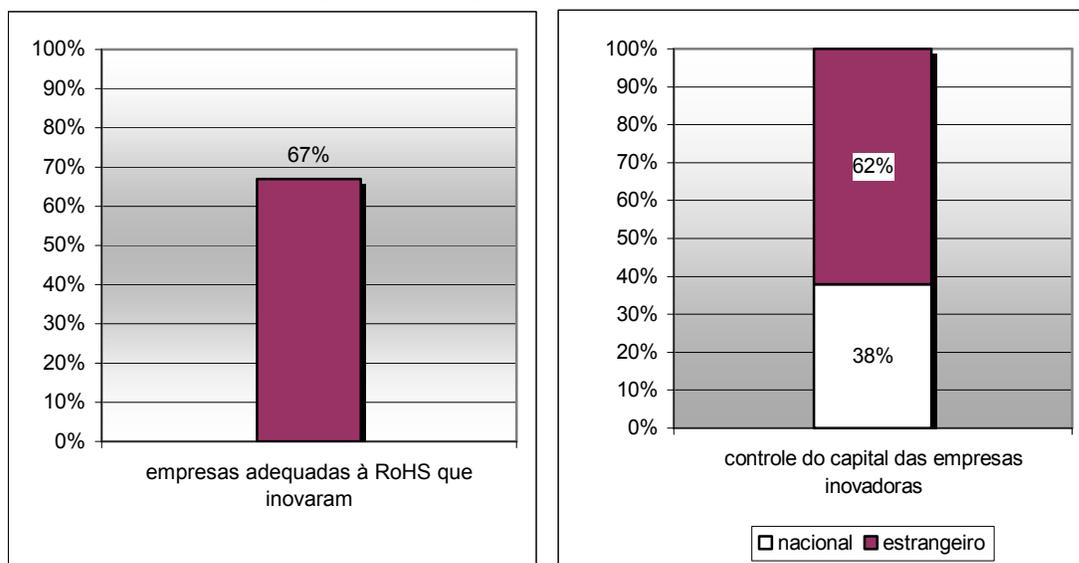
Os estudos realizados no Brasil não são consensuais sobre a performance ambiental das empresas estrangeiras. A idéia anterior vai ao encontro de algumas conclusões de Lustosa (1999), segundo as quais as empresas de maior inserção internacional (controle do capital estrangeiro ou exportadoras) são as mais preocupadas com o meio ambiente. Contudo, como conforme Almeida (2001), no caso da indústria petroquímica a origem do capital não foi o fator determinante do comportamento ambiental da empresa. Conforme Rocha (2006) as empresas nacionais da indústria de papel e celulose estão à frente das estrangeiras no que se refere à gestão ambiental, porém isso não configura uma situação de uso do Brasil como porto de poluição. Portanto, como colocado por Rocha (2006), o desempenho ambiental das transnacionais é diverso e varia conforme o setor e contexto específicos.

Dando continuidade, faz sentido supor que **a origem do capital também afeta a capacidade inovativa das empresas estrangeiras, devido ao apoio que seria dado pela matriz.** Avançar nessa discussão implica responder uma questão mais ampla, ou seja, **identificar os efeitos inovadores da RoHS sobre as empresas adequadas.**

Segundo IBGE (2007), inovação pode ser definida como a implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. Os resultados desses tipos de inovação podem ser significativos quanto ao desempenho e nível de qualidade do produto e custos de produção e entrega. Visando seguir essa classificação e, ao mesmo tempo estabelecer um limite entre melhorias substanciais e meras alterações marginais, foram utilizadas seis categorias de mudança tecnológica: 4 para inovações e 2 para alterações marginais conforme a tabela 3.11 e gráfico 3.9.⁶⁶

De modo geral, das 36 empresas adequadas ou em processo de adequação à RoHS, ao menos 6 afirmaram ter tido algum tipo de mudança tecnológica e 15 empresas apontaram mais de um tipo de mudança. Considerando somente inovação tecnológica (novos ou melhores produtos e processos), 24 empresas, que representam **67%** do total de empresas adequadas, **declararam ter inovado. Dessas 24 empresas que inovaram, 62% eram estrangeiras e 38% nacionais (gráfico 3.8). Esses resultados ressaltam que a RoHS tem gerado inovações e que as estrangeiras estão à frente nesse processo.**

Gráfico 3.8 Influência da RoHS sobre inovação tecnológica: empresas adequadas à RoHS que inovaram e controle do capital das empresas que inovaram (em%)



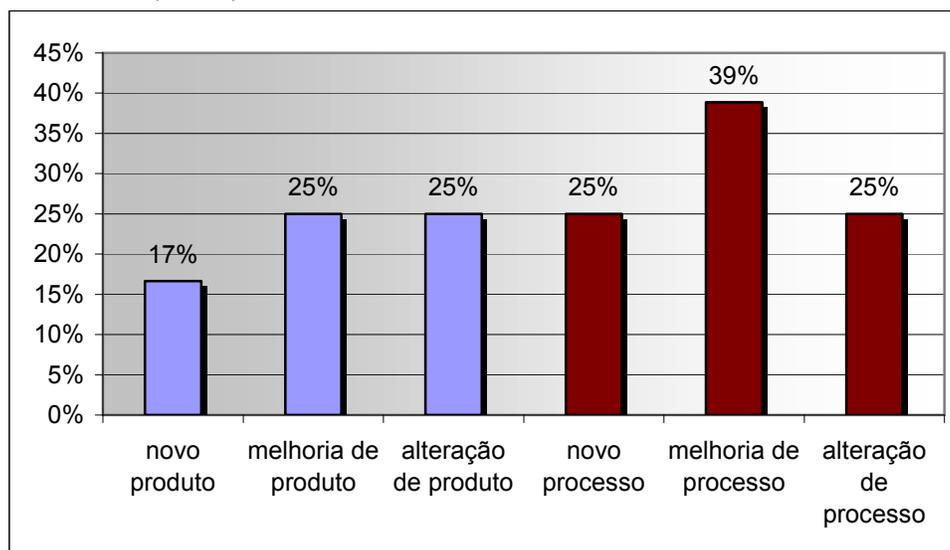
Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

⁶⁶ Como discutido no capítulo 1 (1.2.1), são seguidas as sugestões de autores como Kemp e Arundel (1998) e Andersen (2005) no que se refere ao ajuste e similaridade dos indicadores de inovação ambiental ao manual de Oslo. A análise por meio das categorias definidas e das atividades inovativas baseadas na PINTEC é relevante na medida em que o IBGE se baseia nesse manual; além disso, tende a constituir um padrão de comparação com as inovações em geral e do setor.

O principal tipo de inovação resultante foi **de processo**. Das **36 empresas adequadas, 19 (53%) desenvolveram inovações de processo**, 13 empresas (36%) inovações de produto e 8 (22%) inovações de produto e processo. Nota-se que, das 13 inovações de produto, 8 foram de empresas estrangeiras e das 19 de processo, 11 foram de estrangeiras. Das inovações de produto e processo, 4 novos produtos estiveram associados a novos processos; 5 aprimoramentos de produto estiveram associados a melhorias de processo; e uma empresa apontou todos os tipos de inovação como resultado da RoHS.

Quanto aos tipos específicos de inovação, o principal resultado da RoHS residiu na **melhoria de processos**, pois **39%** do total de empresas adequadas alegaram esse tipo de inovação. Outros tipos de inovações significativas foram novos processos e melhoria de produto, representando 25% para cada categoria de todas empresas adequadas. Apenas 17% das firmas geraram novos produtos (tabela 3.11 e gráfico 3.9).

Gráfico 3.9 Mudanças tecnológicas de produto e processo realizadas pelas empresas adequadas à RoHS (em %).



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

As grandes empresas estrangeiras apresentaram níveis elevados de novidade das inovações, pois tiveram participação acentuada nos novos produtos e novos processos desenvolvidos. Ou seja, de 6 novos produtos e 9 novos processos, mais da metade foram desenvolvidos por grandes empresas estrangeiras conforme a tabela 3.11. Já as empresas nacionais, sobretudo as de pequeno e médio portes, tiveram seus esforços intensificados nas

melhorias de processo. **Isso reforça o desempenho superior das estrangeiras em termos de inovação.**

Tabela 3.11 Tipos de mudanças tecnológicas realizadas pelas empresas adequadas à RoHS por capital de origem e porte (em unidades)

Tipos de mudança tecnológica	Nacional		Estrangeira		Total
	PME	GDE	PME	GDE	
Novo produto	1	1		4	6
Melhoria de produto	1	2	1	5	9
Alteração de produto	3		3	3	9
Novo processo	3			6	9
Melhoria de processo	4	2	2	6	14
Alteração de processo	2	1	2	4	9

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Também é importante notar que **o cumprimento de uma exigência ambiental de produto tem tido, como principal efeito tecnológico, inovações de processo (principalmente incrementais) e, em menor medida, inovações de produto - pelo menos num primeiro momento.** Isso significa que a redução de substâncias perigosas é mais complexa do que a mera substituição de materiais no produto e envolve também o uso ou desenvolvimento de novos ou melhores processos.

Essa observação pode ser reforçada recorrendo-se às dificuldades fundamentais enfrentadas pelas empresas adequadas à RoHS. Conforme o gráfico 3.12 (que se encontra no final desta seção), a substituição de materiais foi o principal obstáculo apontado por 22 das 36 firmas adequadas. De fato, como visto no capítulo 2, essa também foi a maior dificuldade enfrentada pelas empresas dos outros países como Reino Unido, Noruega, China e Tailândia, especialmente no que se refere à substituição do chumbo. A substituição desse material causou inovações de processo no caso do Reino Unido e, mais recentemente, tem estimulado a introdução de novas linhas de produtos e equipamentos no caso da China.

Além disso, considerações devem ser realizadas quanto à reação tecnológica associada ao tipo específico de exigência ambiental implementada. Conforme discutido no capítulo 1, quanto mais rigorosos forem os instrumentos de política ambiental utilizados, maior seria o grau de novidade da inovação gerada pelas empresas reguladas, ou seja, mais radical seria a inovação. Aparentemente essa não foi a regra para todas as empresas, pois um número relativamente baixo de empresas desenvolveu novos produtos e novos processos, sobretudo as estrangeiras. Embora esse tipo de exigência não seja obrigatória no

Brasil, isso suscita recorrer a duas questões: qual a condição inovadora do setor no Brasil e quais foram as fontes de inovação mais utilizadas.

O setor de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil, como apresentado na seção anterior, é altamente inovador, em comparação com outros setores. Mas a maioria das inovações, sobretudo aprimoramentos de produtos e processos já existentes, teve baixo grau de novidade para o mercado nacional. Assim, aprimoramentos de processos resultantes da RoHS não se distanciam do padrão de inovação registrado pelo setor no Brasil.

As atividades inovativas, segundo IBGE (2007), representam os esforços que as empresas empreendem para inovar e são de dois tipos: Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e outras atividades, como aquisição de bens e serviços externos e treinamento voltados ao desenvolvimento de produtos ou processos, entre outros. Aliás, gastos com P&D, conforme ressaltado por Kemp & Arundel (1998), são importantes indicadores de inovação ambiental.

Com base na tabela 3.12 pode-se selecionar os esforços mais intensivos e menos intensivos voltados ao cumprimento da RoHS. As principais atividades inovativas das 36 empresas registradas foram gastos com P&D, treinamento e aquisição de máquinas e equipamentos. No primeiro item, 19 empresas despenderam com P&D internos, das quais 17 (47% do total das 36 empresas) realizaram esforços voluntários e apenas 2 (5% do total das 36 empresas) usufruíram dos benefícios da lei de informática. A matriz também desempenhou um papel importante na transferência de P&D para 8 empresas estrangeiras (22% do total das 36). Em segundo lugar, a realização de treinamento foi essencial para 42% das empresas. Por fim, 36% das empresas apontaram a aquisição de máquinas e equipamentos. É também interessante notar que, de todas as empresas que responderam a questão, 17 apontaram mais de uma opção e, dessas, 9 associaram a aquisição de equipamentos ao treinamento, bem como 5 associaram os gastos com P&D ao treinamento. Isto sugere o empenho em termos de treinamento de pessoal para o desenvolvimento ou adaptação das inovações de processos ou produtos verificadas acima.

Esses esforços mais intensivos merecem algumas considerações adicionais, no que confere à magnitude dos gastos com P&D e à origem desses esforços. De acordo com a tabela 3.13, das 23 firmas que afirmaram realizar algum tipo de dispêndio com P&D destinado à adequação à RoHS (sejam eles internos voluntários, compulsórios ou

transferidos da matriz), 74% gastaram menos de 2,5% do total gasto com P&D; apenas 17% gastou entre 2,5% e 5% do gasto total e nenhuma gastou mais de 10%. A maioria das empresas que gastaram menos de 2,5% é estrangeira (52%) e, das que gastaram entre 2,5% e 5%, 3 são nacionais e 1 estrangeira. Considerando que esse é o setor no Brasil que mais investe em P&D (em porcentagem do faturamento), acima da média industrial, e que o Reino Unido tem gasto cerca de 5% de seu gasto total com P&D, esse valor é relativamente baixo.

Tabela 3.12 Atividades Inovativas para adequação à RoHS das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS (em unidades e %)

ATIVIDADES INOVATIVAS	Nacional (15)			Estrangeira (21)			Total (36)	
	N (und)	N/36 ¹ (%)	N/T ² (%)	E (und)	E/36 ³ (%)	E/T ⁴ (%)	T (und)	T/36 ⁵ (%)
Compra de máquinas e equipamentos	6	17%	46%	7	20%	54%	13	36%
Gastos com P&D internos voluntários	7	20%	42%	10	28%	58%	17	47%
Gastos com P&D interno compulsórios (Lei de Informática)	2	5%	100%	0	0%	0%	2	5%
Transferência de P&D da matriz	-	-	-	8	22%	-	8	22%
Transferência de tecnologia ou máquinas e equipamentos da matriz	-	-	-	4	11%	-	4	11%
Registro de patentes	0	0%	0	0	0%	0%	0	0%
Treinamento de pessoal	5	14%	33%	10	28%	67%	15	42%
Cooperação com empresas fora do grupo	3	8%	50%	3	8%	50%	6	17%
Associação com instituições de pesquisa/universidades	2	5%	67%	1	3%	33%	3	8%

1. N/36: participação de empresas nacionais no total de empresas adequadas a RoHS
2. N/T: participação de empresas nacionais por atividade inovativa
3. E/36: participação de empresas estrangeiras do total de empresas adequadas a RoHS
4. E/T: participação de empresas estrangeiras por atividade inovativa
5. T/36: participação do item no total das empresas adequadas a RoHS

Tabela 3.13 Gastos com P&D para adequação à RoHS das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS (em unidades e %)

GASTOS COM P&D	N (unid)	N/23 ¹ (%)	E (unid)	E/23 ² (%)	T (unid)	T/2 ³ (%)
Menos de 2,5% do gasto total com P&D	5	22%	12	52%	17	74%
De 2,5% a 5% do gasto total com P&D	3	13%	1	4,3%	4	17%
De 5% a 10% do gasto total com P&D	1	4,3%	1	4,3%	2	9%
Mais de 10% do gasto total com P&D	-	-	-	-	-	-

1. N/23: participação de empresas nacionais no total de empresas adequadas que responderam a questão
2. E/23: participação de empresas estrangeiras do total de empresas adequadas que responderam a questão
3. T/23: participação do item no total das empresas adequadas que responderam a questão

A comparação entre comportamento das nacionais e estrangeiras ilumina, em parte, as possíveis origens principais desses esforços. **Em praticamente todos os quesitos mais intensivos (mencionados acima), a participação das estrangeiras é superior à das nacionais**, bem como desfrutam da ajuda da matriz. De acordo com a tabela 3.12, as estrangeiras declararam realizar mais da metade das ações direcionadas ao treinamento (67% de 15 empresas que realizaram essa atividade), aos gastos com P&D internos voluntários (58% de 17 empresas que realizaram essa atividade) e à aquisição de máquinas e equipamentos (54% de 13 empresas que realizaram essa atividade). Além disso, 12 empresas receberam transferências da matriz na forma de P&D e de tecnologias ou máquinas e equipamentos, o que significa 33% do total das 36 empresas adequadas e 57% das 21 adequadas estrangeiras respectivamente.

Dois depoimentos adicionados aos questionários permitem comparar o esforço inovador de empresas nacionais e estrangeiras do segmento de componentes. Uma pequena empresa nacional, que tomou conhecimento da RoHS pela associação industrial e utiliza tratamento superficial em cromo, admitiu ter realizado várias tentativas de substituição do processo para outros tratamentos (sem cromo). Isso consumiu cerca de 5 a 10% do gasto total com P&D, mas este produto não foi aceito pelo mercado; desenvolveram também outro produto em aço inox, mas, por exigir elevados gastos com P&D, tornou o custo do produto inviável. No sentido contrário, uma empresa japonesa de porte médio, que se encontra em conformidade com a RoHS desde 2003, declarou não ter tido dificuldades para cumprir a exigência, pois em tudo teve apoio e orientação de pessoas treinadas da matriz, em termos de informação e auxílio na implantação dos processos.

Os esforços menos intensivos apresentados na tabela 3.12 se referem à fraca associação com universidades e instituições de pesquisas (8%) e cooperação com empresas fora do grupo (17%). Nesses quesitos os comportamentos de nacionais e estrangeiras praticamente não se diferenciaram. A princípio esse resultado significa que as instituições de pesquisa ou universidades no Brasil não estão muito integradas com as empresas do setor para solucionar esse problema. Além disso, segundo IBGE (2007), deve-se notar que, em geral, empresas que implementam inovações de produto e processo originais tendem a fazer uso mais intenso das informações geradas nessas instituições.

A ausência de registro de patentes, por sua vez, demonstra que pouco tem sido inventado no país com esses propósitos. Essa situação está aquém mesmo da posição das PMEs européias, que se mostraram pouco preocupadas com a questão, e extremamente distante do êxito japonês, que registrou mais de 400 patentes na substituição de metais pesados (discutido no capítulo 2). Essa situação só está próxima da posição do setor no Brasil, por causa da baixa taxa de registros de patentes pelo setor - no Brasil e no mundo - como apresentado no item 3.2.2.

Essa discussão aponta, de um ponto de vista amplo, que a RoHS, embora não seja obrigatória no país, tem gerado **principalmente inovações incrementais de processo**. Sob uma ótica mais específica, o avanço das estrangeiras (na conformidade com a RoHS) se reflete nas relações tecnológicas entre matriz e subsidiárias instaladas no Brasil e pode contribuir para distanciar estrangeiras de nacionais. A situação sugere **uma performance tecnológica superior das estrangeiras**, pois, além de serem mais inovadoras, parece estar ocorrendo **transferência de tecnologia ambiental** da matriz.

De fato, como colocado por Lustosa (1999), das empresas localizadas no estado de São Paulo, as estrangeiras foram as mais inclinadas a adotar inovações por motivações ambientais, embora as nacionais considerem o meio ambiente como um fator indutor de inovações.

Uma vez verificado o tipo e a qualidade do impacto inovador da RoHS (para nacionais e estrangeiras), convém analisar se, como argumentado por Porter, essas **inovações geram outras compensações econômicas e ambientais**. As tabelas 3.14 e 3.15 apresentam a percepção das firmas quanto a essas possíveis alterações.⁶⁷

Das respostas obtidas, os impactos econômicos destacados foram a **melhoria da qualidade ou aumento da durabilidade do produto** (para 15 de 18 empresas); **aumento do custo total** (para 18 de 23 empresas) e do **preço** do produto (para 17 das 23 empresas). Os impactos ambientais mais mencionados foram **o aumento no uso de insumos e de materiais** (para 13 de 18 empresas) e a **maior facilidade de reciclagem do produto** (para 13 de 17 empresas). Os aumentos do consumo de energia e do faturamento significaram

⁶⁷ Nem todas as 36 empresas adequadas puderam indicar os efeitos e estimar sua variação média percentual, pois muitas ainda estão em fase de estudos.

metade das respostas indicadas e outros impactos não foram conclusivos, como sobre o comércio (importação e exportação).

O aumento da qualidade e da facilidade de reciclagem são elementos importantes e tendem a gerar vantagens competitivas, porque associa um produto ambientalmente adequado a sua qualidade. Além disso, a facilidade de reciclagem pode ser um indicador de *eco-design* do produto. Embora apenas uma empresa tenha estimado a percentagem média de melhora da reciclagem, esse valor foi bastante elevado (50%) (tabela 3.15). Em relação a outros países, isso é um bom resultado, visto que poucos países registraram (como EUA e Canadá) ações de *eco-design* por causa da RoHS. Além disso, nota-se que a participação das estrangeiras foi mais representativa nesses aspectos do que a das nacionais (tabela 3.14).

Tabela 3.14 Outros impactos econômicos e ambientais das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS (em unidades)

Impactos	Nacional			Estrangeira			n° respostas
	Maior	Menor	Nulo	Maior	Menor	nulo	
Qualidade ou durabilidade do produto	4	1		11		2	18
Preço	8	1		9	1	4	23
Produtividade	1	3	1	4	2	5	16
Exportação	3	5		3	2	4	17
Importação		2	1	5	1	4	13
Faturamento	2	1	1	5	1	4	14
Custo total	6			12	2	3	23
Consumo de energia	3		1	4	1	5	14
Uso de insumos ou materiais	4		1	9	1	3	18
Emissão de poluentes	1	3		2	4	5	15
Facilidade de reciclagem	3	1		10		3	17
Gastos com transporte/descarte de resíduos		2		6		6	14

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Tabela 3.15 Estimativa de outros impactos econômicos e ambientais das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS: variação e média (em%)

	Variação				n° respostas
	Aumento		Redução		
Itens estimados	Intervalo ¹	média	intervalo	Média	
Preço	1%, 5%	3,8%			5
Produtividade	1%	1%	5 a 10%	7,5%	3
Exportação	2% a 10%	6%			2
Importação	4% a 15%	9,5%			2
Faturamento	5% a 10%	7,5%			2
Custo total	0,2% a 5%	2,8%			4
Consumo de energia	0,5% a 2%	1,25%			2
Uso de insumos e materiais	0,2% a 15%	7,6%			2
Facilidade de reciclagem	50%	50%			1

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

1. apenas foram registrados os menores e os maiores valores estimados por item.

Porém, os registros **de aumento do custo, do preço e do uso de insumos e materiais** parecem contrariar os argumentos de Porter e merecem comentários adicionais. Algumas empresas, conforme a tabela 3.15, estimaram as variações médias desses aspectos em 2,8%, 3,8% e 7,6% respectivamente. Do ponto de vista mais técnico, esses incrementos parecem estar associados, pois muitos países apontaram custos elevados de adequação à RoHS decorrentes da busca de materiais alternativos e adaptações técnicas. Por exemplo, os incrementos dos custos na China e Tailândia resultaram da falta de informação e da procura materiais substitutos, dos custos da conformidade e das dificuldades técnicas de adequação do processo. De fato, alguns dos principais obstáculos enfrentados pelas empresas no Brasil também foram a substituição de materiais e a demora nos testes (gráfico 3.12 ao final da seção) e um dos principais impactos inovadores refere-se às melhorias do processo. Além disso, a média de variação de 1,25% no consumo de energia parece estar envolvida nesse processo, como sugere um estudo do Reino Unido que registrou um aumento no consumo de energia para uso de materiais alternativos ao chumbo na solda em 12%.

Da ótica econômica, conforme WTO (2005), não existem estudos conclusivos sobre os efeitos econômicos (positivos ou negativos) das exigências ambientais. Cumprir uma exigência ambiental externa pode afetar os custos fixos (quando os produtores deixam de produzir uma variedade de produtos e passam a produzir outra de maior qualidade), os custos variáveis (quando torna-se mais custoso produzir o produto adequado às exigências

do que outro não conforme); os custos de produção (quando desenvolvem linhas de produtos adicionais) e os custos associados à demonstração da conformidade. Isso pode significar que o custo social está sendo internalizado pelas empresas e, como consequência, o preço que os consumidores e os produtores estão dispostos a pagar e a oferecer por certa variedade de produto também serão afetados.

A relação custo-benefício da adequação depende de vários fatores, como a estrutura industrial e as preferências do consumidor. De um lado, os incrementos de custo podem ser significativos apenas no curto prazo, sendo diluídos no médio-longo prazos, constituindo vantagens competitivas. De outro, deve-se ser considerada a diferença entre os países, pois produzir esse tipo de produto em países em desenvolvimento pode ser mais custoso, visto que uma maior demanda por qualidade está associada à renda mais alta (WTO 2005).

O aspecto comercial, embora não tenha sido muito significativo, também suscita reflexões. Conforme WTO (2005), padrões ambientais podem melhorar, piorar ou não afetar o comércio, dependendo do efeito sobre custos relativos dos produtores domésticos em relação aos estrangeiros, do nível de competição entre os países exportadores e importadores e da disposição a pagar dos consumidores em diferentes países.

De acordo com a tabela 3.16, o principal mercado em faturamento nos últimos 3 anos das empresas adequadas à RoHS tem sido o nacional (91%); mas cumpre observar que 3 empresas estrangeiras tem no mercado externo seu principal alvo. Quanto à variação dos fluxos comerciais resultantes da RoHS (tabelas 3.14 e 3.15), 6 das 17 empresas registraram aumento das exportações e algumas estimaram essa variação em torno de 6%. Das 13 empresas que apontaram alterações nas importações, duas nacionais registraram queda e 5 estrangeiras tiveram suas importações intensificadas. Duas firmas realizaram estimativas, cuja média representou 9,5% de incremento das compras externas. Dessas, uma grande empresa japonesa inovadora, que atua nos ramos de automação, telecomunicações e informática, comentou que o aumento do uso de insumos e materiais tem gerado um aumento de 15% das importações para a fabricação de produtos adequados à RoHS.

Tabela 3.16 Principal mercado em faturamento das empresas adequadas (ou em processo de) à RoHS (em %)

Capital de origem/Mercado principal	Total
Brasil	91%
Mercosul	3%
Europa	3%
Ásia	3%

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Assim, é prematuro afirmar que a RoHS estimule ou gere obstáculos à exportação. De fato, não há consenso sobre se as empresas mais exportadoras são as que realizam melhores práticas de gestão ambiental. Esse foi o caso da indústria petroquímica, mas não o da indústria de papel e celulose no Brasil (Almeida, 2001; Rocha, 2006).

Além disso, é importante tomar como base as relações comerciais existentes entre subsidiária e matriz no setor eletrônico no país. Segundo Gouveia (2004), as filiais brasileiras do complexo eletrônico dependem de suas matrizes como origem das importações que efetuam, mas não como destino de suas exportações, devido ao novo arranjo da organização industrial.

Veja-se, por exemplo, o caso das Filipinas: o setor no país tem grande participação de estrangeiras e muitos insumos são importados das companhias mãe (95%), porque as firmas locais não têm tecnologia adequada para produzir os insumos necessários. Para solucionar essa questão, algumas empresas estão investindo em P&D e outras estão se integrando para trás. Assim, é possível que a RoHS venha a intensificar a relação intra-firma já existente no complexo eletrônico e, caso os fornecedores não estejam suficientemente preparados, afete a organização industrial (como analisado a seguir).

Assim, o melhor resultado quanto aos impactos, segundo WTO (2005), seria aquele que gerasse o melhor *trade-off* entre os efeitos econômicos/comerciais e os benefícios ambientais/sociais. Conseqüentemente, uma análise mais complexa seria necessária para concluir se os impactos nesses termos têm sido positivos ou negativos.

Portanto, esta análise pode ser finalizada voltando ao teste das primeiras hipóteses enunciadas no início desta seção. Conclui-se que as hipóteses foram parcialmente confirmadas, pois:

H1. Sim, a RoHS gera inovações tecnológicas e outros impactos econômicos e ambientais no complexo eletrônico no Brasil, mas não foi possível confirmar se esses outros impactos

foram benéficos em todos os quesitos; essa análise é muito mais complexa e envolve uma avaliação temporal de custos e benefícios; e

H1.1 Sim, as empresas estrangeiras estão mais avançadas do que as nacionais no complexo eletrônico no Brasil do ponto de vista da conformidade com a RoHS e da performance tecnológica para adequação à diretiva.

- Hipótese 2

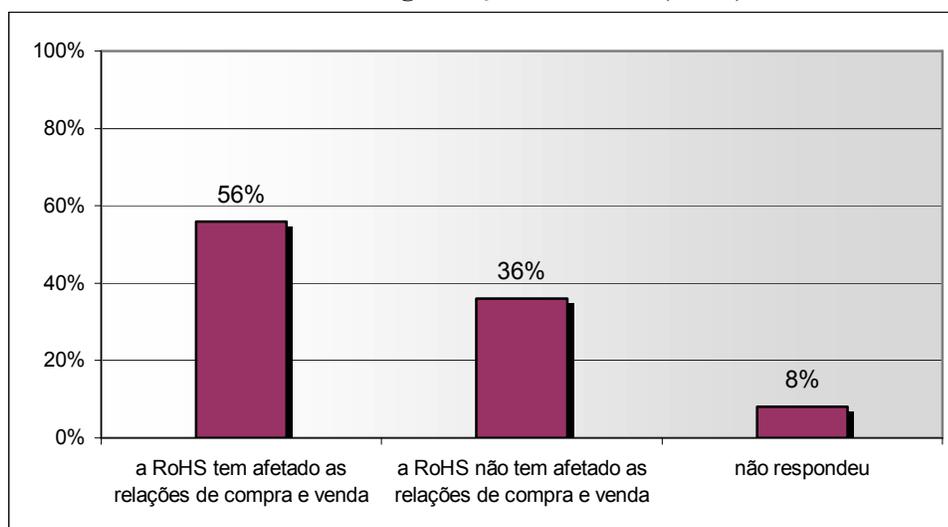
Cumpra agora avaliar os efeitos no nível da organização industrial e testar a segunda hipótese (H2), ou seja, se a RoHS tende afetar a organização industrial do setor eletroeletrônico.

Uma idéia ainda pouco explorada na literatura consiste no impacto de políticas ambientais sobre a organização industrial. Um dos caminhos para avaliar essa hipótese é através da análise dos custos de transação desenvolvida no primeiro capítulo, segundo a qual a especificidade dos ativos, o grau de incerteza, a falta de informações e a recorrência das transações podem envolver custos nas transações. Quanto maiores forem os custos de transação, maior a tendência à internalização da produção (integração).

No teste da hipótese anterior verificou-se que, para conformidade com a RoHS, foram necessários alguns ativos: físicos, na forma de algumas aquisições de equipamentos; humanos, por causa dos treinamentos; e dedicados, uma vez que parte de tais investimentos foram realizados sob a exigência dos clientes. Também foi registrado um certo grau de incerteza quanto aos resultados desses investimentos, para 22% das empresas, e falta de informação, para 30% das empresas, como alguns obstáculos encontrados na adequação (gráfico 3.12). Tais observações sugerem, conforme a discussão realizada no capítulo 1, que a adequação à RoHS pode tornar algumas transações custosas e envolver uma determinada forma de organização da produção ou relação contratual específicas.

Como resultado, do total de 36 empresas adequadas, **56% (20 empresas) afirmaram ter suas relações de compra e venda afetadas pela RoHS** e 36% disseram não sentir alterações nas relações com fornecedores ou clientes (gráfico 3.10).

Gráfico 3.10. Influência da RoHS sobre a organização industrial (em%)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

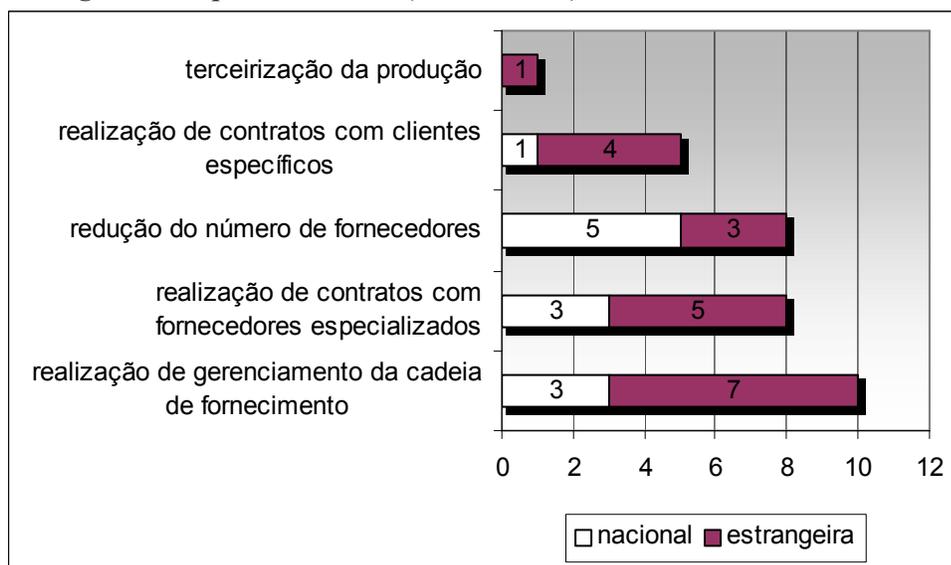
De modo mais específico, um número razoável de respostas indicou impactos para trás na cadeia, afetando principalmente os fornecedores, mas não chegou a constituir integração vertical para nenhuma empresa. O gráfico 3.11 mostra que:

- a) 11 empresas têm realizado gestão da cadeia de fornecimento, representando 55% do total de empresas cujas relações foram afetadas e 30% do total de 36 empresas adequadas;
- b) 8 têm firmado contratos com fornecedores especializados, ou seja, 40% das empresas cujas relações foram afetadas e 22% das 36 adequadas à RoHS e
- c) 8 reduziram o número de fornecedores, ou seja, 40% das empresas cujas relações foram afetadas e 22% das 36 adequadas à RoHS.

Esses efeitos ocorreram simultaneamente para 3 empresas. Além disso, empresas estrangeiras têm participação elevada em praticamente todos os efeitos.

Importante notar que a falta de fornecedores adequados, de acordo com o gráfico 3.12, foi a segunda principal dificuldade, para 17 das 36 empresas (48%). Ou seja, diante das exigências da RoHS e da carência de fornecedores especializados, têm sido realizados acordos exclusivos.

Gráfico 3.11 Tipos de impactos da RoHS sobre a organização industrial das empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS (em unidades)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

De fato, esses impactos também foram significativos para outros países. Ações mais avançadas encontram-se no desenvolvimento de “guias verdes” para os fornecedores no Japão e no programa canadense para qualificação dos fornecedores. Os países de industrialização recente também têm sentido efeitos nos elos da cadeia: na China produtores realizam gestão da cadeia de fornecimento e treinamento para fornecedores externos; na Tailândia, o avanço das transnacionais *vis-a-vis* às empresas do país sobrecarregou os fornecedores locais e, nas Filipinas, chegou a estimular importações de insumos da matriz e a integração da Intel para trás.

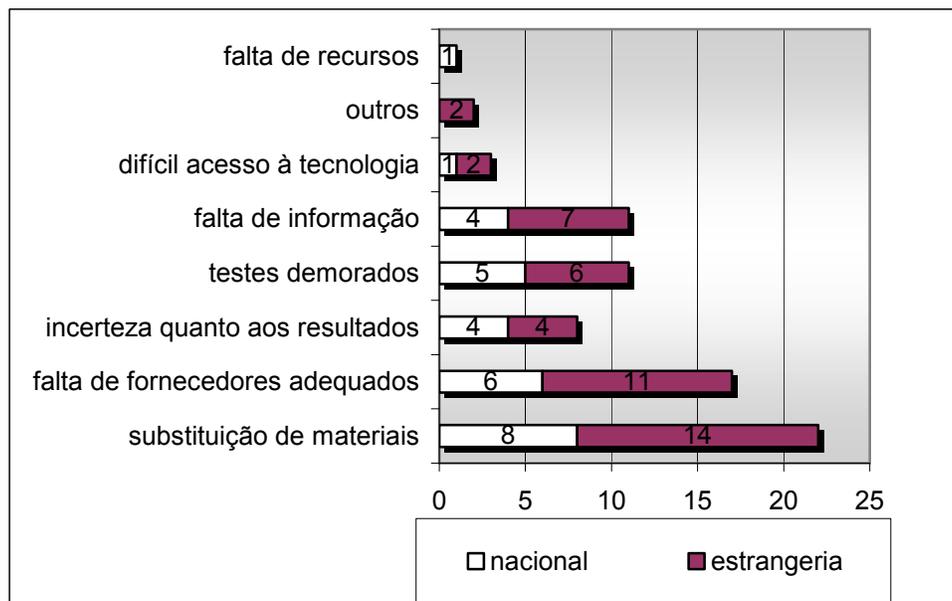
De outro lado, poucos foram os indícios de subcontratação ou terceirização e integração para frente. Esta última opção não foi escolhida por nenhuma empresa.

Dessa forma, os resultados no Brasil aproximam-se da realização de contratos bilaterais ou trilaterais, que se situam num nível intermediário entre recorrer ao mercado e à integração vertical (organização unificada). Como consequência da falta de fornecedores adequados, a competição pode ser limitada, sobretudo através da exclusão de fornecedores pequenos e médios (menos concentrados) ou da importação via relações matriz filial. Deve-se recordar que o segmento de componentes é um dos mais frágeis do complexo eletrônico brasileiro, merecendo atenção especial.

Portanto, a hipótese 2 é confirmada:

H2. Sim, a RoHS tem afetado a organização industrial do complexo eletrônico no Brasil, principalmente através dos impactos nas relações com fornecedores.

Gráfico 3.12 Dificuldades encontradas pelas empresas nacionais e estrangeiras adequadas à RoHS (em unidades)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

3.3 As Potenciais Implicações da WEEE sobre a Indústria de Bens e Serviços Ambientais no Brasil

Verificou-se que a WEEE, do ponto de vista do ambiente da empresa, afeta a indústria de bens e serviços ambientais de forma localizada (e não globalmente) dos principais países. Esse tipo de legislação não vigora no Brasil e uma análise mais completa de qual forma ela deveria tomar e suas possíveis consequências envolvem outros aspectos mais complexos e será tema do próximo capítulo. Aqui se pretende avaliar apenas a situação atual e a percepção da eco-indústria brasileira quanto à gestão dos resíduos eletroeletrônicos. Antes, contudo, faz-se necessário caracterizar essa indústria no mundo e no Brasil.

3.3.1 Caracterização da indústria de bens e serviços ambientais: panorama mundial e brasileiro

Não existe uma definição consensual ou suficiente do que seja a indústria de bens e serviços ambientais (ou eco-indústria) e isto constitui um desafio, sobretudo nas atuais negociações sobre o comércio desses bens e serviços.⁶⁸ Há, contudo, alguns conceitos que têm sido utilizados pela OCDE e OMC como ponto de partida para algumas discussões e dimensão deste mercado.

Conforme o conceito desenvolvido por OCDE e EUROSTAT nos anos 1990 e contida em OCDE (2005, p.2):

“ A indústria de bens e serviços ambientais consiste de atividades que produzem bens e serviços usados para medir, prevenir, limitar minimizar ou corrigir danos ambientais sobre a água, a atmosfera e o solo, assim como os problemas relacionados aos resíduos, ruídos e os ecossistemas. Isto inclui tecnologias limpas, produtos e serviços que reduzem riscos ambientais e minimizam a poluição e uso dos recursos.”

Os bens ambientais são equipamentos, materiais ou tecnologias usados para resolver algum problema ambiental ou um produto ambientalmente preferível. Assim, eles podem ser classificados em quatro categorias: tratamento da poluição (bens que contribuem para controlar a poluição do ar, tratar de resíduos sólidos e líquidos, reduzir ruídos e vibrações e facilitar o monitoramento ambiental); produtos e tecnologias limpos (bens intrinsecamente limpos ou mais eficientes no uso dos recursos); gestão de recursos (usados para controle da poluição interna, fornecimento de água ou para manejo sustentável de florestas) e produtos ambientalmente preferíveis (bens que causam menos impacto ambiental em algum estágio de seu ciclo de vida) (UNCTAD, 2003b; OCDE, 2005).

Por serviços ambientais entendem-se serviços de esgoto, serviços de eliminação dos resíduos, serviços de saneamento e outros. Nota-se que uma revisão dessa definição incluiu algumas subcategorias; por exemplo, os serviços de eliminação de resíduos se subdividiram em coleta de resíduos perigosos e não perigosos, tratamento e eliminação (UNCTAD, 2003).

Apesar das definições limitadas, é interessante realizar uma breve síntese da evolução e da estrutura atual do setor.

⁶⁸ Conforme OCDE (2005) e UNCTAD (2003), a discussão e as negociações sobre a liberalização do comércio de bens e serviços ambientais passam por uma definição adequada do termo e tende a trazer benefícios aos países.

A eco-indústria surgiu como resposta às regulações ambientais rigorosas dos anos 1970/80. Conforme Barton (1998), nos anos 1970 foram implementadas regulações para as indústrias mais poluidoras, sobretudo nos países desenvolvidos, o que as levou a adotar tecnologias de tratamento e última etapa para redução das emissões. Firms envolvidas em outras atividades tornaram-se fornecedoras desses equipamentos, diversificando seus negócios ou através do estabelecimento de pequenas e médias empresas e consultorias. Posteriormente, algumas multinacionais ocuparam esse lugar, como Dow e Du Pont e Waste Management Technologies, e as grandes empresas se expandiram no mercado internacional.

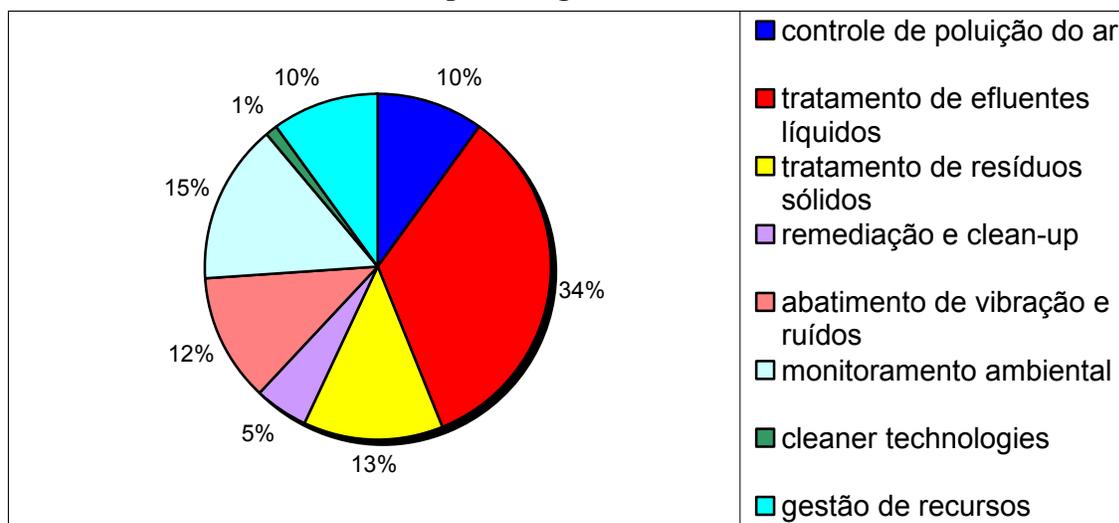
As pioneiras nesse processo foram as empresas dos EUA, Japão e Alemanha nos anos 1980, como resposta, respectivamente, às regulações para tratamento de resíduos, poluição atmosférica e tratamento de água. Isso lhes deu vantagens competitivas nesses ramos, de modo que a Alemanha se tornou líder na produção de equipamentos para tratamento de água e o primeiro país exportador do mundo dessa tecnologia, especialmente para outros países da Europa, América do Norte, Oriente médio entre outros. Países da América Latina, por sua vez, tiveram sua demanda por produtos ambientais a partir dos anos 1990, decorrentes de pressões internas e conscientização ecológica, mas principalmente, associadas às demais questões de desenvolvimento (BARTON, 1998).

Atualmente, o tamanho do mercado mundial relacionado ao meio ambiente, segundo UNCTAD (2003), foi calculado em torno de US\$ 550.000 milhões, tendo os países desenvolvidos a maior participação nesse mercado. Estimou-se que a indústria de bens e serviços ambientais cresceu mais de 14% entre 1996 e 2000 e que continuaria crescendo até atingir US\$600.000 milhões em 2010.

Em 2002, as exportações mundiais de bens ambientais representaram cerca de 3,6% a 4% das exportações mundiais e nos últimos anos o comércio em bens ambientais tem crescido mais que duas vezes (BIJIT & TEH, 2004).

Os setores de maior comercialização tem sido: tratamento de efluentes líquidos, monitoramento e análise ambiental, gestão de resíduos sólidos, controle de poluição do ar e abatimento da vibração e ruídos (gráfico 3.13).

Gráfico 3.13: Comércio mundial por categorias de bens ambientais - 2002



Fonte: Bijit & Teh (2004)

Em relação ao comportamento por regiões, os principais *traders* de bens ambientais são Europa Ocidental, Ásia e América do Norte. Essas três regiões são grandes exportadoras e importadoras, mas a Europa, líder nesse negócio, é uma exportadora líquida: exportou cerca de US\$110 bilhões e importou cerca de US\$90 bilhões em 2002 (BIJIT & TEH, 2004).

Quanto à classificação por nível de desenvolvimento, os países desenvolvidos têm representado 79% das exportações e 60% das importações de bens ambientais contra 20% de exportações e 39% das importações de países em desenvolvimento. O maior exportador em 2002 foi a U.E. e o maior importador, EUA. Nota-se que os EUA e Canadá são os principais mercados dos bens e serviços ambientais da U.E. Assim, os países em desenvolvimento são grandes importadores líquidos: importaram cerca de US\$90 bilhões e exportaram cerca de US\$50 bilhões de bens ambientais em 2002. As exportações dos países em desenvolvimento tendem a orientar-se em direção aos mercados regionais (BIJIT & TEH, 2004; UNCTAD, 2003b).

Em relação à estrutura de mercado, a indústria de bens e serviços ambientais caracteriza-se pela presença de poucas multinacionais que dominam o setor de gestão de resíduos e de água, e uma grande quantidade de pequenas e médias especializadas na gestão de resíduos sólidos, inclusive em países em desenvolvimento. Quanto ao fornecimento, tradicionalmente os serviços de infra-estrutura ambiental têm sido públicos,

mas esta situação está mudando: serviços municipais, como abastecimento e tratamento de água têm sido privatizados em muitos países europeus (como França e Reino Unido) e a participação do setor privado em serviços de infra-estrutura ambiental também tem aumentado nos países em desenvolvimento (UNCTAD, 2003b).

Contudo, como destacado por UNCTAD (2003b), tem ocorrido uma saturação dos mercados dos países desenvolvidos, responsável pela redução da taxa de crescimento de seus mercados (entre 3% e 5%), ao mesmo tempo em que se prevê o crescimento da demanda futura nos países em desenvolvimento (entre 8% e 12%). As principais oportunidades para países em desenvolvimento futuramente residem nos serviços básicos, sobretudo na produção de energia.

Além disso, outros fatores importantes que têm estimulado esse mercado em nível mundial têm sido a regulação e proteção ambiental nos países, a conscientização e preocupação com o meio ambiente e a pressão dos consumidores, entre outros (BIJIT & TEH, 2004; UNCTAD, 2003b).

Considerando o histórico da região latino americana, o aumento dos problemas sociais e ambientais levou os países a criar ou modernizar suas legislações ambientais nos anos 1975-95, baseadas nos padrões americanos, alemães e franceses. Porém sua implementação continuou insuficiente na região. A abertura econômica, a privatização e a estabilidade dos países da região favoreceu o setor ambiental, mas somente após a segunda metade dos anos 1990 os países passaram a investir na recuperação ambiental, especialmente por meio do setor público (AHK, 2002 c).

O Brasil, nesse contexto, também assistiu ao aumento da degradação ambiental nos anos 1970, decorrente do processo de industrialização de urbanização, e passou a discutir e implementar sua legislação ambiental a partir dos anos 1980, constituindo um importante fator para o mercado ambiental. Nos anos 1950 havia algumas empresas no segmento de saneamento para atender o setor público, mas não eram fornecedores especializados. A criação das companhias estaduais de saneamento, através do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) nos anos 1970, deu maior impulso ao setor. Nos anos 1990, a expansão dos programas de saneamento pelos governos estaduais nos anos 1990, as privatizações e a aprovação de legislações mais rígidas acentuaram os investimentos no setor. O desenvolvimento do mercado de resíduos urbanos e industriais é mais recente no

país, com fornecimento em geral controlado pelas prefeituras. Nos anos 1980 foram elaboradas algumas leis e normas técnicas referentes ao transporte, disposição final e incineração de resíduos (AHK, 2002 a).

Atualmente, os investimentos no Brasil para minorar os problemas ambientais urbanos totalizaram cerca de US\$3 bilhões em 2002, aproximadamente 0,5% do PIB; investimento pequenos quando comparados a outros setores da economia. Contudo, especialistas estimaram um crescimento anual de 4% nos próximos anos. O maior segmento em investimento (em torno de US\$ 1,3 bilhões ou 0,2% do PIB) é o de saneamento básico (tratamento de água e esgoto doméstico), respondendo por metade do mercado ambiental. Isso porque esse é um dos maiores problemas do Brasil: 23% dos domicílios brasileiros não possuem fornecimento de água e metade não tem coleta de esgoto.

O segundo segmento mais importante é o de resíduos urbanos, cujo mercado, juntamente com os resíduos industriais, movimentou cerca de US\$1,4 bilhões em 2002 e um potencial de negócios de US\$330 milhões em vendas por ano desde 2002. Porém, esses valores tornam-se limitados diante dos problemas na área, pois das mais de 100 mil toneladas diariamente geradas, apenas 70% são coletadas, poucos municípios possuem aterros adequados e a reciclagem representa a minoria das atividades no país, pois apenas 3% dos resíduos domésticos são reciclados (AHK, 2002 a).

Dos cerca de 2,7 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos gerados anualmente, apenas 20% são dispostos corretamente e as pequenas e médias empresas contribuem para o problema, uma vez que 90% dos grandes produtores tratam seus resíduos. Além disso, o número de aterros adequados a esse tipo de tratamento é insuficiente e os custos de incineração ou disposição alternativa são altos. Dos resíduos tóxicos, apenas 10% das embalagens de agrotóxicos são adequadamente tratadas e resíduos de equipamentos de alta tecnologia, como computadores e baterias de celulares, não são separados, o que dificulta a incineração. Companhias estrangeiras têm estabelecido parcerias com as nacionais para gerenciar esses resíduos, o que vem representando grande oportunidade de negócios (AHK, 2002b; LUCON & REI, 2004).

Os valores dedicados à luta contra a poluição atmosférica, gerada principalmente por veículos automotores, têm sido relativamente menores (cerca de US\$230 milhões), se comparados com os outros segmentos (AHK, 2002b; LUCON & REI, 2004).

No que se refere ao comércio internacional, conforme Lucon & Rei (2004), o Brasil importou US\$840 milhões de bens ambientais em 2002. Desse total, os EUA participam de 35% do mercado no Brasil, por causa da proximidade geográfica; seguidos da Alemanha, com 25% das vendas no país, devido à tradição de equipamentos de alta qualidade e laboratórios especializados; e pela França, com 15% das vendas no Brasil. Companhias do Canadá, Espanha, Portugal, Reino Unido, Itália e Japão representam, juntas, 25% desse mercado. No ramo de serviços ambientais, especialmente de consultorias, o Brasil encontra-se em 33º lugar no *ranking* dos exportadores, enfrentando um déficit de US\$ 7 bilhões em 2001, apesar da considerável capacitação e experiência em várias áreas (como engenharia, planejamento e *design*).

Apesar da ausência de estatísticas precisas, Tigre *et al* (1994) realizaram um esforço no sentido de caracterizar a indústria fornecedora de tecnologias ambientais no Brasil. Constatou-se que, de 107 empresas, 32% eram de capital nacional e o restante de capital estrangeiro, das quais a maioria européia e norte-americana e, em relação ao tamanho, a maioria era de porte pequeno/médio. Quanto ao segmento, 74% atendiam problemas de tratamento de efluentes e 51 da disposição de resíduos sólidos. As principais soluções tecnológicas basearam-se em tecnologias ambientais do tipo *end-of-pipe* (para 45% dos entrevistados), tendo como principais clientes as indústrias química, alimentícia, petroquímica, de papel e celulose, têxtil e couros; o setor de telecomunicações, embora pouco poluidor, foi um dos únicos consumidores de tecnologias limpas. O mercado nacional foi o foco de atuação da maioria das empresas e as políticas ambientais, especialmente taxas sobre emissões e regulações rígidas, foram os mecanismos mais efetivos da difusão das tecnologias ambientais no país.

Do ponto de vista do esforço tecnológico empreendido, as empresas demonstraram-se bastante empenhadas no desenvolvimento de novas tecnologias, visto que 26% declararam investir mais de 10% do faturamento em P&D. As atividades inovativas foram desenvolvidas principalmente dentro da empresa, em parte porque as soluções ambientais são novas e requerem tecnologias distintas (TIGRE *et al*, 1998).

O crescimento do mercado de eletricidade, além da criação de leis rígidas, pressão das ONGs e necessidade de adequação às normas internacionais, representa mais um fator que pode estimular o setor no Brasil. Este tende a crescer 4,5% ao ano até 2010 e os projetos energéticos são uma importante demanda de bens e serviços ambientais (LUCON & REI, 2004).

Portanto, no Brasil os segmentos mais importantes seguem a tendência internacional, mas, de uma forma geral, os investimentos ainda são limitados. Apesar de constituir uma atividade relativamente nova, a indústria de bens e serviços ambientais possui forte potencial de crescimento no Brasil em várias áreas, oferecendo um mercado diversificado, com poucas barreiras à entrada, oportunidades crescentes e com papel fundamental do Estado na difusão dessas tecnologias.

3.3.2 Metodologia da pesquisa de campo

A realização desta pesquisa baseou-se na realizada por Tigre *et al* (1994), cujo objetivo foi mapear a estrutura das empresas de tecnologias ambientais no Brasil durante a Feira de Equipamentos ECOBRASIL (em São Paulo) e a Feira de Tecnologias Ambientais (ECOTECH) (no Rio de Janeiro) em 1992.

Assim, visto que inexistia uma delimitação padronizada da indústria de bens e serviços ambientais, o universo de pesquisa ficou definido pelos participantes da IX FIIMAI (Feira Internacional da Indústria de Meio Ambiente Industrial) realizada em São Paulo em 2007, pois esta reuniu os principais atores do setor. O universo foi constituído, portanto, por 70 empresas. A lista completa dos participantes consta no Anexo 3.

O questionário foi elaborado de modo simplificado, visando estimar e analisar as empresas que fornecem bens ou serviços para equipamentos eletroeletrônicos (Anexo 2). O questionário compõe-se das seguintes partes: caracterização das empresas, realização de negócios relacionados a resíduos eletrônicos, informação e expectativas. Este foi aplicado presencialmente, conforme prévia autorização da organização da Feira, em praticamente todos os representantes (*stands*) presentes na mesma. Os respondentes eram diretores (em sua maioria) ou representantes comerciais que conheciam os negócios da empresa.

Devido à recusa de algumas empresas (4) e da ausência da resposta em tempo hábil de outras, a amostra constituiu-se de 29 empresas, que representam cerca de 41% daquele universo.

3.3.3 Resultados da pesquisa de campo

A partir dos resultados da pesquisa de campo, busca-se testar a terceira hipótese (H3) apresentada na seção 3.1. Isto é, uma legislação do tipo WEEE no Brasil tende a estimular a eco-indústria.

A tabela 3.17 apresenta as características principais das 29 empresas da amostra. Das 25 que declaram o porte da empresa (em termos de faturamento bruto anual), 88% são pequenas e médias e apenas 12% são grandes. Das 29 empresas, a maioria (86%) possui controle do capital nacional e poucas são estrangeiras (14%), originárias da Europa, EUA e de outras regiões da América. Além disso, o Brasil constitui o principal mercado em faturamento de grande parte (90%) dessas empresas.

Tabela 3.17 Caracterização da eco-indústria no Brasil

Características	unidades	(%) do total de respostas	No. respostas
PORTE			
Pequeno-médio	22	88%	25
Grande	3	12%	
CONTROLE DO CAPITAL			
Nacional	25	86%	29
Europa	2	7%	
EUA	1	3,5%	
Outros países da América	1	3,5%	
MERCADO PRINCIPAL			
Nacional	26	90%	29
Estrangeiro	3	10%	

Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

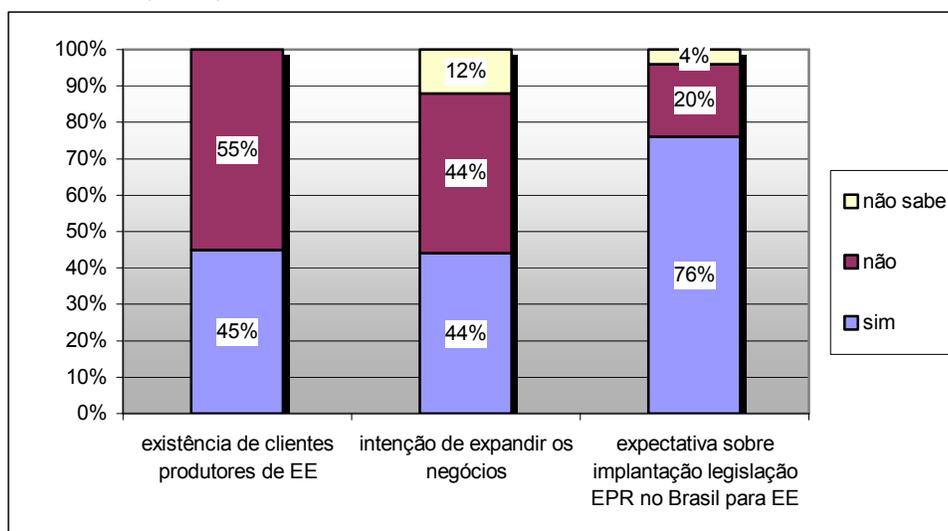
Dessa forma, as empresas parecem se enquadrar no que existe em termos de caracterização da eco-indústria no Brasil, exceto no que se refere ao controle do capital, como discutido no item anterior.

Quase metade dessas empresas possui clientes produtores de equipamentos eletroeletrônicos. Segundo o gráfico 3.14, de 27 empresas, 45% afirmaram ter relações comerciais com empresas do ramo de eletrônicos e, quando questionadas se pretendiam

expandir os negócios em direção ao tratamento ambientalmente adequado de resíduos eletroeletrônicos, 44% (de 25 respondentes) afirmaram que sim.

Sobre as expectativas de implementação de uma legislação **no Brasil do tipo EPR, que responsabilizasse o produtor pelo produto eletrônico após o seu consumo, a maioria (76% de 25 empresas) acredita em sua concretização**. Importante destacar que dessas empresas, 4 declaram que isso aconteceria apenas no longo prazo e para apenas 1 deveria ser uma obrigação do país colocá-la em prática.

Gráfico 3.14 Situação atual e expectativas sobre o futuro por parte da empresas da eco-indústria no Brasil (em%)



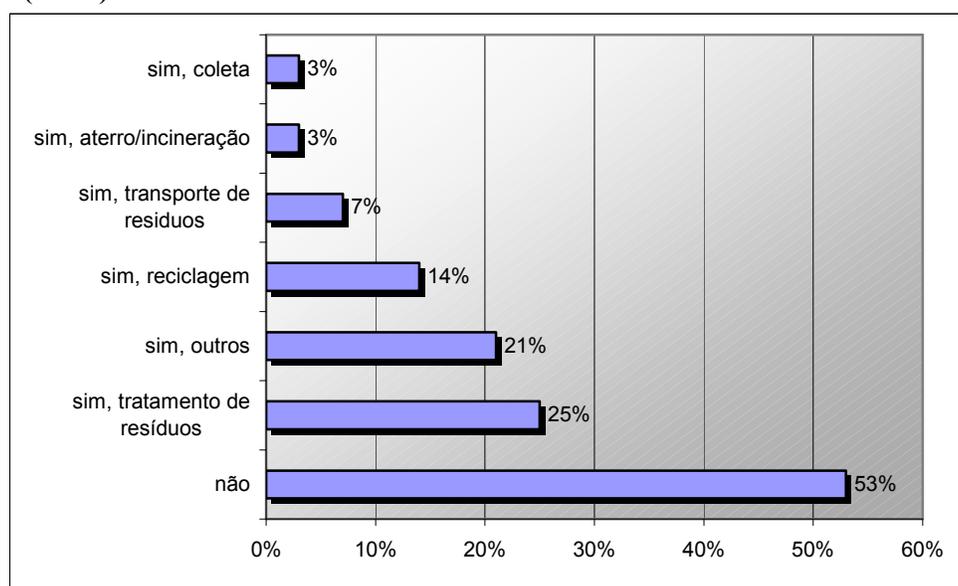
Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Com relação à realização de negócios na área de eletrônicos, 53% de 28 empresas que responderam a questão não atuam na área. Algumas empresas justificaram a negação comentando não ser o foco da empresa ou que a diversificação não seria viável tecnicamente (gráfico 3.15). Mas 13 empresas vendem produtos ou prestam algum tipo de serviço no ramo de eletrônicos, o que representa **46%** das empresas respondentes. Destas 4 apontaram mais de uma opção. Do total de 28 empresas, 25% declararam tratar de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e 14% da reciclagem de resíduos de equipamentos eletrônicos. Essas foram as áreas de maior destaque e os principais focos das empresas. Além disso, foi possível identificar as subáreas específicas de atuação dessas empresas: duas trabalham na descontaminação de lâmpadas fluorescentes, das quais uma conhecia as diretivas européias; duas reciclam baterias e outras sucatas eletrônicas, das quais uma

grande europeia tem forte inserção internacional; e uma, embora de capital nacional, é uma revendedora de máquinas e equipamentos de alta tecnologia alemã de reciclagem e recuperação de eletroeletrônicos usados.

As demais opções foram apontadas como atividades paralelas ou indiretas pelas empresas: 21% trabalham em outras atividades, como em análises químicas dos efluentes e resíduos industriais e na venda de máquinas trituradoras. Atividades de coleta, transporte e aterros/incineração de resíduos foram apontados pela minoria. Isso explica, em parte, que pode haver clientes intermediários e não diretamente os produtores de eletroeletrônicos.

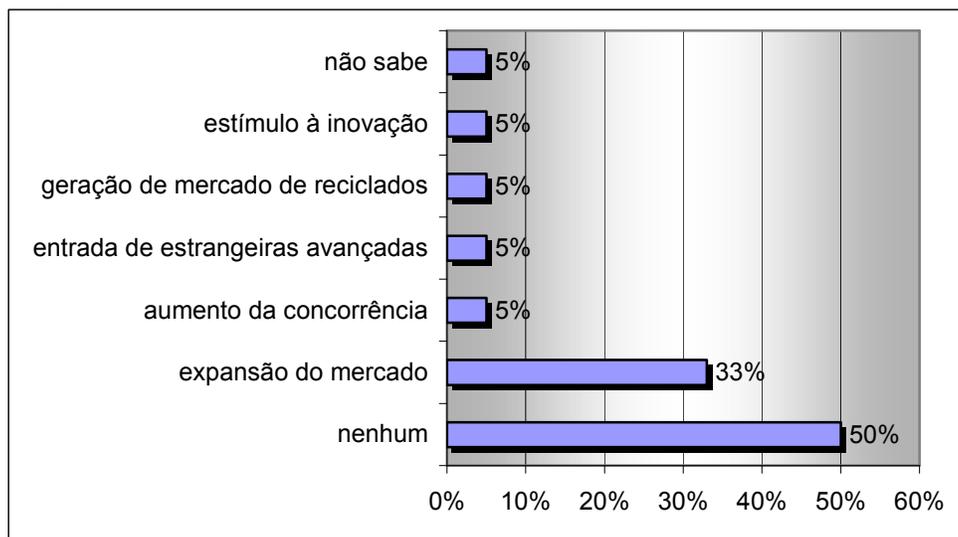
Gráfico 3.15 Realização de negócios ambientais na área de eletroeletrônicos pela eco-indústria no Brasil (em%)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Quanto à percepção em relação aos possíveis efeitos da implementação da legislação do tipo EPR voltada para eletroeletrônicos, metade de 18 empresas, segundo o gráfico 3.16, não acreditam que seu mercado seria afetado. Menos da metade (33%) das empresas respondentes espera uma expansão do mercado e todas estão envolvidas com tratamento e reciclagem; apenas um pequeno número esperava o estímulo de inovações (5%), o aumento da concorrência (5%) e a entrada de estrangeiras (5%).

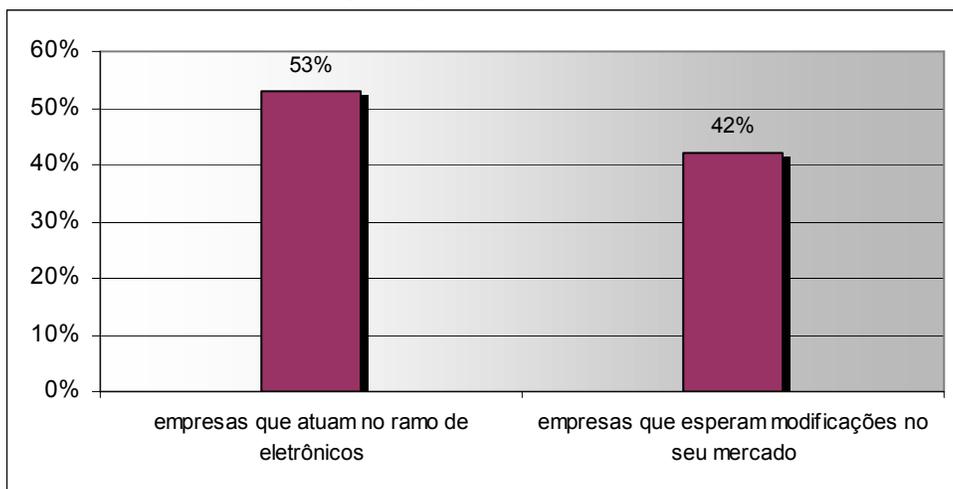
Gráfico 3.16 Expectativa sobre o impacto de legislações EPR para resíduos de eletrônicos no Brasil (em%)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

No entanto, o cruzamento dessas informações traz conclusões importantes. Como visto no gráfico 3.17, das 19 empresas que esperam a implementação de uma legislação do tipo EPR para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, **53% atuam direta ou indiretamente no ramo de eletrônicos** e 42% acreditam que seu mercado será afetado. Esses são indicadores fundamentais sobre as expectativas das empresas que atuam no ramo de eletrônicos.

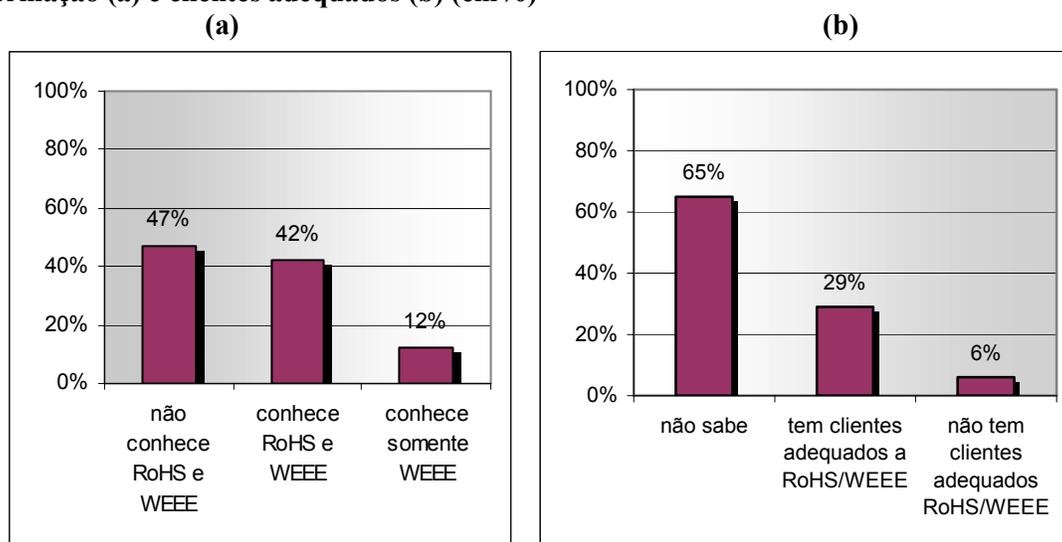
Gráfico 3.17 Perfil das empresas que esperam a implementação de legislação do tipo EPR para resíduos eletrônicos no Brasil (em%)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Importa saber também se as diretivas europeias têm tido algum efeito sobre esse mercado por meio da demanda, pois isso tende a influenciar a visão de mercado das empresas e a indicar a capacidade de avaliação dos efeitos desse tipo de legislação sobre a eco-indústria. Conforme o gráfico 3.18 (a), quase metade das empresas conhece as diretivas europeias (42% das respondentes), mas, como apresentado na parte (b), apenas 29% possuem clientes adequados às diretivas e 65% não souberam informar a condição dos clientes. Apesar disso, é interessante notar que três empresas nacionais de porte pequeno/médio conhecem as diretivas WEEE e/ou RoHS, mas não atuam no ramo de eletroeletrônicos. Dessas, uma pretende expandir os negócios na área e outra possui clientes adequados. Além disso, das empresas que atuam no ramo de eletroeletrônicos, três tinham total conhecimento das diretivas e afirmaram possuir clientes adequados, das quais uma grande empresa europeia, cujo principal mercado é a região de origem, acredita que as exportações de resíduos também deveriam ser regulamentadas por lei.

Gráfico 3.18 Situação das empresas diante das diretivas europeias RoHS e WEEE: informação (a) e clientes adequados (b) (em%)



Fonte: elaboração própria a partir das respostas dos questionários

Assim, apesar de um número razoável de empresas na área, o depoimento do Sr. Guy Tilkens, dono da empresa Nettoyer (revendedora e locadora de equipamentos e tecnologia da alemã Ramos Bavária), demonstra o potencial tecnológico e econômico do negócio. Segundo Sr. Tilkens, é possível reciclar e recuperar uma série de metais da sucata

eletrônica, como prata, latão, ouro, cobre e tipos de plásticos com tais equipamentos. Ele destacou a reciclagem/recuperação de fios elétricos, pois cada cabo fino possui entre 50% e 60% de plástico e o restante de cobre. A separação mecânica (normal) é capaz de separar o plástico do cobre contido nesses fios, mas não permite retirar uma quantidade de cobre que permanece junto ao plástico, de modo que se perde 10% de cobre. Isso significa que, ao preço de US\$7 o kg do cobre, em 300 kg de cobre (ou 3 toneladas de plástico separado mecanicamente), perde-se cerca de US\$2.000. Uma tecnologia (máquinas e equipamentos) mais avançada desenvolvida pela Alemanha permite recuperar cerca de 90% desse cobre que seria perdido.

Alguns estudos realizados no Brasil confirmam que a reciclagem de eletroeletrônicos é tecnicamente viável e economicamente rentável.⁶⁹ Segundo Araújo (2006), é possível recuperar cerca de 100% de cobre contido em uma tonelada de sucata de fios e cabos elétricos, através de uma série de testes utilizando técnicas e equipamentos diversos. O custo estimado para obtenção de uma tonelada de cobre a partir da reciclagem foi estimado em R\$1.606,5 (adicionando-se o custo de energia gasta no processo); valor esse 70% menor que a cotação do cobre no mercado.

Martins (2007) constatou que, através de procedimentos técnicos específicos, é possível recuperar valores de estanho e cobre significativos de placas de circuito eletrônicos de microcomputadores sucitados. O pesquisador da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) concluiu que esses teores são expressivos quando comparados aos encontrados em fontes minerais primárias.⁷⁰

A reciclagem de baterias de telefones celulares, conforme apresentado em Reidler & Gunther (2000), teria um custo de R\$0,90 por quilo, significando um custo aproximado de R\$0,20 por unidade. Além disso, a pesquisa de uma grande empresa estrangeira (ReCellular) mostrou que em 1 tonelada de circuitos de celulares existe 300 g de ouro (ABETRE, 2008).

⁶⁹ O interesse na recuperação de metais preciosos a partir de eletrônicos data desde 1969 no mundo e há estudos que indicam que em uma tonelada de computadores há mais ouro do que é possível retirar de 17 toneladas de minério (ARAÚJO, 2006).

⁷⁰ Através da desmontagem, fragmentação, moagem das placas e lavagem com água destilada foi gerado um pó com cerca de 3,09% de estanho e 2,85% de cobre; e, por meio da neutralização dos licores da lixiviação, foram recuperadas as massas de 1,2g de estanho e 0,26g de cobre (MARTINS, 2007).

Deve-se recordar que o Brasil é o 12^o maior mercado de produtos eletroeletrônicos no mundo e há indícios de que um volume elevado de resíduos desse tipo são descartados anualmente no país, como será discutido no próximo capítulo.

Portanto, o número de empresas na eco-indústria com negócios realizados no ramo de eletrônicos, direta ou indiretamente, no Brasil é razoável (46%). Porém considerando que uma legislação do tipo WEEE não existe ainda no Brasil, que 76% das empresas esperam que o Brasil implemente uma legislação do tipo EPR para eletrônicos, que dessas últimas 55% atuam no ramo de eletrônicos e 42% acreditam que seu mercado será afetado e que pesquisas sérias realizadas apontam a viabilidade técnica e econômica dos resíduos de eletroeletrônicos, **os resultados da pesquisa de campo na eco-indústria apontam para um potencial de mercado no ramo de resíduos eletrônicos.**

Dessa forma, a hipótese 3 é confirmada:

H3. Sim, uma legislação do tipo WEEE no Brasil poderia afetar a eco-indústria, pois ela já é esperada pelas empresas envolvidas direta ou indiretamente na gestão de resíduos eletrônicos.

3.4 Síntese Conclusiva

Neste capítulo buscou-se responder uma questão principal: se e como as diretivas europeias RoHS e WEEE afetam ou afetariam o Brasil do ponto de vista do ambiente das empresas.

Começando pela RoHS, verificou-se que essa diretiva tem se difundido pelo mundo e as empresas no Brasil também têm se esforçado para cumprir suas exigências. Os principais canais de transmissão dessa exigência têm sido os clientes e as empresas estrangeiras, uma vez que estas últimas constituem a maior parte do total de empresas em conformidade (ou em processo de) com a RoHS e há mais tempo do que as nacionais. Isso sugere que a atuação da filial encontra-se vinculada à da matriz, independentemente de localizar-se em um país em desenvolvimento com regulações menos rigorosas. Além disso, sugere que os padrões dão vantagens às empresas estrangeiras. Como consequência, também têm sido transferidas atividades inovativas, na forma de P&D e equipamentos e tecnologia da matriz, cujo resultado foi uma performance tecnológica relativamente superior à das nacionais.

Contudo, verificou-se um esforço razoável das pequenas e médias nacionais voltado à adequação e à inovação para se adequar à RoHS. De um lado, considerando que o principal motivo de adequação dessas empresas foi a conquista de novos mercados e diferenciação do produto, isso reflete um possível nicho interessante de mercado; de outro, ressalta a necessidade de se dedicar mais atenção às pequenas e médias nacionais, visto que o complexo no Brasil, sobretudo o segmento de componentes, possui fragilidades competitivas.

Além disso, de forma geral, pode-se constatar um importante resultado em termos de inovação: a RoHS gerou principalmente inovações incrementais de processo. Esse foi um resultado relevante como resposta a uma exigência de produto, pois envolve também o desenvolvimento ou adaptação de processos para substituição de materiais.

A RoHS também gerou outros impactos econômicos e ambientais. Evidenciaram-se claras vantagens em termos da qualidade do produto e maior facilidade de reciclagem do produto. Mas ainda é prematuro concluir se essas vantagens, em contraposição com outros impactos (aumento dos custos, do preço e do uso de insumos e materiais) vêm constituindo vantagens ou desvantagens competitivas.

Do ponto de vista da organização industrial, a redução do número de fornecedores, o número de empresas firmando contratos com fornecedores especializados e o número de empresas realizando gerenciamento da cadeia de fornecimento associados às dificuldades enfrentadas na busca de fornecedores adequados explicita o impacto para trás na cadeia resultante da RoHS. Provavelmente os fornecedores mais exigidos serão os de componentes e de automação no Brasil.

Com relação aos possíveis impactos do estabelecimento de uma legislação do tipo WEEE no Brasil, buscou-se chamar atenção para oportunidades de mercado na área. Cerca de 76% das empresas da eco-indústria brasileira esperam uma legislação do tipo EPR para resíduos de eletroeletrônicos, das quais a maioria atua no ramo de eletroeletrônicos (direta ou indiretamente) e uma parcela significativa espera que seu mercado sofra impactos. Soma-se a isso pesquisas no Brasil confirmando a viabilidade técnica e econômica da reciclagem desses resíduos.

Assim, algumas questões emergem quanto aos rumos políticos ou medidas que devem ser tomados: deveriam ser estabelecidas exigências ambientais do tipo RoHS e

WEEE no Brasil, como estão fazendo outros países? Por meio de quais instrumentos? Deveriam ser consideradas as peculiaridades do Brasil? Quais são elas? Essas e outras questões serão o tema principal do próximo capítulo.

4. OS IMPACTOS DAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS EUROPÉIAS PARA EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS SOBRE O AMBIENTE DAS INSTITUIÇÕES DE POLÍTICA NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é avaliar quais são e quais deveriam ser os rumos políticos tomados pelo Brasil no que se refere aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, considerando as reflexões teóricas, a tendência internacional e os impactos no ambiente da empresa decorrentes das diretivas européias.

4.1 Contextualização e Principais Hipóteses

Dos capítulos anteriores foi possível levantar algumas conclusões teóricas e tendências internacionais a respeito dos impactos no ambiente das instituições da política ambiental. Da discussão teórica (capítulo 1) observou-se que as exigências ambientais externas podem afetar as relações comerciais entre os países, sobretudo entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. De um lado, por causa da menor capacitação técnica e institucional, da falta de recursos (financeiros, tecnológicos e informacionais) por parte das empresas e de outras questões relacionadas à conformidade e à acreditação dos países em desenvolvimento, foi levantada a argumentação a favor da harmonização de políticas ambientais e do envolvimento desses países nas negociações internacionais. De outro, há argumentos contrários à convergência de políticas ambientais entre nações diferentes, sobretudo entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, uma vez que se tende a impor valores dos países desenvolvidos e deixam de refletir as especificidades locais.

A experiência internacional no caso das diretivas européias WEEE e RoHS (capítulo 2), mostrou que há uma forte tendência na implementação de políticas similares a estas. Países e regiões industrializados fora da União Européia têm adotado legislações semelhantes (por exemplo, Califórnia RoHS) e já possuíam uma cultura de tratamento de resíduos para a WEEE. Os países de industrialização recente, além de não possuírem uma infra-estrutura de gestão ambientalmente adequada, se tornaram receptores dos resíduos de eletroeletrônicos de países industrializados, de maneira que estão adotando tais legislações e outras adicionais no controle das importações de resíduos de eletroeletrônicos como reação a essa tendência.

No capítulo 3 percebeu-se que a RoHS tem realmente impactos globais, pois está sendo transmitida ao Brasil por meio do mercado e das empresas estrangeiras. A maior parte das empresas vem buscando se adequar à diretiva, mas há uma assimetria temporal, informacional e tecnológica entre grandes estrangeiras e pequenas e médias nacionais. Além disso, verificou-se que a RoHS tem afetado as relações com os fornecedores. Isso suscita atenção, visto que o complexo eletrônico no Brasil, sobretudo no segmento de componentes, enfrenta dificuldades competitivas. Esses são alguns reflexos das dificuldades que países em desenvolvimento enfrentam e estão de acordo com aquelas discutidas no item 1.3.1. Em outro momento, mesmo não vigorando no país uma legislação do tipo WEEE e reconhecendo-se que seus impactos são localizados, foram levantadas oportunidades no campo da eco-indústria para o tratamento dos resíduos pós consumo desses produtos.

Esses comentários permitem estabelecer uma hipótese básica sobre as orientações de políticas no Brasil:

H4. A convergência entre as políticas ambientais do Brasil e as diretivas européias tende a trazer benefícios econômicos e ambientais para o país.

4.2 Caracterização da Política Ambiental Brasileira para Eletroeletrônicos

A análise das medidas ambientais existentes ou em discussão no país torna-se mais interessante ao se comparar com alguma estimativa de resíduos eletrônicos no país.

Atualmente não há estatísticas oficiais ou precisas sobre esse tipo de resíduo (SILVA *et al*, 2002; SFIEC, 2008). Apesar disso, pode-se tomar como ponto de partida para compreender o problema dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil alguns números de vendas e descarte de produtos selecionados.

Segundo a tabela 4.1, no ano de 2007 havia cerca de 121 milhões de telefones celulares em operação no país, o que representa uma densidade de 63,59 celulares por 100 habitantes. A taxa média de crescimento do número de linhas foi de 28% entre 2003 e 2007 e estima-se que esse número atinja 141 milhões em 2008. Além disso, a vida útil dos aparelhos está diminuindo, pois 33% dos celulares vendidos no país hoje são comprados por quem já possui um.⁷¹ Quanto aos computadores pessoais (PCs), a venda pela indústria

⁷¹ Fontes utilizadas: ABINEE (2008), www.teleco.com.br; Gazeta do Povo online 03/02/08;

legal tem sido crescente desde 2003: de 960 mil unidades em 2003 para 6,4 milhões em 2007. Mas, considerando as vendas estimadas do total de PCs (incluindo o mercado ilegal), o número de PCs vendidos atingiu 10 milhões de unidades em 2007 (ABINEE, 2008).

As vendas de eletrodomésticos (grandes e pequenos) no Brasil no ano de 2004 foram de aproximadamente 75 milhões de unidades. Aqui estão incluídos produtos como refrigeradores, fogões, máquinas de lavar e secar e outros aparelhos de uso doméstico (torradeiras, liquidificadores, secadores, ventiladores, chuveiros, ferros de passar, etc). As vendas de televisores a cores, no mesmo ano, foram de 8 milhões de unidades (IBGE, 2004).

Algumas estimativas já foram realizadas para o descarte de lâmpadas fluorescentes e de pilhas e baterias. No Brasil têm sido consumidas cerca de 100 milhões de lâmpadas fluorescentes por ano, das quais 94 milhões de unidades são descartadas de modo inadequado. E cerca de 11 mil toneladas de pilhas usadas (usadas em aparelhos domésticos) foram jogadas no lixo doméstico sem cuidados de 1995 a 1999. Além disso, em torno de 400 milhões de pilhas são vendidas ilegalmente a um preço abaixo do preço do mercado legal (ABILUX, 2007; REIDLER & GUNTHER, 2002; ABINEE).

Assim, tomando por base um tempo médio de vida útil de 4 anos para PCS e celulares e de 10 anos para eletrodomésticos e adicionando-se as estimativas existentes de lâmpadas descartadas, pode-se especular que, a cada ano, cerca de 135 milhões de unidades de produtos eletroeletrônicos tornam-se obsoletos no país (tabela 4.1). Ao incluir as 3 mil toneladas anuais de pilhas descartadas e os produtos já existentes, esse número se tornaria mais elevado. A título de comparação, cerca de 500 milhões de celulares tornam-se obsoletos no mundo a cada ano (SFIEC, 2008). Ademais, deve-se recordar que o Brasil é o 12º mercado do mundo em equipamentos eletroeletrônicos, significando um mercado aquecido.

Tabela 4.1 Número de produtos vendidos/existentes e estimativas de produtos eletrônicos que se tornam obsoletos ao ano no Brasil (em unidades)

Produtos	Unidades	Tempo médio de vida útil	Número de produtos obsoletos ao ano (estimativa)
Telefones celulares	121 milhões (linhas em 2007)	4	30 milhões
Computadores pessoais	10 milhões (vendas em 2007)	4	2,5 milhões
Eletrodomésticos	75 milhões (vendas em 2004)	10	7,5 milhões
Televisões a cores	8 milhões (vendas em 2004)	10	800 mil
Lâmpadas fluorescentes	-	-	94 milhões
Total			135 milhões

Fonte: elaboração própria a partir de IBGE (2004); ABINEE (2008); ABILUX (2007), Reidler & Gunther (2002); SEPRO (2008); www.governoeletronico.gov.br; Gazeta do Povo online 03/02/08

Porém, não há destinação adequada dos produtos eletrônicos após seu consumo no Brasil e esses, em geral, são descartados junto com os resíduos domésticos (SILVA *et al*, 2002; SFIEC, 2007). Contudo, nem mesmo os resíduos domésticos têm tido uma destinação adequada. Estima-se que são geradas cerca de 170 mil toneladas ao dia de resíduos sólidos urbanos – resíduos gerados nos domicílios, unidades alimentares, coletados na rua, produto de manutenção de áreas verdes e entulho de construções (ABRELPE, 2006). A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) do IBGE (2000) mostrou que, de 228 mil toneladas de lixo urbano recolhidas diariamente no país, apenas 36% eram destinadas a aterros sanitários e, de um total de 5.475 municípios que realizavam serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, apenas 8% tinham coleta seletiva.

As estimativas apresentadas anteriormente, diante da falta de infra-estrutura para gestão de resíduos urbanos no Brasil e dos problemas à saúde e ao meio ambiente causados pela disposição inadequada dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (apresentados no capítulo 2), tendem a tornar esses produtos no fim da sua vida útil um problema de saneamento ambiental no Brasil. Importa agora avaliar quais medidas têm sido tomadas ou discutidas com relação aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil.

São poucas as medidas no Brasil que estão diretamente relacionadas ao tema. De modo geral, algumas medidas estão implementadas e outras, no momento de realização deste trabalho, em discussão. A maioria delas orienta-se pela responsabilização ampliada do produtor.

A única regulação em vigor no ano de 2007 com implicações diretas para a gestão de resíduos eletroeletrônicos é a Resolução 257/1999 do Conselho Nacional do Meio

Ambiente (Conama), que regula a fabricação e a destinação de pilhas e baterias. Desde janeiro de 2000 pilhas e baterias que contenham chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos devem ser entregues, após seu esgotamento energético, aos vendedores para retorno aos fabricantes (art. 1º). Além disso, desde 2001, a resolução estabelece limites máximos de peso em mercúrio (até 0,010% em peso), cádmio (até 0,015% em peso) e chumbo (até 0,200% em peso) para fabricação, comercialização e importação de pilhas (art. 5º e 6º). Os fabricantes tornam-se responsáveis, portanto, pela substituição das substâncias, identificação, recolhimento, armazenamento e destinação final adequada desses produtos.⁷²

Deve-se notar que esta é a única regulação nacional em vigor que se aproxima da RoHS e WEEE européias. Porém, alguns obstáculos não têm permitido o total cumprimento da resolução. Conforme informações da ABINEE, as empresas associadas produtoras de pilhas encontram-se adequadas à resolução, mas a comercialização de pilhas ilegais a baixos preços prejudica a venda de pilhas ambientalmente adequadas.⁷³ Além disso, como avaliado por Ridler & Gunther (2002), a ausência de um sistema de coleta eficiente desses resíduos especiais, de fácil acesso e bem divulgado à população, tornou a lei ineficaz quanto a sua aplicabilidade. Dessa forma, a existência de uma lei, para as autoras, não garante que a mesma seja conhecida ou mesmo cumprida.

Na ausência de uma política nacional de resíduos, alguns estados e municípios instituíram suas próprias legislações. Por exemplo, em São Paulo há a Lei Estadual 12.300/2006, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, a Lei Estadual 10.888/2001, que dispõe sobre o descarte final de produtos que contenham metais pesados e a Lei Municipal 12.653/1998 que fixa normas para o descarte de lâmpada fluorescentes no município de São Paulo (CETESB, 2007). Essas iniciativas locais podem representar um problema de ausência de uniformidade de legislações ambientais dentro das fronteiras do país.

Algumas medidas marginais, voltadas especialmente à inclusão social, compõem-se de decretos sobre descarte de materiais eletrônicos no âmbito da administração pública federal. O decreto nº 99.658 de 30/10/1990 regula o reaproveitamento, a movimentação e a

⁷² As pilhas consideradas nessa resolução são: pilhas recarregáveis, acumulador chumbo-ácido, acumulador elétrico, baterias industriais, veiculares, pilhas e baterias portáteis e as de aplicação especial (CONAMA, 1999).

⁷³ Site da ABINEE; www.abinee.org.br

alienação de materiais e obriga que o material classificado como ocioso ou recuperável seja cedido a outros órgãos que dele necessitem. O Decreto nº 6.087 de 20/04/2007 especifica, dentro do decreto anterior, que certos produtos eletrônicos (microcomputadores, monitores e impressoras, entre outros) considerados ociosos ou recuperáveis existentes nos órgãos da administração pública federal devem ser informados à Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (MPOG) e podem ser doados para instituições filantrópicas reconhecidas pelo governo e para Organizações da Sociedade Civil que participem de projetos de inclusão social.⁷⁴

No âmbito dessas medidas paralelas, existe uma norma técnica da ABNT (ISO Guide 64) ampla e voltada à inclusão de aspectos ambientais em normas de produtos. O objetivo do guia é a conscientização sobre os impactos dos produtos sobre o meio ambiente por meio de diferentes estágios do seu ciclo de vida (no uso de materiais ou energia e nos resíduos gerados). Nesta norma se reconhece que nem todos os requisitos podem causar melhorias ambientais e, caso sejam muito rigorosos, podem inibir a inovação tecnológica. Por isso, orienta-se ao redator de normas o uso do menor número de especificações de materiais e técnicas (ABNT, 2002).

Quanto às medidas que se encontram em discussão, dois Projetos de Lei (PL) em tramitação no congresso merecem destaque, pois podem afetar a gestão de resíduos e os produtores de equipamentos eletroeletrônicos: PL 1991/2007 e PL 2061/2007.

O projeto de lei 1991/2007 visa instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos e traça diretrizes gerais quanto à geração, reciclagem e destinação de resíduos sólidos no país, servindo de orientação às legislações estaduais e municipais e à regulamentação específica de resíduos especiais. Embora constitua apenas um projeto de Lei, contém princípios e instrumentos que despertam atenção (MMA, 2007):

- Definições de resíduos, de seus geradores e de suas formas de tratamento (inclusive tecnologias ambientais) (art. 8º);
- Inclusão dos princípios do poluidor pagador e da responsabilidade ampliada do produtor (art. 18º);
- Elaboração de Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pelo Distrito Federal e Municípios como condição de acesso aos recursos da União (art. 13º e 14º);

⁷⁴ Esses decretos encontram-se em: www.senado.gov.br

- Aplicação da Logística reversa (ações que facilitam a coleta e restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores) e inclusão do catador nesse procedimento (art. 21º a 24º);
- Proibição de importações de resíduos sólidos ou rejeitos que causem danos ao meio ambiente e à saúde pública (art. 30º) e
- Sintonia com as Políticas Nacionais do Meio Ambiente, de Educação Ambiental, de Recursos Hídricos, de Saneamento Básico, de Saúde, Urbana, Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior e as que promovam inclusão social (art. 9º).

Convém lembrar que uma primeira versão da Política Nacional de Resíduos foi apresentada no ano de 1991 (PL 203/1991) e, após vários anos de discussão, foi substituída pelo projeto 1991/2007. A discussão sobre a política se prolongou, conforme apresentado pela comissão, por causa do excesso de detalhes adicionados. Por exemplo, até o ano de 2005 foram levantadas 99 emendas por Lima (2004), das quais 11 versavam sobre resíduos tecnológicos e 12 sobre pneumáticos.⁷⁵ Esse é um dos motivos pelos quais o projeto de 2007 tomou o formato de uma diretriz geral. De acordo com Jardim (2007), outros motivos do impasse na discussão foram a inclusão do princípio do poluidor pagador e o da responsabilidade ampliada do produtor, além da discussão sobre pneumáticos.

O PL 2061/2007 apresentado em 2007 dispõe sobre a coleta, a reciclagem e a destinação final de aparelhos eletrodomésticos e eletroeletrônicos inservíveis, visando tornar o fabricante ou importador o responsável pela coleta, reciclagem e disposição final desses aparelhos. A aprovação desse sistema seria uma condição necessária para obtenção ou renovação de licenças ambientais pela indústria produtora ou para importação desses aparelhos.⁷⁶

No âmbito regional, os países do Mercosul lançaram em 2006 um projeto para harmonização da gestão ambiental de resíduos especiais de geração universal e de responsabilidade pós-consumo. Os resíduos considerados incluem os eletroeletrônicos (pilhas e baterias, celulares, eletroeletrônicos, lâmpadas) e outros produtos. A discussão surgiu como reação à preocupação com a transferência de resíduos originários de países

⁷⁵ Como exemplo, têm-se alguns projetos de lei específicos sobre lixo tecnológico apresentados na Câmara: PL 4344/1998 (dispõe sobre a coleta de baterias de celulares); PL 4178/1998 (dispõe sobre a coleta e tratamento do lixo tecnológico); PL 732/1999 (obriga a reciclagem de pilhas e baterias); PL 1595/2003 e PL 2440/2003 (dispõem sobre a responsabilidade sobre pilhas e lâmpadas usadas); e PL 2428/2007 (versa sobre o fim da comercialização de pilhas não-recarregáveis) (www.camara.gov.br).

⁷⁶ Esse projeto tramita, até o momento de realização deste trabalho, na Câmara junto com o PL 203/1991, com o substitutivo da Comissão de PNRS (www.camara.gov.br).

desenvolvidos e à necessidade do estabelecimento de políticas comuns em matéria de resíduos e responsabilização pós-consumo (MERCOSUL, 2006).

As observações acima sugerem que:

- há um problema potencial de resíduos de eletroeletrônicos no Brasil;
- o avanço de legislações do tipo EPR para resíduos sólidos enfrenta dificuldades em termos de aprovação e de *enforcement*; isso indica que medidas dessa natureza tendem a ser mais complexas e envolvem uma ampla gama de atores;
- regulações sobre a substituição de substâncias parecem ser mais factíveis do ponto de vista do produtor (a exemplo da Resolução Conama 257 e adequação das empresas no Brasil à RoHS), mas também geram alguns obstáculos;

Nas próximas seções, a partir da opinião de especialistas sobre o tema, buscar-se-á discutir mais profundamente esses e outros aspectos.

4.3 Metodologia da Pesquisa de Campo

Por meio da pesquisa de campo pretende-se avaliar quais devem ser os rumos políticos tomados pelo Brasil em relação à gestão de resíduos eletrônicos. A hipótese subjacente é que a convergência com as diretivas europeias trará benefícios econômicos e ambientais ao país. Como esse é um assunto ainda pouco explorado desse ponto de vista, optou-se pela metodologia de pesquisa de opinião com especialistas/atores-chave. Em termos mais específicos, foram utilizados os instrumentos: a) roteiro semi-estruturado (com questões abertas) que facilita a obtenção de opiniões (Roteiro 1 do Anexo 2) ; b) análise temática: selecionaram-se alguns temas principais a partir das conclusões teóricas, da experiência internacional, da reação das empresas no Brasil e das medidas ambientais (existentes ou em discussão); c) seleção de atores para cada tema, pois permite a comparação das opiniões com maior facilidade. O quadro 4.2 indica os temas abordados e as organizações das quais fazem parte os atores-chave selecionados.

As organizações foram selecionadas conforme os temas e os tipos (setor privado, público e sociedade civil). Os critérios de seleção dos atores direcionaram-se pela organização com a qual se vincula e o tipo de trabalho que realiza. A forma de integração com esses atores envolveu: contatos diretos com palestrantes em eventos especializados nos temas (como ABINEE-TEC; Recycle Cempre, ExpoNorma/ABNT); contatos diretos com

membros de organizações especializadas, por telefone ou correio eletrônico; contatos obtidos por meio de outros contatos (membros intermediários) que ajudaram a encontrar o ator chave na organização em foco.

Poucos atores com os quais foram estabelecidos contatos se recusaram a contribuir, e os que o fizeram justificaram e/ou indicaram outro especialista que opinou. No Ministério do Meio Ambiente em todos os contatos realizados houve a manifestação de interesse, mas a dificuldade residiu em encontrar o especialista adequado para responder a pesquisa. Assim, 14 atores responderam a pesquisa, um número elevado considerando o tempo despendido por cada um em questões amplas e que cobriam um grande número de aspectos.

Quadro 4.2 Temas e atores-chave selecionados

Temas abordados	Organizações com as quais estão vinculadas os atores
Política Ambiental	INMETRO; ABNT; UNICAMP; CETESB; Pinheiro&Pedro Advogados; MDS; ABRELPE; CEMPRES.
Harmonização da política ambiental	INMETRO; ABNT; UNICAMP; CETESB; Pinheiro&Pedro Advogados; Consultoria SGS; TÜV Rheinland; Fundação CERTI/MCT; ABRACI; MRE; MDS; ABRELPE; CEMPRES.
Políticas auxiliares/apoio à indústria	INMETRO; ABNT; UNICAMP; CETESB; Pinheiro&Pedro Advogados; Consultoria SGS; TÜV Rheinland; Fundação CERTI/MCT; ABRACI; Catador; CEMPRES.
Ciência e tecnologia	INMETRO; ABNT; UNICAMP; CETESB; Consultoria SGS; TÜV Rheinland; Fundação CERTI/MCT.
Infra-estrutura de gestão de resíduos	UNICAMP; CETESB; Pinheiro&Pedro Advogados; Consultoria SGS; MDS; Catador; ABRELPE; CEMPRES.
Negociações internacionais	INMETRO; ABNT; MRE.

Fonte: elaboração própria

A condução das questões, que visaram **expressar somente as opiniões pessoais** dos especialistas não refletindo o interesse da instituição da qual faz parte, baseou-se em 9 entrevistas presenciais (através do uso de gravador e transcrição) e 5 pesquisas escritas recebidas por correio eletrônico (por causa das dificuldades de deslocamento). As questões aplicadas para cada ator foram selecionadas a partir de um roteiro amplo que cobre todos os temas (Roteiro 1 do Anexo 2). A listagem detalhada dos atores encontra-se no final do Anexo 3.

A elaboração do roteiro e o tratamento/análise dos depoimentos foram inspirados em elementos de metodologias tradicionais e de metodologias inovadoras, extraídos de Rosa & Arnoldi (2006) e Lefevre & Lefevre (2005). Ou seja, as questões são todas abertas, mas algumas pré-estabelecem categorias de respostas como sim ou não e outras visam obter expressões livres para levantar novos aspectos que ultrapassam os níveis das categorias. De modo paralelo, buscou-se extrair as idéias centrais e expressões chave de cada elemento. Isso permitiu que a análise dos depoimentos fosse realizada por temas (para traçar consenso, semelhanças, diferenças) mantendo-se a fidelidade à posição central de cada especialista.

4.4 Resultados da Pesquisa de Campo

Por meio da análise dos depoimentos dos atores envolvidos com o tema central, pretende-se identificar ações futuras que o Brasil deve seguir. A possível resposta subjacente a essa questão é que a convergência entre as políticas ambientais do Brasil e as diretivas européias traria benefícios ao Brasil enquanto país em desenvolvimento. Testar essa hipótese implica tratar de outros temas correlatos, como analisar, do ponto de vista dos atores-chave, a política ambiental, as condições de ciência e tecnologia (C&T), da infraestrutura de gestão de resíduos e da indústria, bem como a atuação do país nas negociações internacionais.

Embora sejam reconhecidos os avanços em termos de legislação ambiental no país, a discussão voltada especificamente ao descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos tem sido vista como relativamente atrasada pelos especialistas:

(...) a resolução do Conama eu considero razoavelmente bem equacionada, mas isso não é suficiente, talvez trate um pedaço do problema. (...) eu não acho que a legislação atual seja suficiente, mas é preciso considerar a realidade do país, a gente não pode se comparar em vários quesitos, com países da U. E. Primeiro que nossa geração de resíduos eletroeletrônicos não se compara à deles e segundo que temos outras prioridades; isso não impede que a questão seja tratada, mas antes dela vêm outras, como o próprio resíduo domiciliar. (...) Isso demora um tempo para ser feito, então talvez a política ainda não esteja atrasada como você perguntou, mas a discussão certamente está. Pois para partir da discussão para a política são anos; (...) então veja-se a distância que existe entre perceber o problema, discutir o problema, implementar uma solução e ela ser bem sucedida. São várias etapas. Então, na minha opinião, essa discussão precisa ser feita o quanto antes (Flávio Miranda)

nossa legislação é muito avançada em relação ao nosso meio (...) a responsabilidade civil objetiva já está em vigor em nossa política ambiental há décadas (...) O descarte que é o grande problema (Antonio Pinheiro Pedro).

Muito atrasada em relação ao mundo, mesmo em relação a outros países em desenvolvimento (Carlos Silva Filho).

Em relação à questão principal, sobre se deveriam ou não ser implementadas políticas semelhantes à WEEE e à RoHS no Brasil, de treze opinantes, sete afirmaram claramente que sim. Desses, as opiniões se misturam, pois alguns focam mais sobre a proibição de substâncias perigosas e outros levantam aspectos importantes da convergência com a WEEE. Essa diferenciação é importante, como levantado pelos depoimentos, pois a harmonização da WEEE é mais complexa. O Sr. André Vilhena coloca muito bem essas diferenças:

A WEEE e RoHS vigoram através das empresas transnacionais no Brasil. A **harmonização deve ocorrer na RoHS**, através da proibição para reduzir o impacto ambiental. E dentro do universo da empresa é mais fácil do que no **pós-consumo**, pois esse **envolve uma participação maior de stakeholders**. Dentro da empresa é mais fácil, pois com o *design* ambiental se pode reduzir o uso de metal pesado. A proibição deve ser igual a todos para a redução de metal pesado (...). A legislação EPR é uma oportunidade de ganho (André Vilhena).

Importante notar que o comentário acima corrobora as conclusões do capítulo 3.

Alguns trechos merecem destaque, porque ajudam a compreender os argumentos favoráveis à harmonização e a levantar novas questões. Os Srs. Marcus Piaskowy e Arnaldo Barbulio ressaltam as motivações voltadas à competitividade internacional:

Sou da opinião de que o Brasil deveria adotar uma legislação que controlasse o uso de substâncias perigosas em eletroeletrônicos por vários motivos: aumentaria nossa **competitividade internacional** e incentivaria as pesquisas nesta área; evitaria que o Brasil se tornasse *Dumping Ground* para os componentes não harmonizados, que hoje não podem mais ser comercializados no primeiro mundo; esta legislação faria parte de um programa de sustentabilidade das empresas produtoras e traria benefícios a longo prazo tanto para as empresas quanto para a sociedade, na medida em que diminuiria a contaminação local. (...) As Diretivas RoHS, WEEE, Reach, *End of Life Vehicles* (ELV) podem não serem perfeitas, mas são um começo. Exigem que as empresas (especialmente as instaladas no terceiro mundo) parem para pensar no futuro dos seus mercados⁷⁷ (Marcus Piaskowy).

Harmonização é o caminho mais fácil, pois permite que **o fabricante, ao se adequar ao Brasil, esteja adequado ao resto do mundo** (Arnaldo Barbulio).

⁷⁷ Reach e ELV são duas exigências ambientais européias que tratam da comercialização e gestão ambiental, respectivamente, de produtos químicos e veículos no fim da vida útil.

O Sr. Carlos Fadul vai além e apresenta três categorias de razões para harmonização, ressaltando o aspecto tecnológico:

Acreditamos que o Brasil deveria sim adotar políticas ambientais similares às exigências européias. Primeiro **por questões ambientais**. O aumento de equipamentos eletrônicos no nosso dia-a-dia é notório e irreversível (sobre ciclo de vida mais curto e aumento do mercado) (...) Segundo por **questões tecnológicas**. Com a obrigatoriedade do atendimento a diretivas como RoHS e WEEE foi desenvolvida uma nova tecnologia de montagem de placas eletrônicas, tecnologia esta que várias empresas no Brasil não vêm seguindo devido ao aumento aparente do custo de produção. Como os grandes montadores mundiais estão montando seus produtos em conformidade com a diretiva RoHS, todo o mercado está se modificando para esta nova tecnologia. Isto faz com que nossos produtos fiquem tecnologicamente atrasados e pode inclusive acabar influenciando a confiabilidade dos equipamentos produzidos. Por fim, **economicamente**. Outros países fora da Comunidade Européia estão incluindo leis semelhantes, posso citar: China, Japão, Coreia e alguns estados nos Estados Unidos. À medida que tais restrições crescem diminui a exportação das empresas brasileiras; uma lei local iria levar as empresas nacionais a atender estas diretivas e estarem, desta forma, preparadas para o mercado (Carlos Fadul).

O Sr. Carlos Silva destaca o papel de redução da incerteza- resultante da harmonização - na decisão de investimento das empresas:

Trará benefício, pois terá regra clara além de outros atrativos do Brasil (mão-de-obra barata, área, incentivos fiscais) para a indústria (...) **A ausência de regras claras sobre o tema no Brasil é prejudicial no sentido de atrair empresas** (...) Portanto, na avaliação de novas instalações, isso é negativo, porque não se sabe o que fazer: a empresa pode ser responsabilizada pelo dano se destinar de forma errada; se destinar de forma correta, ainda não há definições claras no país. Nos anos 1980 isso era positivo e um ponto de fuga: a indústria ia para países em desenvolvimento, reduzia custos, aumentava competitividade e aumentava o valor da empresa, quando não havia fiscalização e conscientização ambiental. Hoje ninguém vai se arriscar a ser processado por um crime ambiental, sejam danos físicos ou de imagem (Carlos Silva Filho).

O custo da não-harmonização, conforme ressaltado pelos trechos a seguir, se refletiria na difícil sobrevivência da indústria brasileira de eletrônicos no mercado mundial:

Eu acho que sim, que deveria adotar, que as empresas com algum investimento podem se adequar a esse tipo de normativa e **o custo de não se adequar a isso** é um custo alto, um preço alto por conta do processo exportador; a gente pode **perder mercado** por conta de norma ambiental (Ricardo Ferman).

Não se adequar significa ficar à margem e excluir-se a curto prazo do mercado mundial. **É uma questão de sobrevivência para as indústrias**, com reflexo no balanço de pagamentos, fora a implicação ambiental para o país (Arnaldo Barbulio).

Os principais obstáculos que podem ser gerados devido a não harmonização das políticas ambientais são: a perda de mercados, visto que cada vez mais países estão aderindo a este tipo de lei, dificultando ou até inviabilizando o processo de exportação; e os atrasos tecnológicos em cada etapa relacionados ao tema, (...) o

que afetaria na ponta o desenvolvimento e a confiabilidade de processos e produtos (Carlos Fadul).

Apesar de concordar com a importância econômica, o Sr. Bizzo levanta um aspecto essencial em relação à harmonização, sobretudo da WEEE: o problema da destinação diante do mercado informal:

Eu acho que deveria, claro que terão problemas a resolver para aplicar isso; o principal problema é o **contrabando**, pois não se tem controle. (...). Se quiser olhar o **mercado externo** isso (harmonizar) tem que ser feito, é inevitável. Mas para implantação de um negócio desse terá que se lidar com o contrabando, e isso será a maior argumentação dos fabricantes contra a implantação de uma política desse tipo, irão reclamar, com justa razão, do mercado informal (Waldir Bizzo).

O efeito sobre o preço dos produtos, um dos resultados do capítulo 3, é reconhecido como um dos impactos da harmonização no curto prazo, mas é visto como um efeito que vem sendo enfrentado por todos os produtores de eletrônicos:

Em um primeiro momento, haveria um impacto nos preços de produção por conta de matérias-primas mais caras. Mas esta realidade é a mesma para todos os *players* do mercado- nacional e internacional. É aí que entra a pesquisa local. (...) Caso contrário, a indústria eletroeletrônica vai ser penalizada (Marcus Piaskowy).

Portanto, as principais motivações para a convergência são a competitividade internacional, os avanços tecnológicos, a melhoria ambiental e atração de investimento estrangeiro (por causa da redução da incerteza). Este último aspecto, somado a questão de que a RoHS já existe no Brasil por meio das ETNS, tende a reforçar as conclusões do capítulo 3. Ademais, sugerem que estas diretivas têm colocado a concorrência internacional de produtos eletrônicos em novos padrões – os ambientais. Mas, de outro lado, também foram levantadas peculiaridades que merecem atenção, como o próprio atraso tecnológico do Brasil, os canais de devolução dos equipamentos usados e o problema do mercado informal, que tende a dificultar a responsabilização do produtor.

Neste sentido, esses especialistas forneceram sugestões valiosas sobre a forma de implementação dessas diretivas no país. Em relação aos tipos de instrumentos que deveriam ser utilizados, não houve consenso, pois a maior preocupação recai sobre o *enforcement* da medida no Brasil. A expressão “a lei não pega”, utilizada em alguns depoimentos, reflete essa preocupação. Os Srs. Ricardo Fermam e Carlos Silva acreditam na via mandatória,

mas associada a incentivos de devolução dos equipamentos usados e a investimentos para alterar a conscientização da população:

tem que ser **regulamento obrigatório**, não dá pra ser norma técnica voluntária, mas paralelamente podemos tomar ações no campo voluntário, adequando nossas normas técnicas, que são feitas na ABNT, de forma que regulamentos nacionais que fazemos reflitam as normas internacionais que são discutidas na ISSO e na IEC - principalmente as que atuam no campo de eletroeletrônicos e de meio ambiente. (...) A questão ambiental, pela cultura e política das empresas de que meio ambiente é custo e gasto, se não for obrigatória “não pega” (...)

os produtores que vão vender seus produtos terão que oferecer algum tipo de compensação para que os consumidores devolvam esses produtos ao final de sua vida útil (Ricardo Ferman).

primeiro, **estrutura e mudança de cultura**: incentivo positivo, legal e educação (publicidade); investimento alto, mas necessário. Por exemplo, a prefeitura de Medellin investiu US\$1,5 milhão em campanha publicitária para aumentar o índice de reciclagem; segundo, falta legislação que viabilize essa infra-estrutura, uma **legislação estruturante**, de retorno, processamento. Deveria ser **obrigatório**: tudo nesse sentido deve ser obrigatório, mas com estímulo positivo (como uma redução de impostos) (Carlos Silva Filho).

De outro lado, são apresentadas as vantagens dos instrumentos voluntários como os mais adequados à realidade brasileira. O Sr. Bizzo levanta o aspecto social:

Acho que a princípio, **acordos são sempre melhor do que o estabelecimento de multas**; no Brasil a gente não tem que ter essa prática de estabelecer multas, nem a lei dos crimes ambientais funciona direito. (...) Acho que temos um problema no Brasil, se comparado com Europa, pois eles têm uma cultura de uma sociedade mais avançada do que a nossa, e resolveram grande parte dos problemas sociais deles; no Brasil, grande parte **dos problemas sociais se sobrepõe às questões ambientais** e às vezes fica difícil discutir em detalhe uma política/lei ambiental tão específica (Waldir Bizzo).

Segundo o Sr. Reynaldo Galvão, mesmo entre instrumentos voluntários, algumas normas podem dificultar a adequação das empresas:

Essas normas européias engessam muito, pois têm padrões extremamente rígidos. A EMAS, por exemplo, é uma norma inglesa sobre sistema de gestão ambiental, só que a EMAS engessa muito a empresa, porque ela traça um desempenho ambiental com um índice fixo e a empresa só logra a certificação se chegar a um patamar que a EMAS determina de desempenho ambiental; a ISO 14001 não fixa um patamar, ela só diz que a empresa tem que ter um desempenho ambiental.(...). Isso facilita até países que têm legislação muito fraca em termos ambientais e essas normas servem como parâmetro de não poluir. (..) E **facilita a empresa a inovar** ⁷⁸(Reynaldo Galvão).

⁷⁸ EMAS, sigla de *Eco Management and Audit Scheme*, é um sistema europeu de gestão ambiental.

Na mesma linha, o Sr. André Vilhena apresenta argumentos contra a criação de taxas sobre a indústria e sugere um mecanismo de incentivos fiscais via redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI):

Não dá pra criar taxas ambientais ou multas que não reflitam a eficiência do sistema, pois a realidade é diferente. Mas há oportunidade de cobrir o financiamento através do **ajuste do IPI**. O ajuste no IPI dará fôlego para o segmento tratar dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. (...) Com isso, pode-se criar um sistema de recebimento do eletroeletrônico e encadeamento para reciclagem. Isto porque o Brasil tem uma carga tributária muito alta e a redução do IPI poderia ser uma oportunidade neste sentido (...) O ideal (em termos de ajuste) é uma relação *win-win*, na qual ganha a empresa e o governo que, de um lado, deixa de receber o benefício, pois o município deixará de arrecadar um pouco; mas de outro lado, como o custo da disposição final é reduzido, reduz também o repasse aos municípios (André Vilhena).

Considerando essas preocupações e especificidades do Brasil colocadas acima, o processo de construção dessas exigências no país deveria, segundo as opiniões dos especialistas, envolver uma discussão entre os diversos atores envolvidos, transparência, e realização por etapas. Associados às capacitações internas, esses elementos viabilizariam a adequação do mercado em tempo hábil às medidas:

Isso deveria ser construído **juntamente com associações de empresas e com as empresas**; uma ação conjunta, envolvendo MDIC, MMA, IBAMA, INMETRO, ABINEE, Eletros, INMETRO e as grandes associações brasileiras da indústria de eletroeletrônicos. Isso deveria ser feito, de modo geral, dando-se condições para que as empresas se adequassem a essas normativas, através de investimentos, concessões, subsídios; infra-estrutura de laboratórios do governo que poderiam ser usados, programas de conformidade (...) isso precisa ser feito de uma forma que envolva parceria entre o governo e as empresas (Ricardo Fermam).

Esse tipo de restrição **não pode ser colocado de maneira brusca**, isto seria prejudicial para as empresas brasileiras que ainda não se adequaram às diretivas européias. O processo deve ser **transparente**, ele necessitaria de um **plano de implantação** a ser divulgado sob a forma de portarias/resoluções publicadas com bastante antecedência. Dever-se-ia iniciar apenas com os produtos que geram mais lixo eletrônico, como equipamentos de informática e de consumo. Porém, paralelamente necessitar-se-ia de um programa assistencial do governo (Carlos Fadul)

deve ser harmonizada por fases; deve-se adotar no mesmo sentido, mas de forma gradual, criando **cultura, viabilizando o mercado** para chegar no caso europeu. Se for direto, inviabilizará todo o mercado devido à ausência de estrutura adequada para absorver a demanda. Ou seja, poderá ocorrer mais uma lei que “não pega” (Carlos Silva filho).

Sim, o governo deveria estabelecer políticas ambientais adaptadas ou harmonizadas com as leis vigentes na União Européia, começando por uma profunda reforma educacional. Uma harmonização poderia beneficiar o mercado como um todo. (...) Essas normas e diretivas em questão **nunca poderão ser aplicadas na sua totalidade no Brasil**, o nosso país carece de muito suporte nas áreas sociais

principalmente na educação, **necessitamos de um programa amplo de educação, conscientização e treinamento** (Sergio Rodrigues).

De outro lado, embora seja reconhecido o problema da gestão de resíduos de eletroeletrônicos no Brasil, é fundamental compreender os motivos pelos quais outros especialistas tomaram cuidado em adotar uma posição totalmente favorável à harmonização, bem como apresentar suas sugestões políticas. O Sr. Flávio Miranda discorda dos efeitos salutares no curto prazo resultantes da imposição de regras semelhantes às européias sobre a indústria, devido ao provável impacto que teriam sobre a localização das indústrias:

Sobre harmonizar ou não política ambiental, mais do que harmonizar **nós deveríamos ter as nossas regulamentações com as nossas prioridades**; então no longo prazo, acho que deveríamos ter uma legislação de responsabilidade pós-consumo de cuidados com o uso de algumas substâncias de metais pesados, o que não necessariamente significa banimento, mas cuidados e acho que isso precisa ser feito com muito cuidado, porque há um risco de nós prejudicarmos nossas indústrias enquanto outros países continuam desenvolvendo as suas. (...) Só se deve proibir algo se existe alternativa de fazer isso de outra maneira, a não ser que represente um perigo à saúde pública muito grande.

Então (...) esses assuntos de adequação de harmonização legal devem ser encarados (...) do ponto de vista de bloco econômico (...) porque **se corre o risco de transladar uma indústria para um país vizinho** e como se sabe os problemas ambientais não respeitam fronteiras geográficas e políticas, os rios, o ar e o solo continuariam com os mesmos problemas, deslocaria uma indústria de um lado para o outro do rio (...) (Flavio Miranda).

A questão da soberania e das especificidades locais foi ressaltada pelo Sr. Fábio Cidrin:

Não, por uma questão de soberania; a legislação deve atender às necessidades do país onde é aplicada. Mas não sou contra as adequações que devem ser feitas por conta das questões comerciais. O importante é criar legislação em cima das especificidades locais, pensar em nossa realidade. A harmonização deve ocorrer quando todos saírem ganhando. Em produtos prejudiciais, as políticas devem estar alinhadas (Fabio Cidrim).

E, para o Sr. Antonio Pinheiro Pedro, o problema da importação e o contrabando são os principais obstáculos para a viabilização das exigências de responsabilização pós-consumo no Brasil. Ele fortalece seu argumento com o exemplo do insucesso no estabelecimento de uma resolução do tipo EPR para lâmpadas fluorescentes:

Essas mesmas palavras e regras (sobre RoHS e WEEE) só serviriam no país se nós tivéssemos um controle de barreira contra a pirataria e a importação em massa de produtos de má qualidade (...) Por exemplo, quando se estabeleceu no âmbito do CONAMA a discussão da necessidade de *take-back* das lâmpadas, o governo se

deparou com um problema muito grave que era o fato de haver uma enorme pirataria no que tange a importação de lâmpadas falsas com marca de fábricas que produziam as lâmpadas aqui, a importação de lâmpadas da China com marcas próprias, diversas das existentes aqui, sem que houvesse qualquer tipo de tratado, convenção ou acordo internacional que obrigasse sua devolução ao território chinês após o seu descarte. Resultado: uma legislação que poderia ser aparentemente boa acabaria obrigando o fornecedor brasileiro a arcar com o custo ambiental muito acima da capacidade de produção desse produto no próprio território (...)

O Sr. Antonio Pinheiro dá continuidade ao exemplo das lâmpadas, sugerindo as implicações em termos das barreiras que seriam criadas a partir desse tipo de ação no âmbito do comércio multilateral:

Também teria que haver todo um sistema de tratamento de lâmpadas (...) e teria que haver uma barreira de importação vinculada à qualidade do produto similar a que os europeus estabeleceram para poderem implantar as diretivas deles. E isso seria muito difícil de ser executado em território brasileiro quando nós nos deparamos com normas de mercado que permitem a importação de lâmpadas fabricadas na Argentina, que não tem legislação similar a nossa e que iriam protestar – poderia ser vista como barreira não tarifária; como o Brasil vai resolver o problema de ser um dos pouquíssimos países no globo que reconheceu a China como sendo economia de mercado e portanto teria muita dificuldade de criar uma barreira não tarifária à entrada de produtos chineses sem resvalar no princípio da reciprocidade do comércio internacional (Antonio Pinheiro).

De uma forma mais ampla, o Sr. Rodrigo Pinto alerta em relação a quais regras nosso país deveria harmonizar, pois:

A decisão de harmonizar ou não um regulamento técnico ambiental nacional com o existente em países desenvolvidos deve ser adotada a partir de uma análise caso-a-caso, e não como princípio geral (...) A harmonização que interessaria ao Brasil, a meu ver, deve ocorrer por meio da adoção de padrões internacionalmente consensuados, não pela adoção indiscriminada dos regulamentos dos países desenvolvidos (Rodrigo Pinto).

Esse comentário reflete a importância da participação mais ativa do Brasil no âmbito das negociações internacionais de normas e regulamentos, que será discutida mais adiante. Por enquanto, mesmo alertando para os cuidados da harmonização, esses especialistas também fizeram importantes sugestões políticas para tratar da questão dos resíduos eletrônicos. Em termos de instrumentos, o Sr. Flávio propõe, como já tem sido realizado com outros setores na CETESB, um projeto de longo prazo iniciado a partir de ações voluntárias, por meio da definição de etapas e metas e discutido previamente com o setor privado:

Eu acredito muito que **instrumentos voluntários** possam ser os primeiros a serem aplicados, acredito nessa via de tentar parceria e de **propor junto ao setor produtivo uma solução para um problema** (...) da sociedade cuja solução parte da indústria, parte do Estado e na verdade quem terá que se adaptar é a própria

indústria e não adianta tentar a resolver algo que tem várias facetas (...) começar com instrumentos voluntários, como esse projeto de redução do uso de substâncias tóxicas, e em função dos sucessos e não tão sucessos desse programa poder partir pra outras iniciativas mais enfáticas, como a criação de taxas e, possivelmente no futuro, a criação de outros instrumentos e, em último caso, de multas e instrumentos mais coercitivos. Na verdade qualquer nova ou modificação de política ambiental é uma dificuldade para a indústria ambiental e a solução para isso é trabalhar com metas graduais e os programas voluntários nisso ajudam bastante (Flavio Miranda).

O Sr. Antonio Pinheiro, também preocupado com a efetividade de uma lei similar às diretivas, apresenta as dificuldades de elaboração, aprovação e implementação de leis e ressalta a importância de equacionar o mercado previamente. Ele sugere, portanto, medidas para a redução do descarte dos resíduos eletrônicos:

Acho que a gente precisa acabar um pouco com essa visão de resolver tudo por meio da norma legal (...) como é o caso da Política Nacional de Resíduos, que chegou a ser votada no congresso, não saiu da Câmara e acabou sendo arquivada (...) Mas o grande problema não está aí, está no perfil da indústria brasileira que precisa, primeiro, ter uma cultura gerencial e de mercado que suporte essas mudanças legais, pois caso contrário nós vamos ter problemas seríssimos aqui no Brasil. (...) O objetivo seria a redução do descarte de equipamentos no ambiente, reduzindo a possibilidade de contaminação. O importante é equacionar o mercado (...) criar metas, fases, onde se busca a melhoria da qualidade (Antonio Pinheiro Pedro).

O processo de realização dessas ações deveria, conforme os Srs. Flávio Miranda e Antonio Pinheiro Pedro, perpassar por etapas e envolver diversos atores:

o primeiro passo para desenvolver um sistema (de gestão dos resíduos) é **discutir o problema** e daí começar a rascunhar uma proposta de política e detalhando isso passo a passo, porque é um processo naturalmente lento; democracia não se faz de uma hora para outra (Flavio Miranda).

Essas normas não podem ser formuladas e executadas unilateralmente pelo poder público (..) tem que passar por uma fase de **discussão intersetorial** envolvendo Receita Federal, Câmaras de Comércio, Ministérios inclusive do exterior, porque envolve questões de comércio, e as associações de classe do setor de eletroeletrônicos. Hoje temos resoluções que não estão mais aplicadas à realidade tecnológica. Tem que se criar uma câmara específica reunindo o setor da indústria de eletroeletrônicos dentro de um *tracking*, ou seja dentro de uma tração no sentido de que vai se resolver; não é um mero debate; e, nessa linha de negociação com técnicos ambientais tanto da indústria quanto do governo, se estabelecer uma diretiva técnica, uma norma, uma resolução que seja implementada por fases, obedecendo determinados prazos, aliás como foi feito com a indústria de pneus de descarte; não se fez do dia pra noite e vai permitindo assim que a indústria vá se preparando; não adianta querer ter uma solução do dia para noite, porque ela não virá e se for imposta dessa maneira é capaz de a noite permanecer; só vai criar mais clandestinidade (Antonio Pinheiro Pedro).

Dessa forma, de acordo com a opinião desses especialistas, não há um padrão de opiniões sobre se deve harmonizar as exigências brasileiras para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos com as européias (RoHS e WEEE). Além disso, dentro de cada grupo (favoráveis ou não) também há discordâncias quanto aos instrumentos que deveriam ser utilizados em sua implementação (instrumentos mandatórios, instrumentos econômicos ou voluntários), embora a discussão tenha levantado as vantagens de cada ferramenta. Contudo, há praticamente um consenso quanto ao modo como as ações deveriam ser realizadas no país, a saber: através de discussões entre diversos atores envolvidos e por meio de etapas/fases, para evitar que quaisquer ações nesse sentido não vigorem ou mesmo para permitir o equacionamento do mercado diante das novas exigências.

Torna-se possível, a partir de então, analisar questões adicionais sem a necessidade de recorrer às categorias “favoráveis” ou “não” à harmonização. Quando questionados sobre a atenção que deveria ser dada à indústria eletrônica no Brasil, o Sr. Marcus Piaskowy sugere que “uma forma seria facilitar o acesso às novas tecnologias.”

O Sr. Arnaldo Barbulio levanta a importância dos incentivos do governo para capacitação tecnológica das empresas:

O governo deveria investir em capacitação (equipar laboratórios, capacitar pessoal, etc) e expandir programas de financiamento para as empresas, tais como existe hoje o Progex e outras linhas da Finep, etc. Depois baixar leis, portarias e regulamentos tornando compulsória a fabricação de produtos HSF (livre de substâncias perigosas) (Arnaldo Barbulio).

O Sr. Carlos Fadul vê, nesses incentivos, oportunidades de minimização do custo de adequação às diretivas e exemplifica com casos de sucesso que envolvem as empresas de Santa Catarina:

O custo de adequação para as diretivas RoHS e WEEE é realmente alto, no entanto ele pode ser bastante reduzido se forem realizados programas conjuntos com várias empresas. Um exemplo de programa que atende as necessidades de adequação das empresas com um custo reduzido é o PROPEX – Programa de Extensionismo criado pela Fundação CERTI com financiamento MCT/FINEP (...) Outro exemplo de mecanismo gerador deste ambiente sinérgico é o LABelectron, um laboratório fábrica que congrega desenvolvimento e produção e disponibiliza tecnologias, capacitações e serviços para as empresas do setor eletroeletrônico em temas prioritários. (...) Integrar as considerações ambientais nesta fase (etapa de projeto) é uma forma eficaz de melhorar os produtos, pois é nela que cerca de 80% de todos impactos ambientais relacionados com o produto são determinados. Acreditamos que uma das maiores necessidades do Brasil para tal é a **formação de recursos humanos** (Carlos Fadul).

Nesse contexto, foram ressaltadas as dificuldades das pequenas e médias empresas nacionais vis-à-vis às grandes empresas estrangeiras no ramo de eletrônicos, o que tende a reforçar as conclusões do capítulo 3. A superioridade das empresas transnacionais, conforme o Sr. Carlos Fadul e Sr. Antonio Pinheiro Pedro, refere-se à disponibilidade de recursos, ao acesso à tecnologia e à tradição na prática gerencial vinculados à matriz:

O problema maior está nas pequenas e médias empresas, pois elas não dispõem de recursos (financeiros, tecnológicos, pessoal qualificado) para montar um plano de atendimento a estas diretivas. (...) pequenas empresas que exportam para a Europa possuem dificuldades de compra já de materiais simples, como de parafusos e borrachas, devido à dificuldade no fornecimento destes materiais em conformidade com a diretiva RoHS. (...) Para as empresas grandes estes tópicos são mais facilmente resolvidos, muitas vezes pela simples **“importação” de tecnologia da matriz** no exterior e pelo uso da logística já estabelecida (Carlos Fadul).

Mesmo porque elas (transnacionais) já vêm com os *standards* internacionais (os norte-americanos e os europeus) (...) com a transferência de empresas nacionais para multinacionais a cultura multinacional veio no sentido de, na ausência de normas locais, optar pela melhor prática gerencial e o standard mais restritivo; (...) se observarmos os contratos de compra de empresas nacionais pelas multinacionais, será observado que qualquer tipo de conflito advindo por conta de contaminação no solo, principalmente, ou a responsabilidade ambiental no período de transição de poder do capital nacional para o internacional a solução do conflito deve se dar, via de regra, por arbitragem; geralmente por posto arbitragem sediado no exterior e utilizando-se normas e padrões internacionais (Antonio Pinheiro Pedro).

Esses elementos impõem desafios adicionais, pois, como ressaltado pelo Sr. Antonio Pinheiro Pedro, “não é nem a questão do pequeno sendo observado como concorrente do grande (...) é o pequeno como fornecedor do grande”. Além disso, existe uma dificuldade natural de gestão ambiental por parte das PMEs, como salientado pelo Sr. Flávio Miranda:

Acho que essas empresas (PMES) **têm muitas dificuldades** e merecem um cuidado especial em todos os setores, no de eletroeletrônicos especificamente (...) são as empresas que mais empregam e em seu conjunto geram PIB, renda, arrecadação (...) as vezes só têm 4 funcionários, e as mesmas pessoas que cuidam de meio ambiente cuidam de compras, vendas, contratação, marketing e diversos outros assuntos e não conseguirá ser especialista em tudo; é diferente tratar uma corporação multinacional com 10 mil funcionários que tem uma equipe ou departamento de meio ambiente (Flavio Miranda).

Auxílios especiais às empresas pequenas e médias, cuja maioria é nacional, emergem como necessários. Algumas sugestões, associadas às citadas para a indústria eletrônica em geral, perpassam por programas de treinamento, de conhecimento e pelo fornecimento de incentivos - permitidos no âmbito da OMC:

Com base na minha experiência, grande quantidade dos fornecedores desconhece as diretivas ou, quando conhece, tem uma visão bastante deturpada dos objetivos e conteúdo das diretivas. O que deveria ser feito: a) Informação - Conscientização e treinamento emergencial a baixo custo; b) Educação - formação de profissionais; c) Algum tipo de comunicação entre as empresas - coordenada por um órgão independente (Marcus Piaskowy).

Isso é uma **questão de educação** e deve-se investir muito em tecnologia industrial básica, cursos de capacitação de pessoal, em normalização, em metrologia, enfim, aquele que vai manusear a norma deve saber entender a norma e isso só acontece por educação (Reynaldo Galvão).

auxílio especial às PMEs, principalmente com relação a essas normas ambientais e o INMETRO poderia ter uma participação muito boa e ativa, através de programas de avaliação de conformidade direcionados para o setor, de treinamento de pessoas (...) e outras iniciativas, como usar parques tecnológicos, incubadoras tecnológicas (...). Respeitando-se as regras da OMC, como os Acordos de Subsídios, de Investimentos e de Compras governamentais, poderiam ser dados esses apoios às pequenas e médias empresas nacionais (Ricardo Fermam).

e pelo estímulo do mercado através das compras do governo:

Algo que pode ser feito, é a questão de o próprio Estado usar seu poder de compra para dar o exemplo e criar mercados; isso tem vários nomes: compras verdes, licitação sustentável (...) só compram equipamentos de empresas que se comprometam contratualmente a, no fim da vida útil, vir retirar e dar a correta destinação àqueles equipamentos (...); assim cria-se um mercado (Flávio Miranda).

Assim, parte da construção dessas capacitações baseia-se em incentivos financeiros do governo e parte na infra-estrutura de ciência e tecnologia do Brasil. É importante saber em que nível encontra-se a relação entre o desenvolvimento de pesquisas e o setor privado. As iniciativas e o interesse em solucionar a questão da capacitação tecnológica, como bem colocado pelos trechos abaixo, devem partir tanto do setor privado como do público:

Eu acho que o Brasil tem potencial para resolver esses problemas e competir com igualdade de condições com outros países mais adiantados, mas precisa ter também uma política de desenvolvimento tecnológico e de desenvolvimento industrial e nossos empresários também precisam estar interessados no desenvolvimento de tecnologia; a maioria da indústria eletroeletrônica é transnacional no Brasil e aí vem a dificuldade em se relacionar com essas empresas, pois tem a preferência de desenvolver a tecnologia na matriz (Waldir Bizzo).

Essas políticas envolvem, portanto, a integração entre universidades e instituições de pesquisa e o setor privado. O Sr. Flávio Miranda coloca a necessidade do desenvolvimento da pesquisa aplicada no curto prazo:

Acho que a indústria brasileira precisa desenvolver um pouco mais essa cultura de contar com a universidade-centros de pesquisa, mas pra isso também é necessário que as universidades e os centros de pesquisa se preparem (...) precisaria de respostas em poucos meses. Isso não significa que a universidade só deva fazer isso, pelo contrário, acho que a pesquisa pura é importantíssima (...) acho que o

Brasil carece da cultura de inovação de registro de patente por instituição de pesquisa e acho que a falha disso está no modelo que só incentiva pesquisa pura; acho importantíssima a pesquisa pura, que sem isso o país não se desenvolve e não se criam cientistas e pesquisadores de qualidade, mas não podemos depender só disso (Flavio Miranda).

O Sr. Bizzo também concorda com a integração indústria-universidade, por causa das dificuldades de obtenção de fontes de financiamento. Contudo, destaca que essa não deve ser a única função da pesquisa, ou seja, que a universidade não pode se tornar refém da empresa:

De 10-15 anos pra cá melhoraram bastante as condições de pesquisa na universidade, aumentaram fontes de financiamento, verbas, mas não resolveu algo que é o recurso humano. (...) Quem faz pesquisa dentro da universidade é o aluno de mestrado e doutorado. O aluno de engenharia recém formado da Unicamp começa trabalhar por 3.500 reais (que é a média de mercado); a bolsa de mestrado é 800; como se traz gente competente para a área de P&D com esse tipo de incentivo? (...) O que tenho procurado são fontes que possam pagar mais para o meu orientado, mas ainda não consegui isso; a única fonte de pesquisa que pode fazer isso é no setor privado (...) Mas a universidade não pode se tornar uma prestadora de serviço para o setor privado; ela tem que desenvolver o conhecimento básico e tecnológico e os resultados da pesquisa devem ser publicados (Waldir Bizzo).

Nessa linha, o Sr. Ricardo Fermam dá uma sugestão de projetos baseados na repartição dos lucros e que tenham continuidade no longo prazo:

a política atual na universidade é, se há demanda do setor industrial, colocar alunos de mestrado e doutorado para fazer a pesquisa, que termina sem continuidade. Deve haver continuidade e prosseguimento nas ações (...). Precisa haver a construção de acordos formais, com repartição de lucros e responsabilidades, com deveres e direitos entre a universidade e as empresas (Ricardo Fermam).

O Sr. Carlos Fadul apresenta a viabilidade dessas ações, pois, através do trabalho conjunto entre a Universidade, o setor privado e o setor público (MCT), foi disponibilizada uma tecnologia para substituição de insumos em curtíssimo prazo:

Vem sendo realizado um trabalho pela Fundação CERTI juntamente com o Laboratório de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina, o Centro de Pesquisas Renato Archer, a Universidade Tecnológica de Dresden e empresas de Santa Catarina. A forte cooperação entre as diferentes instituições permite a transferência tecnológica dos produtos das pesquisas nas universidades de maneira mais adequada à linguagem das empresas.(...) Um bom exemplo deste mecanismo foi a indução da formação da Célula de Competência em soldagem de materiais eletrônicos formada junto ao Laboratório de Materiais da UFSC que teve como primeiro foco o apoio à introdução de tecnologias *Lead Free* no LABelectron e empresas da região. Neste caso, foi desenvolvido um trabalho colaborativo multidisciplinar, com envolvimento da Engenharia do LABelectron, de fornecedores de equipamentos e insumos, professores, doutorandos e mestrados da UFSC e ainda a participação de um especialista estrangeiro no tema, oriundo da cooperação internacional, o que possibilitou a

disponibilização em tempo reduzido (10 meses) de tecnologias avançadas em *lead free* para o LABelectron e para as empresas (Carlos Fadul).

Como pôde ser verificado, os aspectos de apoio à indústria eletrônica e infraestrutura de C&T associam-se mais à medidas que visam a redução do uso de substâncias perigosas. Mas há outros elementos essenciais que devem ser analisados no que se refere à implementação de políticas do tipo EPR para eletroeletrônicos. A principal delas é a questão da infra-estrutura de gestão de resíduos eletrônicos no país. Como colocado pelo Srs. Bizzo “ não tem infra-estrutura para tratamento de eletroeletrônico, (...) então hoje isso está indo para os rios, para os aterros”. Aliás, segundo Sr. Flávio Miranda, “não existe estrutura adequada sequer para o resíduo domiciliar.”

Os especialistas também destacaram peculiaridades do Brasil quanto à destinação e disposição final de resíduos eletrônicos ou mesmo aterros, como o difícil acesso nas áreas da Zona Franca de Manaus e do Pantanal:

quem for estruturar uma política para pós-consumo precisa levar isso em conta; nem todo o Brasil é município de SP (região metropolitana, tem estradas, entrepostos comerciais desenvolvidos e uma boa comunicação). Então existem questões desse tipo que são muito peculiares de países como o nosso onde há comunidades isoladas e a logística de distribuição é muitas vezes complicada. (...) Temos um pólo importantíssimo (ZFM) onde ficam os maiores conjuntos de corpos hídricos do mundo, numa região que chove todo dia. É muito difícil fazer um aterro num estado que tem um percentual de área alagada gigantesco, onde chove todo dia, onde quase tudo é floresta, área protegida, indígena, onde colocar o aterro? Ou (...) como coletar os resíduos que estão em uma aldeia que fica a 8 dias de barco. (...)

Há dificuldade para eles (Mato Grosso) estabelecerem aterros, porque o estado já tem muitas áreas alagadiças de pantanal, preservação, etc. Então uma boa parte do estado já é descartada; depois têm as áreas urbanas, onde também não pode; e as outras áreas que sobram são áreas rurais com acesso por avião e tem uma legislação que proíbe aterro próximo à pista de pouso, por causa dos urubus; então começa-se a reduzir tanto as áreas disponíveis que não se tem onde colocar o aterro (Flavio Miranda).

A partir da problemática da coleta, destinação e disposição de resíduos eletrônicos, emergem sugestões que refletem oportunidades, como no caso da viabilidade econômica dos resíduos, e polêmicas, no que se refere ao envolvimento do catador nesse processo. Segundo os Sr. Antonio Pinheiro Pedro esses resíduos são rentáveis: “ o recambiamento é rentável, nós precisamos voltar a resgatar valores na indústria que se perderam; um deles é a durabilidade do material. Se não é para ser durável, então que seja reciclável.”

O Sr. Fábio Cidrim propõe, então, que “é necessário ampliar e principalmente gerar incentivos para a instalação de uma indústria de reciclagem. (...) É necessário integrar o sistema informal ao formal.”

Os Srs. Bizzo e Flávio Miranda mostram preocupação quanto à indústria de reciclagem, caso as oportunidades não sejam visualizadas pelas empresas:

agora tem uma outra rede de oportunidades que é a de reciclagem e de tratamento, que não é exatamente a de fabricantes de eletroeletrônicos (...) hoje nós temos empresas nacionais e internacionais atuando nesse mercado, (...) o que pode acontecer é **as transnacionais da eco-indústria deterem essa tecnologia e aplicar no Brasil, mas isso foi desenvolvido na matriz deles** (Waldir Bizzo).

Acredito na reciclagem e que alguns componentes eletrônicos têm altíssimo valor agregado e acho que **falta a iniciativa privada perceber oportunidades** (...) há um grande risco de fazer isso informalmente (...)Então, se a gente não começar a tratar essa questão institucionalmente, corre-se o risco de que ela seja tratada no mercado informal do ponto de vista, vamos chamar assim, ilegal até; isso tem um risco ao meio ambiente e à saúde talvez maior do que a disposição inadequada (Flavio Miranda).

Para os Srs. Marcus Piaskowy e Carlos Silva, que defende a cobrança de taxas para coleta do lixo, a implementação de taxas de reciclagem forneceria um estímulo para essa indústria, bem como estabeleceria uma economia de mercado:

Na minha opinião este (cobrança de taxas de reciclagem por produto/peso) é o único sistema que funciona, porque se **estabelece uma economia de mercado**. No Brasil as latinhas de alumínio têm um índice de reciclagem de 95% simplesmente porque existe uma economia de mercado. Utilizando sistemas de ensino como o Senai, poderíamos ser mais eficientes e mais baratos que os europeus, criar empresas e gerar empregos com os resíduos do final de ciclo de vida (Marcus Piaskowy).

Então, não é importante só medidas ambientais, deve haver um grande foco econômico na estrutura de mercado, abrir possibilidades e **fazer girar no Brasil uma economia que está parada, porque é desorganizada**. (...) a taxa de reciclagem (...) pode levar ao estímulo da eco-indústria (Carlos Silva Filho).

Em relação ao envolvimento dos catadores no processo de gestão dos resíduos eletroeletrônicos, há conflitos. De acordo com o Sr. Severino Lima Jr, o tipo de trabalho que tem sido atualmente realizado pelo catador é mediano, pois o principal interesse está no alumínio e no ferro:

O equipamento é pego e desmontado, o que não tem destinação vai para o lixão. A maioria das cooperativas desmonta e retira o material reciclável passível de comercialização. Por exemplo, a impressora tem ferro e plástico, o monitor tem cobre; quase nada é feito com celular. Os eletrodomésticos são consertados pelos catadores, pois há uma feira de troca. (...) Na reciclagem, retiram-se os

componentes de metal da placa, mas não temos prática porque não tem como destinar e destinação é comercialização. Dos eletroeletrônicos o que tem maior interesse é o monitor, porque pode gerar ferro (Severino Lima Júnior).

Os Srs. Bizzo e Flávio Miranda acreditam que esses atores podem ser incluídos no processo de coleta dos resíduos eletrônicos:

são uma fonte de coleta e podem fazer essa tarefa (...) o Estado deve pagar para eles fazerem essa coleta, mas eles serão uns bons coletadores; eles não têm como reciclar, mas sim coletariam e depois enviariam para aquele mercado da eco-indústria (Waldir Bizzo).

hoje em dia muitas cooperativas de catadores têm assumido uma responsabilidade fantástica na logística pós-consumo de alguns resíduos mais simples. Talvez o mesmo possa, no médio prazo, ser feito para resíduos eletroeletrônicos, desde que se crie um mercado pra isso (Flavio Miranda).

Como consta no projeto de lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os catadores devem ser incluídos na logística reversa. No caso da gestão de resíduos eletrônicos, o Sr. Severino Lima Júnior reforça a regulamentação da participação dos catadores e sugere que os fabricantes de eletrônicos deveriam subsidiar sua capacitação:

Deveria haver informação e treinamento sobre o risco do material ficar no meio ambiente; treinamento para retirada dos metais e tecnologia, para que não se corresse risco na retirada dos metais. (...) Seria obrigação das empresas se responsabilizarem pela destinação dos equipamentos e auxiliarem as cooperativas. (...) Deve estar claro na lei o papel do catador no processo, ou seja, de fazer a coleta com parceria dos catadores. (...) É o papel da empresa fornecer educação ambiental e treinamento (Severino Lima Júnior).

No entanto, o Sr. Carlos Silva Filho apresenta argumentos contra o envolvimento do catador na coleta e no processamento dos resíduos:

A minha posição é que não devem fazer a coleta de ponto em ponto. (...) O que deve ser feito é viabilizar o trabalho deles como agentes ambientais, mas integrados no processo formal, operando na triagem, processamento e venda. (...) O processamento de eletrônicos é mais complicado (mas são viáveis como recicláveis), pois, para certas atividades, são necessários profissionais capacitados, e não é justo que outros profissionais despreparados tomem esse lugar para cumprir um papel social (Carlos Silva).

Portanto, do lado da substituição de substâncias perigosas, é importante que sejam construídas capacitações na indústria de eletrônicos (sobretudo pequenas e médias), bem como acentuar as integrações com as instituições de pesquisa. Do lado da gestão de resíduos, é necessário que os resíduos eletrônicos estejam ancorados à questão mais ampla dos resíduos e considerando as especificidades do país, como a dificuldade de coleta

seletiva na ZFM e de construção de aterros. Nesse recorte, a indústria de reciclagem emerge como uma oportunidade. Contudo, a atuação do catador ainda gera conflitos.

De qualquer modo, a discussão não pode permanecer no campo dos ajustes nacionais diante das exigências externas. Ela deve ser expandida para o âmbito das negociações internacionais. O depoimento do Sr. Reynaldo Galvão, do Sr. Ricardo Fermam e do Sr. Rodrigo Pinto ilustram como tem sido a participação do Brasil no desenho e implementação de normas e regulamentos internacionais.

Do ponto de vista das normas técnicas da ABNT, o Sr. Reynaldo Galvão mostra que o Brasil tem sido ativo nos fóruns da ISO:

O Brasil, por intermédio da ABNT - fundadora da ISO- (...) tem direito a voto tanto na formulação de uma nova proposta da ISO, que pode ser feita por qualquer país que é participante da ISO, quanto na formulação da própria norma; então são realizadas comissões de estudo, que analisam o voto brasileiro em relação à norma que está sendo desenvolvida. Depois que a norma é publicada pela ISO, no CB 38⁷⁹ os nossos subcomitês traduzem essa norma e colocam a norma sendo NBR, nacionalizam a norma. (...) Nós fizemos uma participação brilhante nas ISO 14001, 14004, 1464 de mudanças climáticas, e uma participação ativa e uma série de observações às normas que foram acatadas pelo comitê internacional (Reynaldo Galvão).

Do ponto de vista da atuação do ponto focal nas negociações de regulamentos técnicos, o Sr. Ricardo Fermam comenta as dificuldades enfrentadas pelo Brasil em ter uma atitude proativa quando da definição das diretivas européias e ressalta a necessidade da continuidade dos projetos:

enviamos comentários fora do prazo construídos por técnicos do INMETRO, o setor empresarial não subsidiou os comentários do INMETRO e montamos os comentários mais baseados nas regras de comércio e pouco baseados no setor. (...) Deveríamos ter possibilidade de, quando surgir diretivas como essas, articular com todo setor produtivo para preparar uma resposta em tempo hábil e preparada com substância, baseadas em números e estatísticas e não baseadas em regras de comércio. Mas quando as diretivas se tornaram lei, muitas empresas reclamaram e foi tema de debate por muito tempo pela ABINEE, mas aí já não era uma medida proativa, mas sim reativa (Ricardo Fermam).

o INMETRO como órgão de governo está sujeito às políticas de governo; na época, quando as diretivas surgiram, a política de governo era participar ativamente de todas as negociações sobre normas, regulamentos e sobre avaliação da conformidade; tanto em âmbito regional, internacional e multilateral. Então estávamos sempre presentes em todas as mesas de negociação e tínhamos respeitabilidade. (...) Daí mudou o governo e mudou a política. (...) e hoje o ponto focal, apesar de toda a estrutura, está subutilizado (Ricardo Fermam).

⁷⁹ O CB 38 é o Comitê de normas ambientais da ABNT.

O Sr. Ricardo Fermam utiliza essas dificuldades como um alerta, de modo a evitar que o país tenha apenas comportamentos reativos:

e creio que não ficaremos apenas no setor eletroeletrônico, mas em outros setores como químico, construção civil, farmacêutico e quem sabe com o surgimento dessas diretivas o Brasil se conscientize que (...) ou a gente participa desse jogo multilateral com posições maduras, com a construção de cenários, de propostas ou nos nunca vamos ocupar posição de destaque e liderança nesses cenários e vamos sempre ficar a mercê de diretivas como WEEE e RoHS (Ricardo Fermam).

Assim, sobre os caminhos que podem ser seguidos para melhorar as capacitações do Brasil e acentuar sua participação, os Srs. Ricardo Fermam e Rodrigo Pinto comentam os obstáculos de usufruir a assistência técnica de países desenvolvidos, conforme prevêm os artigos do Acordo sobre Barreiras Técnicas:

esses artigos sobre assistência técnica centralizam a assistência técnica para a instalação de pontos focais de determinado país, que não tem infra-estrutura de ponto focal. (...) É difícil obter auxílio via OMC, a não ser via Acordos de Subsídios (...). Para cumprimento de normas, outros fóruns poderiam ser buscados, como o Banco Mundial e a UNCTAD, que poderiam fornecer essa capacitação e treinamento (Ricardo Fermam).

Quanto a se recorrer aos artigos 11 e 12 do TBT, o que se observa atualmente é que as atividades de cooperação e assistência técnica têm se desenvolvido à margem desses mecanismos. Pouquíssimos são os países que utilizam o formulário de assistência técnica do Comitê de Barreiras Técnicas (CBT) para comunicar suas demandas em termos de capacitação e mais raros ainda são os países que o utilizam para informar a disponibilidade de oferta de assistência técnica. O Brasil, sozinho, tem chances menores de influenciar o processo de normatização e produção de regulamentos técnicos internacionais. Creio que a cooperação, em bases pragmáticas, com países que compartilham dos mesmos interesses seria um dos caminhos para uma atuação mais efetiva nessa área (Rodrigo Pinto).

Além disso, a criação de um núcleo de informações foi sugerida em prol de uma atitude mais proativa do Brasil nas negociações internacionais:

Esse núcleo de informações pode envolver desde a parte de comércio exterior, como de políticas de desenvolvimento, ambiental, P&D e inovação (de produto, processo, de rejeito). Isso será necessário, claro, observando a experiência de outros países, mas criando alternativas brasileiras (Ricardo Fermam).

Atualmente, os depoimentos sugerem que há uma participação mais ativa do Brasil na definição de normas voluntárias (ISO) do que no desenho e implementação de regulamentos técnicos via OMC. Esse último comentário parece corroborar as hipóteses do item 1.3.1, segundo os quais há baixa participação dos países em desenvolvimento nesse

campo. Mas isso ressalta a necessidade de fortalecer a participação do país, em conjunto com outros países, no fórum do comércio multilateral.

Outro aspecto importante levantado pelos Srs. Ricardo Fermam e Arnaldo Barbulio refere-se ao fortalecimento da rede metrológica e de avaliação da conformidade no Brasil.

Com relação a laboratórios, o principal problema é a regionalização dos laboratórios, que estão concentrados na região sudeste e sul, pouco no nordeste e quase nenhum no centro oeste; esses laboratórios têm boa infra-estrutura, mas são poucos. Com relação à metrologia, nós estamos bem adiantados, temos uma boa rede metrológica (...), mas é preciso desenvolver, principalmente nessas diretivas que envolvem produtos químicos, a metrologia química nacional (Ricardo Fermam).

A harmonização implicaria que o país deveria estar preparado tecnologicamente para tais medidas. Isto começaria por termos normas, laboratórios, certificadores adequados e adaptados, porém talvez a maior implicação fosse o desenvolvimento de tecnologias limpas HSF (*Hazardous Substances Free*) para os materiais (Arnaldo Barbulio).

Portanto, esses depoimentos permitem considerar que a discussão sobre a gestão de resíduos de eletroeletrônicos no Brasil ultrapassa o dilema entre harmonizar ou não a política ambiental nacional com as diretivas européias. Embora mais da metade dos especialistas tenha tomado clara posição a favor da harmonização, o consenso surgiu no modo **como** deveriam ser construídas essas medidas. E, recordando, segundo os especialistas, essas medidas deveriam ser construídas por meio da discussão com todos os agentes envolvidos, por meio de etapas, fortalecendo as **capacitações locais** e respeitando as **peculiaridades locais**. As condições climáticas e territoriais (que dificultam a coleta e destinação dos resíduos eletrônicos), as questões sociais (como o mercado informal e o papel do catador), o atraso tecnológico diante da forte presença de empresas transnacionais e as questões comerciais constituem peculiaridades importantes, que tendem a diferenciar o Brasil das condições da União Européia. Desse modo, a hipótese de convergência entre as políticas ambientais nacionais e as européias não é corroborada totalmente, pois, antes disso, é necessário que se construam capacitações locais. Caso contrário, poderão ser gerados obstáculos.

H4. Não foi possível dizer com certeza que a convergência entre as políticas ambientais nacionais para resíduos eletroeletrônicos e as diretivas européias sejam totalmente

benéficas em termos econômicos e ambientais ao país, pois essa discussão levanta especificidades locais muito complexas.

Contudo, isso não significa que nada deva ser feito diante desse desafio. Ao contrário, os elementos que devem ser articulados na discussão de uma política ambiental efetiva voltada à gestão adequada desses resíduos tornaram-se evidentes. Conforme o esquema 4.1, ações ambientais desse tipo devem estar vinculadas às diretrizes mais amplas da política nacional de resíduos sólidos e articuladas com uma série de outras políticas. Uma política industrial para os setores do complexo eletrônico e para a eco-indústria tende a não esbarrar nos acordos da OMC, caso os incentivos estejam voltados à pequenas e médias empresas, a estímulos para P&D e ao cumprimento de exigências ambientais. A integração com a política comercial implica a discussão sobre barreiras comerciais para produtos “sujos” e está associada às negociações internacionais, tanto no âmbito das discussões regionais como no aumento da participação do Brasil no desenho e implementação de normas e regulamentos técnicos. O fortalecimento das redes metrológicas e de avaliação da conformidade são necessários para dar suporte às indústrias.

Do ponto de vista da infra-estrutura de gestão, há a necessidade de uma discussão mais profunda quanto à coleta, tratamento, destinação e disposição dos resíduos, bem como a definição do papel do catador nesse processo. A questão social permeia essa discussão, no que se refere ao mercado informal e à própria atuação dos catadores.

Esquema 4.1 Elementos para discussão de uma política ambiental de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil



4.5 Síntese Conclusiva

O objetivo deste capítulo foi indicar os caminhos que deveriam ser seguidos pelo Brasil diante das diretivas ambientais européias. Embora não existam estatísticas precisas sobre o descarte e destino de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, esses tendem a ser um problema de saneamento ambiental no Brasil. Do ponto de vista das medidas existentes, poucas diretamente relacionadas ao tema estão em vigor (resolução de pilhas e baterias), cuja eficácia é discutível e as que estão em discussão enfrentam um longo caminho burocrático para serem aprovadas.

Quanto à decisão do país em seguir o exemplo europeu, não foi possível, a partir da opinião dos especialistas, definir a convergência com as diretivas européias como o melhor caminho, por causa de peculiaridades locais. Porém, essa metodologia permitiu levantar um consenso em termos de como o Brasil deveria agir. Isto é, a discussão das medidas para a gestão de resíduos eletrônicos e para a redução de substâncias perigosas deveria ser realizada gradualmente, integrando os atores envolvidos no processo e construindo as capacitações (tecnológicas, institucionais e de infra-estrutura) necessárias para o equacionamento do mercado.

CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as influências das exigências ambientais européias para equipamentos eletroeletrônicos sobre a competitividade do Brasil, no que se refere ao ambiente da empresa a ao ambiente de instituições de políticas. Para atingir esse objetivo foi necessária uma análise que perpassasse pela discussão teórica dos impactos da política ambiental, pela apresentação e debate sobre os efeitos das diretivas nos principais países (seguindo esses recortes), pelo impacto sobre as empresas dos setores-chave no Brasil e sobre os rumos políticos que o país deveria seguir diante desse desafio.

Dessa forma, no primeiro capítulo verificou-se que a política ambiental, do ponto de vista teórico, possui implicações sobre a mudança tecnológica voltada à melhoria ambiental no ambiente da empresa. Considerando a trajetória tecnológica de cada indústria, instrumentos mandatórios mais rigorosos tendem a estimular um grau mais alto de inovação. Há possibilidades de que os custos com a adequação ambiental e com a inovação ambiental sejam compensados a partir das vantagens competitivas decorrentes e que padrões de produtos afetem o comércio internacional. Considerando tipos de empresas por capital de origem, concluiu-se que as empresas transnacionais podem ter uma performance tecnológica e ambiental superior às empresas nacionais em países em desenvolvimento na medida em que estejam integradas com a matriz, pois isso reflete o vínculo com os regulamentos do país de origem. Foi levantado também que a política ambiental pode embutir custos de transação nas relações entre os agentes da cadeia e, portanto, alterar a organização industrial.

No que se refere ao ambiente das instituições de política, estabeleceu-se um debate entre autores que argumentam a favor da harmonização de políticas ambientais e os que apresentam argumentos contrário à harmonização. De um lado, foi reconhecido que medidas de política ambiental podem afetar o comércio entre as nações e que países em desenvolvimento possuem uma série de deficiências para cumprir essas exigências, seja em termos de falta de tecnologia, informações, recursos financeiros, ou redes de metrologia e avaliação da conformidade e a solução se dirige para a harmonização. De outro, como as especificidades de cada país se refletem nas medidas políticas, a harmonização de políticas

de países em desenvolvimento com as de países desenvolvidos significa a imposição de outros valores e resultaria em maiores obstáculos.

No segundo capítulo, a experiência internacional revelou que as diretivas WEEE e RoHS, regulamentos complementares para eliminação de substâncias perigosas e gestão dos resíduos de produtos eletroeletrônicos, estimularam inovações ambientais nos setores industriais, sobretudo nos de países industrializados dentro e fora da U. E.. A RoHS tem um impacto global sobre setores e países, bem como tem estimulado mais inovações ambientais principalmente pela substituição do chumbo. Os países desenvolvidos fora da Europa, provavelmente por causa de sua trajetória tecnológica, vinham realizando ações desse tipo desde os anos 1990 com destaque para o Japão. Os países asiáticos, por causa das relações comerciais com os países industrializados, também têm realizado esforços nesse sentido, contudo de forma mais reativa.

A WEEE tem impactos localizados nas regiões onde é implementada e tem desenvolvido a indústria de gestão de resíduos, pois, na maioria dos países, a responsabilidade física do tratamento dos resíduos é transferida para esse setor. Conseqüentemente, inovações de processo foram verificadas nessa indústria, mas pouco em termos de *eco-design* acima na cadeia. No entanto essa não é a situação dos países asiáticos, que desenvolveram a gestão informal de resíduos e importam resíduos de outros países.

Considerando as questões políticas, muitos países vêm implementando medidas similares à WEEE e à RoHS, como estados do EUA, Japão, China, Tailândia entre outros.

O caso brasileiro, foco do trabalho, foi analisado nos terceiro e quarto capítulos. Da ótica da empresa, o complexo eletrônico se desenvolveu no Brasil mais tardiamente do que a evolução internacional e, apesar dos incentivos políticos, sofre desvantagens competitivas por causa do déficit comercial, sobretudo nos segmentos de maior valor agregado como o de componentes. Embora não existam no Brasil regulações similares à RoHS e haja pouco comércio com a U. E., o estudo revelou que a maior parte das empresas pesquisadas estão em conformidade ou em processo de conformidade com a RoHS, pois a diretiva tem sido transmitida principalmente por meio do mercado (exigência dos clientes) e das empresas transnacionais. A conformidade com a RoHS tem gerado inovações tecnológicas, sobretudo incrementais e de processo nas empresas, mas não houve evidências quanto às

compensações econômicas e ambientais dessas inovações. Em um nível mais amplo, a adequação com a diretiva tem alterado as relações com os fornecedores na organização industrial, devido à falta de fornecedores tecnologicamente adequados.

No entanto, há uma distância entre o desempenho das empresas nacionais e estrangeiras do complexo eletrônico do Brasil nesse processo de adequação e de inovação, visto que a maioria das adequadas é estrangeira e de grande porte, as estrangeiras estão adequadas a mais tempo, são mais bem informadas e possuem apoio tecnológico da matriz. Ou seja, há um vínculo com as exigências ambientais do país de origem. As nacionais carecem de conhecimento e são, na maioria, de pequeno e médio portes. Isso demonstra uma desigualdade competitiva entre grandes estrangeiras e pequenas e médias nacionais dentro do complexo eletrônico do país.

No que se refere aos possíveis impactos de uma legislação do tipo WEEE sobre a eco-indústria brasileira, apesar de nascente no Brasil, esta é esperada pela maior parte das empresas pesquisadas com negócios no ramo de eletroeletrônicos. Há, portanto, um potencial de mercado nessa área, embora ainda seja incipiente.

Diante da reação das empresas desses setores de um lado, e do crescimento dos resíduos eletrônicos gerados anualmente, da falta de infra-estrutura de coleta e disposição desses resíduos e da ausência de medidas ambientais similares no Brasil (com exceção da regulamentação para pilhas e baterias) de outro, foram discutidas, no quarto capítulo, as opções de políticas. Quanto à direção da política ambiental que deveria ser seguida pelo país não houve consenso em relação à convergência com as diretivas européias. Porém, a principal conclusão em termos de consenso entre os especialistas foi o modo como ações políticas para resíduos eletrônicos devem ser tratadas: de forma gradual, a partir de discussões e implementada por etapas. É necessário que medidas desse tipo estejam articuladas com outras políticas auxiliares, vinculadas à política nacional de resíduos sólidos e visando o fortalecimento em termos de capacitação tecnológica e institucional, de apoio às pequenas e médias empresas, de infra-estrutura de gestão de resíduos e de participação nas negociações internacionais para que leis dessa natureza vigorem.

Esse trabalho levantou, portanto, a importância de se dedicar atenção a setores avançados tecnologicamente e fundamentais para economia do país e mostrou que existem

outros canais de transmissão de exigências ambientais externas que impõe novos desafios aos países em desenvolvimento.

A RoHS é um padrão internacional que vem ditando as regras do comércio sustentável no ramo de eletrônicos, no qual as empresas transnacionais estão à frente. Esse padrão impõe novos desafios competitivos para se manter ou ingressar nesse nicho de mercado. Nesse sentido, a RoHS é uma exigência que tem colocado a competitividade internacional em outros níveis. Exigências dessa natureza podem constituir um obstáculo, para empresas de países despreparados, ou uma oportunidade, caso sejam realizados esforços na direção política discutida acima. O fortalecimento do segmento de componentes, por exemplo, articulado àquelas ações, permitiria pular etapas para obtenção de vantagens competitivas.

Além disso, foram levantadas as oportunidades de mercado que vêm surgindo no setor da eco-indústria e a necessidade de equacionar esse mercado simultaneamente às políticas do tipo EPR.

Por fim, a carência de estudos verificada ao longo da pesquisa pode servir de pano de fundo para o desenvolvimento de outros estudos, a saber:

- avaliação da gestão ambiental no complexo eletrônico, visualizando a poluição embutida no produto e no processo;
- discussão da competitividade do complexo eletrônico no Brasil;
- definição e análise da eco-indústria no Brasil;
- análise da rede metrológica e de avaliação de conformidade subjacente ao setor e
- discussão sobre negociações internacionais voltadas à questão ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABILUX- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ILUMINAÇÃO. Jornal da ABILUX, ano XIII, n. 163, ago/2007. site: www.abilux.org.br. Acesso em 29/01/07.

ABETRE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. Site. www.abetre.org.br. Acesso em 11/01/08.

ABINEE-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Departamento de Economia – DECON. Site. www.abinee.org.br, acesso em 03/02/08.

ABINEE-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Panorama econômico e desempenho setorial 2007 a.

ABINEE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Comportamento da indústria eletroeletrônica 1º. semestre de 2007b.

ABNT- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS. Guia 64 para inclusão de aspectos ambientais em normas de produtos, 2002.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2006.

AHK-BRASIL. CÂMARA DE COMÉRCIO BRASIL-ALEMANHA. Tecnologia ambiental no Brasil, 2002 a.

AHK-BRASIL. CÂMARA DE COMÉRCIO BRASIL-ALEMANHA O mercado ambiental brasileiro, 2002 b.

AHK-BRASIL. CÂMARA DE COMÉRCIO BRASIL-ALEMANHA O desenvolvimento do mercado ambiental na América Latina, 2002 c.

ALMEIDA, L. T. Política ambiental: uma análise econômica. São Paulo : Papyrus, 1998.

ALMEIDA, L. T. Harmonização internacional das regulações ambientais: um estudo da petroquímica brasileira. Tese de Doutorado. IE/UNICAMP, 2001.

ANDERSEN, M. M. “Eco-innovation indicators”. Background Paper for the Workshop on Eco-innovation Indicators. EEA Copenhagen, september, 2005.

ANDRADE, R. Caracterização e classificação das placas de circuito impresso de computadores como resíduos sólidos. Dissertação de Mestrado, FEM/Unicamp, 2002.

ARAUJO, M. C. P. B. Reciclagem de fios e cabos elétricos. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica – USP, 2006.

AUSTRALIAN ROHS POLICY. Site www.ausrohs.org, acessos em 10/05/07 e 13/10/07.

BARTON, J. R. La dimension norte-sur de las industrial de limpieza ambiental y la disufión de tecnologías limpas. Revista de la CEPAL, n. 64, abril 1998.

BHAGWATI, J.; SRINIVASAN, T. N. Trade and the environment: does environmental diversity detract from the case for free trade? In: BHAGWATI, J.; HUDEC (editors). "Fair trade and harmonization: pre requisite for free trade". London : The Mit Press Cambridge Massachusets, v.1, 1996.

BHAGWATI, J. "Em defesa da globalização: como a globalização está ajudando ricos e pobres". Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BIJIT, B.; TEH, R. Tariffs and trade in environmental goods. Presentation to the Workshop on Environmental Goods, Geneva, 2004.

BNDES/CNI/SEBRAE. Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira. Rio de Janeiro : BNDES; Brasília, DF; CNI, SEBRAE, 1998.

BRASIL/MDIC. "Barreiras técnicas: conceitos e informações sobre como superá-las". (executores) MDIC, AEB, CNI. Brasília, 2002.

CÂMARA DOS DEPUTADOS – BRASIL. Site: www.gov.br. Acesso em 29/01/08.

CÁNEPA, E. M. Economia da poluição. In: MAY, P. H., LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro : Elsevier, 2003.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO. Site: www.cetesb.sp.gov.br. Acesso em 15/12/07.

CHUDNOVSKY, D.; LOPEZ, A. "TNCs and the difusion of environmentally friendly technologies to developing countries". Occasional Paper, n.9. Report as part of Unctad/CBS Project: Cross border environmental management in transnational corporations, 1999.

COASE, R. The nature of the firm. *Economica*, New Series, 4. 1937.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Proposal for a directive of the european parliament and of the council on waste electrical and electronic equipment and on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. COM (2000) 347 final. Brussels, 13/06/2000.

CONAMA. Resolução 257 de 30 de junho de 1999. Diário Oficial da União, Brasília, julho de 1999.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO E COMÉRCIO DE HONG KONG. Site www.tdctrade.com. Acesso em 03/10/07.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, 1982.

DOSI, G.; TEECE, D.; WINTER, S. Toward a theory of corporate coherence: preliminary remarks. In: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (ed.) *Technology and enterprises in a historical perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

DTI- DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. Full regulatory impact assessment (RIA) for the Department of Trade and Industry's regulations transposing directive 2002/95/EC of the European Parliament of the Council on the Restriction of the Use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (the RoHS Directive), as amended, in the United Kingdom. United Kingdom, may 2006.

DTSC- DEPARTMENT OF TOXIC SUBSTANCES CONTROL'S OF THE CALIFORNIA. Site. www.dtsc.ca.gov. Acesso em 14/10/07.

EC- EUROPEAN COMMISSION. REQUEST FOR SERVICES LIST OF TASKS FOR A STUDY ON ROHS AND WEEE DIRECTIVES. 2006 a .

EC- EUROPEAN COMMISSION. Implementation of the waste electrical and electronic equipment directive in the EU. Directorate-General Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies. Technical Report Series. 2006 b.

EC-EUROPEAN COMMISSION. site www.ec.europa.eu acessos em 10/05/2007, 03/10/07 e 18/10/07.

ELECTRONICS INDUSTRY YEARBOOK 2005 EDITION. Reed Electronics Group. Site. <http://redigitaleditions.com>. Acesso em 09/11/2007.

ENVIROMENT CANADA. Site www.ec.gc.ca, acesso em 03/10/07.

EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Solders in electronics: a life cycle assessment summary, august 2005.

EPSC-ELECTRONICS PRODUCT STEWARDSHIP CANADA. Desingning for the environment: how Canada's information and communications technology and consumer electronics industries are demonstrating leadership in protecting our environment. October, 2006. site www.epsc.ca, acesso em 10/05/07.

EUROPEAID. Estudo setorial eletro eletrônico. Projeto Rede de Centros Tecnológicos, Relatório Final, 2006.

FOMCA – FEDERATION OF MALAYSIAN CONSUMERS ASSOCIATION. Site www.fomca.org.my, acesso em 08/10/07.

- FORESITE SYSTEMS LTDA. Site www.foresite.org, acesso em 02/10/07.
- FREEMAN, C. (1974) The economics of industrial innovation. 2. ed. London : Francis Pinter, 1982.
- FURTADO, J. Padrões de Inovação na Indústria Brasileira. In: Seminário de Ciência, Tecnologia e Inovação na Agenda do Desenvolvimento, 2004, São Paulo, 2004.
- GAZETA DO POVO on line. Site. <http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo>. Acesso em 03/02/08.
- GOUVEIA, F. O papel das subsidiárias brasileiras na nova configuração das corporações multinacionais: um estudo com base na indústria eletrônica. Dissertação de Mestrado. IE/UNICAMP, 2004.
- GOVERNO DE ALBERTA-CANADÁ. Site www.qp.gov.ab.ca, acesso em 03/10/07.
- GOVERNO DE NOVA ESCÓCIA –CANADÁ. Site www.gov.ns.ca, acesso em 03/10/07.
- GOVERNO DA MALÁSIA – MALÁSIA. Site www.gov.my, acesso em 10/10/07.
- GUTIERREZ, R. M. V.; ALEXANDRE, P. V. M. Complexo eletrônico brasileiro e competitividade. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, set. 2003.
- HANSEN, M. W. Cross border environmental management in transnational corporations: an analytical framework. Occasional Paper n. 5. Report as part of Unctad/CBS Project: Cross border environmental management in transnational corporations, 1999.
- HICKS, C.; DIETMAR, R.; EUGSTER, M. “The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China: legislative and market responses”. Environmental Impact Assessment Review, 25 (2005) pg. 459-471.
- HOFFMAN, U. ; ROTHERHAM, T. “Environmental requirements and market access for developing countries: promoting environmental – not trade – protection.” In UNCTAD/DITC – UNITED NATIONS. Trade and environmental review, 2006.
- HONG KONG GREEN MANUFACTURING ALLIANCE. Site www.gma.org.hk. Acesso em 10/10/2007.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), 2000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial Anual (PIA) –Produto, 2004.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica- (PINTEC-2005), 2007.

INFORM. Impact of RoHS on electronic products sold in US. INFORM, september 2003.
INMETRO/CAINT. “Manual: Barreiras técnicas às exportações: o que são e como superá-las.” RJ, 2005.

JARDIM, ARNALDO. Site. www.arnaldojardim.com.br. Acesso em 03/02/08.

JAFFE, A. B.; NEWELL, R. G.; STAVINS, R. N. “Environmental policy and technological change”. Nota di lavoro, Fondazione Enrico Mattei, april, 2002.

KEMP, R; SOETE, L. Inside the “green box”: on the economics of technological change and the environment. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. (eds.) New explorations in the economics or technological change. Pinter Publishes, London & New York, 1990.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. “Survey indicators for environmental innovation”. IDEA Paper, number 8, 1998.

KEMP, R. Technology and environmental policy – innovation effects of past policies and suggestions for improvement. In: OCDE. Environmental policy and technical change. 2000.

LEADTC- LEAD TEST & CERTIFICATION. Site www.leadtc.co.uk, acesso em 3/10/07.

LEE, CHIN YU; RØINE, KJETIL. Extended producer rsponsability stimulating technological changes and innovation: case study in the Norwegian electrical and electronic industry. Norwegian University of Science and Technology-Industrial Ecology Programe. Report no. 1/2004.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A . M. Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social. Brasília : Líber Livro Editora, 2005.

LIMA, T. Política Nacional de resíduos sólidos: uma perspectiva legislativa federal. Trabalho apresentado à 34^o Assembléia da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE), maio de 2004.

LUCON, O .; REI, F. C. F. Idenfityng complementary mesasures to ensure the maximum realization of benefíts from the liberalization of trade in environmental goods and services case study: Brazil. OCDE, 2004.

LUSTOSA, M. C. Inovação e meio ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas. Anais do XXVII Encontro Nacional da Anpec – Belém, dez/1999.

LUSTOSA, M. C. J.; CÁNEPA, E. M.; YOUNG, C. E. F. Política ambiental. In: MAY, P. H., LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro : Elsevier, 2003.

MARTINS, A . H. Recuperação de estanho e cobre a partir da reciclagem de placas de circuito eletrônico de microcomputadores sucata. Estudos Tecnológicos, v.3, nº 2, jul/set 2007.

MCCRACKEN, J.; BELL, V. Complying with extended producer responsibility requirements: business impacts, tools and strategies. IEEEEXPLORE: Electronics and the Environment. Conference Record 2004. IEEE International Symposium on. 10-13 may 2004.

MDIC/SECEX. “Barreiras externas às exportações brasileiras para Estados Unidos, Japão e União Européia.” Brasília, DF: MDIC/SECEX, 2001.

MERCOSUL. Proyecto de decisión: acuerdo sobre política Mercosur de gestión ambiental de residuos especiales de generación universal y responsabilidad post consumo. I Reunión Extraordinária de Ministros de Medio Ambiente. Curitiba, Brasil : 29 de marzo de 2006.

METCALFE, M. R.; BEGHIN, J. C. Piecemeal reform of trade and environmental policy when consumption also pollutes. Center for Agricultural and Rural Development, Working Paper 209, february 1999.

MINISTÉRIO DE NEGÓCIOS ESTRANGEIROS DA DINAMARCA. Site www.ambkualalumpur.um.dk, acesso em 13/10/07.

MINISTÉRIO DO COMÉRCIO DA CHINA. Site www.mofcom.gov.cn, acesso em 02/10/07.

MINISTÉRIO PARA O MEIO AMBIENTE DE NOVA ZELÂNDIA. Site www.mfe.govt.nz.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Site: www.mma.gov.br, acesso em 10/12/2007.

NASSIF, A. O complexo eletrônico brasileiro. In: BNDES 50 anos: História setoriais. BNDES, RJ, 2002.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. An evolutionary theory of economic change. Cambridge : Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

NORTH, D. “Institutions, institutional change and economic performance.” Cambridge : University Press, 1990.

NORTH, D. “Custos de transação, instituições e desempenho econômico.” RJ : Instituto Liberal, trad. Elizabete Hart, 1992.

NORTH, D. “Economic performance through time.” The American Economic Review, v. 4, n. 3, june 1994.

NORTH, D. "Institutions and the performance over time" in: MENARD, C.; SHIRLEY, M. (eds) "Handbook of new institutional economics." Springer, 2005.

OCDE. Environmental policies: technology effects. In: OCDE. "Technology and environment: towards policy integration". Paris, 1999.

OCDE. Uncertainty and precaution: implications for trade and environment. Joint Working Party on Trade and Environment, 2002a.

OCDE. "Environmental benefits of foreign direct investment: a literature review". Working Party on global and structural policies. 2002b.

OCDE. Opening markets for environmental goods and services. Policy Brief, September, 2005.

OCDE. EPR policies and product design: economic theory and selected case studies. Working Group on Waste Prevention and Recycling. 2006.

OPEN TO THE WORLD. Nova Scotia, Autumn, 2006. site: www.novascotiabusiness.com. Cesso em 03/10/07.

PAAVOLA, J.; ADGER, W. N. Institutional ecological econômicas. Ecological Economics, n. 53, 2005.

PALMER, A. "Environmental requirements and market access for developing country exports: implementing WTO commitments to developing countries in proposed EU chemicals regulation (REACH)". FIELD/UNCTAD; Background paper for a stakeholder discussion on Reach in developing countries in Brussels, Belgium, October, 2004.

PALMER, K.; OATES, W. E.; PORTNEY, P. R. Tightening environmental standards: the benefit-cost or the no-cost paradigm? Journal of Economic Perspectives, volume 9, number 4, 1995.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy. North Holland, v. 13, n. 6, 1984.

PORTAL DE GOVERNO ELETRÔNICO DO BRASIL. Site: www.governoeletronico.gov.br. Acesso em 03/02/08.

PORTER, M. E.; van der LINDE, C. Towards a new conception of the environment – competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives. Volume 9, number 4, 1995.

PORTER, M. E.; van der LINDE, C. Verde e competitivo: acabando com o impasse. In: PORTER, M. E. "Competição = on competition: estratégias competitivas essenciais". Campus, Rio de Janeiro, 1999.

POSSAS, M. L. Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial. Implicações para o Brasil. 2ª versão – Rio de Janeiro : IEI – FEA/UFRJ, 1995 (mimeo).

REIDLER, N. M. V. L.; GUNTHER, W. M. R. Gerenciamento de resíduos constituídos por pilhas e baterias usadas. In: Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, Brasil, 2000.

REIDLER, N. M. V. L.; GUNTHER, W. M. R. Percepção da população sobre os riscos do descarte inadequado de pilhas e baterias usadas. In: Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.

RER- REED ELECTRONICS RESEARCH, 2007. site. www.rer.co.uk Acesso em 09/11/2007.

ROCHA, SUEILA SANTOS. Sustentabilidade no setor de papel e celulose: uma análise comparativa entre empresas nacionais e transnacionais. Dissertação de Mestrado, FCL/Unesp, Araraquara, 2006.

ROHS-INTERNATIONAL. Site www.rohs-international.com. Acessos em 10/05/07 e 08/10/07.

ROMEIRO, A. R.; SALLES FILHO, S. Dinâmica de inovações sob restrição ambiental. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B., P.; LEONARDI, M. L. A. (org.) Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp/IE, 1999.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H., LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro : Elsevier, 2003.

ROSA, M. V. F. P. C; ARNOLDI, M. A . G. C. A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados. Belo Horizonte : Autêntica, 2006.

ROTHERHAM, T. “Implementing environmental, health and safety (EH&S) standards and technical regulations: the developing country experience.” IISD/ICTSD, Trade Knowledge Network (TKN), Thematic Paper, 2003.

SÁ, M. T. V. A indústria de bens eletrônicos de consumo frente a uma nova rodada de abertura. Tese de doutorado, IE/Unicamp, 2004.

SCHOOL OF ENVIRONMENTAL AND NATURAL RESOURCES-RENMIN UNIVERSITY OF CHINA. “Case study on environmental requirements, market access/entry and export competitiveness for electrical and electronic products from China.” In: Sub-Regional Workshop on environmental requirements, market access/entry and export competitiveness for electrical and electronic products from China, Phillipines and Thailand. Manila, 18-20 february, 2004.

SERPRO- SERVIÇO FEDERAL DE PROCESSAMENTO DE DADOS. Site: www.serpro.gov.br acesso em 02/02/2008.

SFIEC- SISTEMA FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ. Site: www.fiec.org.br. Acesso em 12/12/07.

SILVA, B. D.; OLIVEIRA, F. C.; STERGIOU, T. Resíduos de eletroeletrônicos no Brasil. Santo André, 2002.

TELECO – INFORMAÇÃO EM TELECOMUNICAÇÕES. Site: www.teleco.com.br. Acesso em 17/01/08.

THAI ROHS ALLIANCE. Site www.thairohsalliance.org, acesso em 10/10/07.

TEH, N. J.; MASON, S.; TAYLOR, A . Report on the LEADOUT. Technical and environmental survey. Leadout Consortium, July 2005.

TIGRE, P. B.; WANDERLEY, A .; FERRAZ, J. C.; RUSH, H. Tecnologia e meio ambiente: oportunidades para a indústria. Rio de Janeiro : Editora UFRJ, 1994.

TOJO, N. Extended producer responsibility as a driver for design change: utopia or reality? Doctoral dissertation, The International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University : Sweden, 2004.

UNCTAD. “Requisitos ambientales y comercio internacional. Junta de comercio e desarrollo. Comission Del comercio de bienes y servicios y de produtos básicos.” Reunion de expertos em requisitos ambientales y comercio internacional, 2002.

UNCTAD. “Report of the expert meeting on market entry conditions affecting competitiveness and exports of goods and services of developing countries: large distribution networks, taking into account the special needs of LDCs.” Trade and development broad, Geneva, 2003a.

UNCTAD. Bienes y servicios ambientales en el comercio y el desarrollo sostenible Reunión de Expertos sobre Definiciones y Aspectos de los Bienes y Servicios Ambientales en el Comercio y el Desarrollo. Ginebra, 9 a 11 de Julio de 2003 b.

UNCTAD. Making FDI work for sustainable development. Executive summary, New York and Geneva, 2004 a.

UNCTAD/INMETRO. “Environmental requirements and market access for developing countries”. Note by the Unctad Secretariat. UNCTAD XI, Brasil, 2004 b.

UNCTAD. “Promoting trade for sustainable development.” Note by Unctad Secretariat. UNCTAD XI, Brasil, 2004c.

UNCTAD. Strengthening participation of developing countries in dynamic and new sectors of world trade: Trends, issues and policies in the electronics sector. Commission on Trade in Goods and Services, and Commodities Intergovernmental Expert Meeting on New and Dynamic Sectors of World Trade Geneva, 24-26 October 2005.

VELEVA, VESELA; SETHI, SURESH. The electronics industry in a new regulatory climate: protecting the environment and shareholder value. *Corporate Environmental Strategy: International Journal for Sustainable Business*. Vol. 11, issue 9, october/2004.

VOSSENAAR, R.; SANTUCCI, L.; RAMUNGUL, N. “Environmental requirements and market access for developing countries: the case of electrical and electronic equipment”. In: UNCTAD, *Trade and Environment Review*, 2006.

WILLIAMSON, O. E. *Economic organization firms, markets and policy control*. New York University Press : New York, 1986.

WILLIAMSON, O. E. *The economic institutions of capitalism*. The Free Press, 1987.

WILLIAMSON, O. E. Transaction cost economics. In: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R. D. (editors) *Handbook of industrial organization*, v. 1. North-Holland : Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1996.

WTO. “Acordo sobre barreiras técnicas ao comércio”, 1994.

WTO. *World trade report*, 2005.

YARIME, MASARU. Public-private partnership in science and technology in Japan: a case of materials innovation. *International Symposium on Public-Private Partnership in Science and Technology Policy*, Tokyo, november 12, 2005.

YOUNG, C. E. F. Contabilidade ambiental Nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil. In: MAY, P.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (org.). *Economia do Meio Ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro : Elsevier, 2003.

YU, J.; WELFORD, R.; HILLS, P. “Industry responses to EU WEEE and ROHS Directives: perspectives from China.” *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13, 2006.

YUN, JUN-SIK; PARK, IN-SUNG. Act for resources recycling of electrical and electronic equipment and vehicles. *Eco-Frontier*, 2007. site www.rohs-international.com, acesso em 13/10/07.

ZARSKY, L. Havens, halos and spaghetti: untangling the evidence about foreign direct investment and the environment. In: OCDE. *Foreign direct investmente and the environment*. Paris : OCDE – Centro de Cooperação para não membros, 1999.

ANEXOS

Anexo 1

Lista de Produtos cobertos pela WEEE – RoHS

1. Grandes eletrodomésticos

Grandes aparelhos de arrefecimento

Frigoríficos

Congeladores

Outros aparelhos de grandes dimensões para refrigeração, conservação e armazenamento de alimentos

Máquinas de lavar

Secadores de roupa

Máquinas de lavar louça

Fogões

Fornos elétricos

Placas de fogão elétricas

Microondas

Outros aparelhos de grandes dimensões utilizados para cozinhar ou transformar alimentos

Aparelhos de aquecimento elétricos

Radiadores elétricos

Outros aparelhos de grandes dimensões para aquecimento

Ventoinhas elétricas

Aparelhos de ar condicionado

Outros aparelhos de ventilação, ventilação de exaustão e condicionamento

2. Pequenos eletrodomésticos

Aspiradores

Aparelhos de limpeza

Outros aparelhos de limpeza

Aparelhos utilizados na costura e outras formas de transformar têxteis

Ferros de engomar e outros aparelhos para engomar e tratar do vestuário

Torradeiras

Fritadeiras

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

Facas elétricas

Aparelhos para cortar o cabelo, secadores de cabelo, escovas de dentes elétricas, máquinas de barbear, aparelhos de massagem e outros aparelhos para cuidado do corpo

Relógios de sala, de pulso e aparelhos para medir, indicar ou registrar o tempo

Balanças

3. Equipamentos de informática e telecomunicações

Processamento de dados

Macrocomputadores (mainframes)

Minicomputadores

Unidades de impressão

Equipamentos de informática pessoais

Computadores pessoais
Computadores portáteis
Impressoras
Copiadoras
Máquinas de escrever
Calculadoras
Outros produtos e equipamentos para armazenar, apresentar ou comunicar informações por via eletrônica
Sistemas e terminais
Telecopiadoras
Telex
Telefones
Postos telefônicos públicos
Telefones sem fio
Telefones celulares
Respondedores automáticos
Outros produtos ou equipamentos para transmitir som, imagens ou outras informações por telecomunicação

4. Equipamentos de consumo

Aparelhos de rádio
Aparelhos de televisão
Câmaras de vídeo
Gravadores de vídeo
Gravadores hi-fi
Amplificadores de áudio
Instrumentos musicais
Outros produtos e equipamentos para gravar ou reproduzir o som ou a imagem, incluindo sinais ou outras tecnologias de som e imagem que não por via de telecomunicação

5. Equipamentos de iluminação

Aparelhos de iluminação para lâmpadas fluorescentes, com exceção dos aparelhos de iluminação doméstica
Lâmpadas fluorescentes clássicas
Lâmpadas fluorescentes compactas
Lâmpadas de descarga de alta intensidade, incluindo lâmpadas de sódio sob pressão
Lâmpadas de sódio de baixa pressão
Outros equipamentos de iluminação ou destinados a difundir ou controlar a luz, com exceção das lâmpadas incandescentes

6. Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)

Furadeiras
Serras
Máquinas de costura
Equipamentos para toronar, lixar, serrar, tosar, bocar, furar, dobrar ou para procesos similares de tratamento de madeira, metal e outros materiais

Ferramentas para rebitar, pregar ou aparafusar ou remover rebites, pregos ou parafusos ou para usos semelhantes

Ferramentas para soldar ou uso semelhantes

Equipamento para pulverizar, dispersar ou para tratamento de substâncias líquidas ou gasosas por outros meios

Ferramentas para atividades de jardinagem

7. Brinquedos e equipamentos de lazer e esporte

Conjuntos de comboios elétricos ou de pistas de carros de corridas

Jogos de vídeo

Computadores para ciclismo, mergulho, corrida, remo etc

Equipamentos esportivos com componentes elétricos ou eletrônicos

Caça-níqueis

8. Aparelhos médicos (com exceção de todos produtos implantados e infectados)

Equipamentos de radioterapia

Equipamentos de cardiologia

Equipamentos de diálise

Ventiladores pulmonares

Equipamentos de medicina nuclear

Equipamentos de laboratório para diagnóstico in vitro

Analisadores

Congeladores

Testes de fertilização

Outros aparelhos para detectar, evitar, controlar, tratar, aliviar doenças, lesões ou deficiências

9. Instrumentos de monitoração e controle

Detectores de fumo

Reguladores de aquecimento

Termostatos

Aparelhos de medição, pesagem ou regulação para uso doméstico ou laboratorial

Outros equipamentos de controle e comando utilizados em instalações industriais

10. Distribuidores automáticos

Distribuidores automáticos de bebidas quentes

Distribuidores automáticos de garrafas ou latas quentes ou frias

Distribuidores automáticos de produtos sólidos

Distribuidores automáticos de dinheiro

Todos aparelhos que forneçam automaticamente todos os tipos de produtos

Exceções da RoHS

Conforme diretivas 2002/95/CE; 2005/717/CE; 2005/747/CE; 2006/310/CE; 2006/690/CE; 2006/691/CE e 2006/692/CE

Aplicações de substâncias isentas das exigências estabelecidas no artigo 4º da diretiva 2002/95/CE:

1. Mercúrio em lâmpadas fluorescentes compactas que não ultrapasse 5 mg por lâmpada;
 2. Mercúrio em lâmpadas fluorescentes clássicas de utilização geral que não exceda:
 - a. Halofosfato -10 mg
 - b. Trifosfato de duração normal - 5 mg
 - c. Trifosfato de longa duração – 8 mg
 3. Mercúrio em lâmpadas fluorescentes clássicas para fins especiais;
 4. Mercúrio em outras lâmpadas que não as mencionadas no presente texto;
 5. Chumbo no vidro de tubos de raios catódicos, componentes eletrônicos e lâmpadas fluorescentes;
 6. Chumbo como elemento de liga em aço contendo até 0,35% de chumbo em peso, alumínio contendo até 0,4% de chumbo em peso e como liga de cobre contendo até 4% de chumbo em peso;
 7. - Chumbo em soldas de alta temperatura de fusão (isto é, soldas de ligas de estanho e chumbo com mais de 85% de chumbo);
- Chumbo em soldas para servidores, sistemas de armazenagem de dados e de arrays de armazenagem (isenção até 2010);
- Chumbo em soldas para equipamentos de infra-estrutura de rede para comutação, sinalização, transmissão e gestão de redes de telecomunicações;
- Chumbo em componentes eletrônicos de cerâmica;
 8. Banho de cádmio exceto para aplicações proibidas ao abrigo da diretiva 91/338/CE que altera a Diretiva 76/769/CE relativa à limitação da colocação no mercado e da utilização de algumas substâncias e preparações perigosas;
 9. Cromo hexavalente como anticorrosivo de sistemas de arrefecimento de aço ao carbono em frigoríficos de absorção;
 - a. DecaBDE em polímeros;
 - b. Chumbo em casquilhos e buchas de chumaceiras de bronze;
 10. No âmbito do artigo 7º, a Comissão deverá avaliar as aplicações de:
 - a. Deca BDE;
 - b. Mercúrio em lâmpadas fluorescentes clássicas para fins especiais;
 - c. Chumbo em soldas para servidores, sistemas de armazenagem de dados e de arrays de armazenagem, bem como em soldas para equipamentos de infra-estrutura de rede para comutação, sinalização, transmissão e gestão de redes de telecomunicações;
 - d. Lâmpadas incandescentes;
- A fim de determinar se esses pontos devem ser alterados em conformidade
11. Chumbo usado em sistemas de conexão por pinos conformes;
 12. Chumbo usado como material de revestimento para o anel em C de módulos termocondutores;
 13. Chumbo e cádmio em vidro ótico e filtros de vidro;

14. Chumbo em solda com mais de dois elementos para conexão entre pinos e a embalagem de microprocessadores com teor de chumbo maior que 80% e menor que 85% por peso;
15. Chumbo em soldas para estabelecer uma ligação elétrica entre a pastilha do semicondutor e o substrato, dentro de embalagens de circuitos integrados do tipo Flip Chip;
16. Chumbo em lâmpadas lineares incandescentes com tubos revestidos de silicatos;
17. Halogeneto de chumbo como agente radiante em lâmpadas de descarga de alta intensidade (HID) usadas para aplicações profissionais de reprografia;
18. Chumbo como ativador do pó fluorescente (teor de chumbo não superior a 1%) das lâmpadas de descarga quando utilizadas como lâmpadas bronzeadoras contendo substâncias fosforescentes como BSP e quando utilizadas como lâmpadas especiais para a reprografia com impressão diazo, litografia, armadilhas para insetos, processos fotoquímicos e de cura que façam uso de substâncias fosforescentes como SMS;
19. Chumbo com PbBiSn-Hg e PbInSn-Hg em composições específicas como amálgama principal e PbSn-Hg como amálgama auxiliar em lâmpadas econômicas ESL muito compactas;
20. Óxido de chumbo presente em vidros usados para ligar os substratos anteriores e posteriores das lâmpadas planas fluorescentes utilizadas nos displays de cristal líquido (LCD);
21. Chumbo e cádmio em tintas de impressão para aplicação de esmaltes sobre vidros borossilicato;
22. Chumbo como impureza em rotores de Faraday RIG (com granadas de ferro e terras raras) usados em sistemas de comunicação por fibra ótica;
23. Chumbo em acabamento de componentes de pequeno afastamento, exceto conectores, com afastamento não superior a 0,65 mm e estruturas Ni chumbo; chumbo em acabamentos de componentes com pequeno afastamento, com exceção dos conectores, com afastamento não superior a 0,65 mm e estruturas de cobre-chumbo;
24. Chumbo em soldas para solda a condensadores cerâmicos multicamadas, de forma discóide ou em matriz plana, maquinados por perfuração;
25. Óxido de chumbo em displays de plasma (PDP) e displays SED utilizado em elementos estruturais, nomeadamente na camada dielétrica dos vidros anterior e posterior, nos elétrodos de bus, na barra negra, nos elétrodos de endereçamento, nos separadores, na frita de selagem e no anel de frita, bem como nas pastas de impressão;
26. Óxido de chumbo no vidro das lâmpadas BLB (luz negra azulada);
27. Ligas de chumbo como soldas para transdutores utilizados em altofalantes de alta potência;
28. Cromo hexavalente em revestimentos anticorrosivos de chapas e fixações metálicas não pintadas, utilizados para proteção contra interferências eletromagnéticas em equipamentos da categoria 3 da diretiva 2002/96/CE. Isenção concedida até 1 de julho de 2007;
29. O teor de chumbo do vidro de cristal conforme definido no anexo da diretiva 69/493/CE do conselho.

Anexo 2. Questionários e Roteiro de Entrevistas

Questionário 1: Reflexos da RoHS nas empresas no Brasil

1)A receita operacional bruta anual da sua empresa situa-se entre: (marque apenas uma opção)

- até R\$1,2 milhão
- acima de R\$1,2 milhão até R\$10,5 milhões
- acima de R\$10,5 milhões até R\$60,0 milhões
- acima de R\$60,0 milhões

2)Sua empresa é: (marque apenas uma opção)

- controlada por capital nacional ou totalmente nacional
- controlada por capital estrangeiro
- filial de multinacional estrangeira

3)Se o controle do capital é estrangeiro ou é filial, a região de origem é:

- América
- Europa
- EUA
- Japão
- Ásia
- Oceania ou África

4)Sua empresa faz parte de qual(quais) segmento(s)?

- componentes elétricos e eletrônicos
- telecomunicações
- serviços de manufatura em eletrônica
- informática
- utilidades domésticas eletroeletrônicas
- automação industrial

5)Qual tem sido o principal mercado da sua empresa em faturamento nos últimos 3 anos? (marque apenas uma opção)

- nacional
- Mercosul
- outros países América
- Europa
- EUA
- Japão
- Ásia
- Oceania ou África

6)Sua empresa tem conhecimento sobre a Diretiva RoHS?

- sim
- não

7) Sua empresa está em conformidade com a Diretiva RoHS?

- sim
- não
- está em processo de conformidade

8) Se não, por quê? (somente para respostas “não” à questão 7)

- não conhecemos a diretiva
- nosso produto não é afetado
- conhecemos, mas é difícil de entender
- o cliente não exige
- não temos tecnologia necessária
- não tem financiamento no país
- não temos recursos suficientes
- não é vantajoso
- não tem infra-estrutura no país
- tentamos, mas não foi possível

Questões 9 a 18 somente para respostas “sim” ou “está em processo de conformidade” à questão 7

9) Se sua empresa está em conformidade ou em processo de conformidade com a RoHS, desde quando? (marque apenas uma opção)

- antes de 2003
- entre 2003 e 2006
- após 2006

10) Como sua empresa ficou sabendo da RoHS?

- pela associação industrial
- pelo fornecedor
- por certificadores
- por órgãos do governo
- pelo cliente
- por consultores
- por concorrentes
- por conferências, encontros ou feiras
- pela matriz

11) Por que decidiu por cumprir a diretiva RoHS?

- por exigência do cliente
- para melhorar a imagem
- para diferenciar o produto
- por que a matriz exigiu ou faz parte da política da matriz
- para conquistar novos mercados

12) Para cumprir a RoHS foi(foram) gerado(s):

- novo produto
- novo processo

- melhoria do produto
- melhoria do processo
- alteração no produto, pois ele não melhorou
- alteração do processo
- nova planta

13) As alterações da questão anterior foram realizadas através de:

- compra de máquinas e equipamentos
- gastos com Pesquisa e Desenvolvimento interno voluntários
- gastos com Pesquisa e Desenvolvimento interno compulsório (por benefício da Lei de Informática, por exemplo)
- transferência de pesquisa e desenvolvimento da matriz
- transferência de tecnologia ou de máquinas e equipamentos da matriz
- registro de patentes
- treinamento de pessoal
- relações de cooperação com outras empresas fora do grupo
- associação com instituições de pesquisa ou universidades

14) Os gastos com P&D necessários para cumprir a RoHS representaram (representam):
(marque apenas uma opção)

- menos de 2,5% dos gastos totais com P&D
- entre 2,5% e 5% dos gastos totais com P&D
- entre 5% e 10% dos gastos totais com P&D
- mais de 10% dos gastos totais com P&D

15) O cumprimento da RoHS causou (tem causado) outros impactos? Caso saiba estimar as variações, favor colocar no espaço reservado.

exemplo: preço do produto

aumentou diminuiu em 10(%) em média

a. Qualidade ou durabilidade do produto

melhorou piorou

b. Preço do produto

aumentou diminuiu em....(%) em média

c. Produtividade

aumentou diminuiu em....(%) em média

d. Exportação

aumentou diminuiu em....(%) em média

e. Importação

aumentou diminuiu em....(%) em média

f. Faturamento

aumentou diminuiu em....(%) em média

g. Consumo de energia

aumentou diminuiu em...(%) em média

h. Uso de insumos ou materiais

aumentou diminuiu em...(%) em média

i. Emissão de poluentes

aumentou diminuiu em...(%) em média

j. Facilidade de reciclagem do produto

aumentou diminuiu em....(%) em média

l. Gasto com transporte e descarte de resíduos

aumentou diminuiu em.....(%) em média

m. Custo total

aumentou diminuiu em...(%) em média

16) O cumprimento da RoHS alterou (tem alterado) as relações de compra e venda da sua empresa com outras?

não

sim, reduzindo do número de fornecedores

sim, firmando contratos com fornecedores especializados

sim, produzindo o que antes comprava

sim, terceirizando a produção

sim, firmando contratos específicos com clientes

sim, produzindo o produto final ou comprando algum cliente

sim, realizando gerenciamento da cadeia de fornecimento

17) A empresa possui sistema de coleta ou reciclagem de resíduos ou de produtos usados? (marque apenas uma opção)

sim

não

18) Quais foram as principais dificuldades enfrentadas pela empresa para cumprir a RoHS?

falta de informação

falta de recursos

incerteza quanto aos resultados

difícil acesso à tecnologia

testes demorados

substituição de materiais

falta de fornecedores adequados

outros

Comentários:

Questionário 2: Potenciais reflexos da WEEE na eco-indústria

1)A receita operacional bruta da tua empresa encontra-se entre:

- até R\$1,2 milhão
- acima de R\$1,2 milhão até R\$10,5 milhões
- acima de R\$10,5 milhões até R\$60 milhões
- acima de R\$60 milhões

2)Sua empresa é:

- nacional
- controlada por capital estrangeiro ou filial de multinacional

3)Se controlada por capital estrangeiro ou filial, a região de origem é:

- América Japão
- Europa Ásia
- Estados Unidos Oceania ou África

4)O principal mercado da tua empresa, em faturamento, é:

- nacional estrangeiro

5)Sua empresa presta serviços ou oferece produtos na(s) área (s) abaixo?

- resíduos industriais
- coleta de resíduos de eletroeletrônicos
- reciclagem e/ou recuperação de eletroeletrônicos
- tratamento de resíduos perigosos (por exemplo contendo metais pesados)
- transporte de resíduos perigosos e/ou resíduos de eletroeletrônicos
- aterros ou incineração de resíduos perigosos e/ou eletroeletrônicos
- outros

6)Sua empresa possui clientes do setor de equipamentos eletroeletrônicos?

- sim não

7)Se sim à resposta anterior, onde se encontram os clientes?

- Brasil exterior

8)Sua empresa conhece as Diretivas WEEE e/ou RoHS europeias?

- não
- sim, WEEE e RoHS
- sim, só WEEE
- sim, só RoHS

9)Sua empresa possui clientes que estão em conformidade (ou em processo de conformidade) com as Diretivas WEEE e/ou RoHS europeias?

- sim
- não
- não sei

10) Você acha que essas diretivas tendem a ser introduzidas no Brasil?

sim

não

não sei

11) Você acredita que essas diretivas influenciam (ou influenciarão) o mercado da indústria de bens e serviços ambientais? Como?

não

não sei

sim, expandindo nosso mercado

sim, aumentando a concorrência

sim, estimulando a entrada de empresas nacionais

sim, estimulando a entrada de empresas estrangeiras mais capacitadas

sim, gerando um mercado produtos reciclados e/ou recuperados

sim, estimulando a geração de inovações tecnológicas

sim, prejudicando nossos negócios

outros:

12) Sua empresa pretende expandir os negócios para atender clientes interessados na conformidade com as diretivas?

sim

não

Comentários:

Roteiro 1. Para entrevistas com atores chave

1. Quais legislações e/ou outras medidas de política ambiental (como normas, por exemplo) existem ou tem sido discutidas para eletroeletrônicos e seus resíduos perigosos no Brasil?
2. Você acha que essa legislação é suficiente para tratar do problema de resíduos perigosos contidos em eletroeletrônicos no país? Você acha que essa legislação está avançada ou atrasada em relação a de outros países?
3.
 - a. A União Européia estabeleceu em 2003 dois regulamentos para tratar do problema de resíduos de eletroeletrônicos: WEEE, que expande a responsabilidade do produtor ao pós consumo e RoHS, que proíbe a utilização de metais pesados. Muitos países estão estabelecendo medidas similares. Na sua opinião o Brasil deveria adotar políticas ambientais similares às exigências européias, ou seja, o Brasil deveria harmonizar suas políticas ambientais em relação às da Europa? Por quê?
Obs. Caso não tenha conhecimento das diretivas, você acha que o Brasil deveria harmonizar suas políticas ambientais com as políticas ambientais da União Européia?
 - b. Caso sim, quais instrumentos deveriam ser utilizados? (por exemplo fiscalização, multas, taxas, instrumentos voluntários, etc)
 - c. Caso não, quais medidas e instrumentos você sugere?
4. Você acha que a harmonização de políticas ambientais com as de países desenvolvidos (como União Européia) traria implicações ao Brasil? Benefícios ou obstáculos? Quais?
5. E a decisão por não harmonização de políticas ambientais com as de países desenvolvidos (como União Européia) traria implicações? Benefícios ou obstáculos? Quais?
6. Existem dificuldades em fazer vigorar a política ambiental (medidas obrigatórias, instrumentos econômicos ou voluntários) sobre resíduos perigosos ou equipamentos eletroeletrônicos no Brasil? Quais?
7. Qual sua opinião sobre os mecanismos de equivalência técnica e reconhecimento mútuo da OMC? Você acha que são benéficos ou prejudiciais na definição de políticas ambientais?
8. Caso existam, o que você acha que deveria ser feito para superar essas dificuldades?
9. Como país em desenvolvimento, você acha que o Brasil possui especificidades/dificuldades adicionais no estabelecimento de políticas ambientais sobre resíduos perigosos de eletroeletrônicos? Quais?
10. Você acha que tais especificidades/dificuldades do Brasil exigem outras políticas? Quais?

11. Você acha que certos tipos de empresas, como pequenas e médias e nacionais, possuem maiores dificuldades para se adequar às exigências ambientais sobre eletroeletrônicos? Por quê?
12. O que você acha que deveria ser feito para auxiliar tais empresas?
13. Como o Brasil, sendo um país em desenvolvimento, poderia obter maior auxílio no âmbito da OMC para suprir as dificuldades de adequação às exigências ambientais externas (RoHS e WEEE) ou enfrentar barreiras técnicas de caráter ambiental? Deveria acessar os artigos 11 e 12 sobre assistência técnica e cooperação para capacitação técnica e institucional do Acordo sobre Barreiras Técnicas ou há outros caminhos?
14. Como o Brasil participa das negociações internacionais sobre normas e regulamentos e normatização internacional no âmbito do comércio multilateral (OMC)
15. Como o Brasil, sendo um país em desenvolvimento, poderia ampliar sua participação no desenho, definição e implementação das exigências ambientais externas (sejam elas normatização internacional ou regulamentos de outros países)?
16. O nível de desenvolvimento científico das unidades de pesquisa no Brasil é suficiente para o desenvolvimento de soluções ambientais sobre eletroeletrônicos e resíduos perigosos?
17. Na sua opinião, há possibilidades de um trabalho conjunto entre as unidades de pesquisa, o setor privado e o governo para desenvolver soluções ambientais para resíduos de eletroeletrônicos? Por quê?
18. No Japão foi desenvolvido um sistema de inovação envolvendo instituições de pesquisa, projetos do governo e o setor privado para soluções do problema de resíduos de eletroeletrônicos. Você acha que seria possível fazer algo parecido no Brasil para o desenvolvimento de inovações ambientais?
19. Você acha que deveriam ser estabelecidas medidas (políticas do governo) para auxiliar a indústria de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil a se adequar às exigências ambientais externas? Quais e como?
20. O Brasil possui uma infra-estrutura adequada para a gestão de resíduos perigosos de produtos eletroeletrônicos?
21. Você acredita que a condição dessa infra-estrutura é um fator favorável ou contrário à instalação de novas empresas, sobretudo filiais de empresas transnacionais? Por quê?
22. Como os equipamentos eletrônicos usados são tratados pelos catadores? Há interesse em trabalhar com esses produtos? É rentável? Há dificuldades nesse tipo de trabalho? Quais? Que sugestões você daria?

23. Na sua opinião, o que seria necessário fazer para desenvolver um sistema de gestão ambientalmente adequado de coleta, tratamento, reciclagem e recuperação de eletroeletrônicos no Brasil?
24. Os países desenvolvidos, como reação à medidas que obrigam o produtor se responsabilizar pelos resíduos e equipamentos eletroeletrônicos usados, criaram um sistema de coleta e tratamento de resíduos de eletroeletrônicos baseado em taxas de reciclagem por produto ou peso. Essas taxas são repassadas à organizações de tratamento especializadas e pagas pelos produtores. Você considera esse sistema adequado ou possível para o Brasil? Por quê?
25. Os países Asiáticos e Africanos têm sido grandes importadores de resíduos e equipamentos eletroeletrônicos usados de países desenvolvidos e passaram a estabelecer algumas medidas de controle de importações. Você acha que isso pode acontecer com o Brasil? Se não, por quê? Se sim, como evitar?
26. Qual o papel da pesquisa da universidade nesse contexto?
27. Quais são as possibilidades de reuso, recuperação e reciclagem de EE? É rentável?
28. Há dificuldades em harmonizar regulamentos técnicos?
29. Você gostaria de fazer comentários sobre aspectos não abrangidos pelas questões apresentadas?

Anexo 3. Universo das Empresas Pesquisadas e Lista de Especialistas

Universo 1: Pesquisa no setor eletroeletrônico sobre o impacto da RoHS: Empresas associadas da ABINEE dos segmentos de componentes, utilidades domésticas, automação industrial, serviços de manufatura, telecomunicações e informática

ABB LTDA
ABLE ELETRONICA LTDA
ACE SCHMERSAL ELETROELETRONICA INDL LTDA
ACS AUTOMACAO CONTROLES SISTS INDS LTDA
ACTARIS LTDA
ACUMULADORES MOURA S/A
ADELCO SISTEMAS DE ENERGIA LTDA
ADVANTECH BRASIL S/A
AEGIS SEMICONDUCTORES LTDA
AGILENT TECHNOLOGIES BRASIL LTDA
AGORA -SOLUCOES EM TELECOMUNICACOES LTDA
AGR IND COM SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
AIDC TECNOLOGIA LTDA
ALCATEL-LUCENT BRASIL S/A
ALTUS SISTEMAS DE INFORMATICA S/A
AMELCO S/A INDUSTRIA ELETRONICA
AMERICAN POWER CONVERSION BRASIL LTDA
AMPLIMAG CONTROLES ELETRONICOS LTDA
ANDREW DO BRASIL LTDA
ANTENAS THEVEAR LTDA
APB AUTOMACAO LTDA
ARGE LTDA
ASGA S/A
ATE SOLUTIONS IND COM SERV EQUIPS LTDA
ATI AUTOMACAO TELECOM E INFORMATICA LTDA
ATOS AUTOMACAO INDUSTRIAL LTDA
AUAD CORREA EQUIP ELETRONICOS LTDA
AUTOSPLICE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
AVAYA BRASIL LTDA
AVIBRAS FIBRAS OTICAS E TELECOM S/A
BALLUFF CONTROLES ELETRICOS LTDA
BARGOA S/A
BATERIAS CRAL LTDA
BAYTEC TECNOLOGIA LTDA
BCM ENGENHARIA LTDA
BEGEL INDUSTRIA E COM REFRIGERACAO LTDA
BEMATECH IND COM EQUIPS ELETRONICOS S/A
BENCHMARK ELECTRONICS LTDA
BETA IND COM EQUIP ELETRONICOS LTDA
BIT SHOP IND COM EXP E IMPORTACAO LTDA
BLACK & DECKER DO BRASIL LTDA

BPS SERVICOS COM COMUNICACAO DADOS LTDA
BRASBAND INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
BRASFILTER INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
BRASILSAT HARALD S/A
BRAVIEW IND PROD ELETRON DO BRASIL LTDA
BRAVOX S/A INDUSTRIA COMERCIO ELETRONICO
BRITANIA ELETRODOMESTICOS S/A
BRTEC EQUIPAMENTOS TELECOMUNICACOES LTDA
BSH CONTINENTAL ELETRODOMESTICOS LTDA
BULL LTDA
CANON DO BRASIL IND COM LTDA
CAS TECNOLOGIA S/A
CATA DO BRASIL LTDA
CDI BRASIL INDUSTRIAL LTDA
CDM BRASIL LTDA
CELESTICA DO BRASIL LTDA
CIS ELETRONICA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
CISCO DO BRASIL LTDA
CIVS INFORMATICA LTDA
CLAMPER INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
CM COMANDOS LINEARES LTDA
CNS - CENTRAL DE NUCLEOS SILICIOSOS LTDA
COBRA TECNOLOGIA S/A
COEL CONTROLES ELETRICOS LTDA
COESTER AUTOMACAO S/A
COMMODITY SYSTEMS EMPREEND E PARTIC LTDA
COMPUADD DO BRASIL IND DE INFORMAT LTDA
COMTEX INDUSTRIA COMERCIO IMP EXP LTDA
CONBRAS ELETROMETALURGICA LTDA
CONDUGRAF PRODUTOS ELETRONICOS LTDA
CONSISTEC CONTROLES SISTS AUTOMACAO LTDA
CONSTANTA INDUSTRIAL LTDA
CONVERTEAM BRASIL LTDA
COSINOX ELETRODOMESTICOS DO BRASIL LTDA
CP ELETRONICA S/A
CS INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
DAIKEN INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
DANVAL INDUSTRIA DE EQUIPAMENTOS LTDA
DARUMA TELECOMUNICACOES INFORMATICA S/A
DATAPOOL ELETRONICA LTDA
DATAREGIS S/A
DATEN TECNOLOGIA LTDA
DELL COMPUTADORES DO BRASIL LTDA
DELTA ENERGY SYSTEMS (BRASIL) S/A
DIELETRO ELETRO ELETRONICA LTDA
DIGIBRAS INDUSTRIA DO BRASIL S/A
DIGICON S/A CONTR ELETRONICO P/MECANICA

DIGISTAR TELECOMUNICACOES S/A
DIGITEL S/A INDUSTRIA ELETRONICA
DIGITRO TECNOLOGIA LTDA
DIGITRON DA AMAZONIA IND E COM S/A
DIGITRON DA BAHIA IND COM LTDA
DIGIVOICE TECNOLOGIA EM ELETRONICA LTDA
DIMELTHOZ DESEN INDL AUTOM MAQUINAS LTDA
DISPOSITIVOS SEMICONDUTOR DISCRETOS LTDA
DRAKTEL OPTICAL FIBRE S/A
DUCHACORONA LTDA
DUPONT DO BRASIL S/A
DW DO BRASIL INFORMATICA LTDA
DYNALF ELETRONICA INDUSTRIA E COM LTDA
ECIL INFORMATICA INDUSTRIA E COM LTDA
ECIL MET TEC LTDA
ECIL PRODUTOS E SISTEMAS MED E CONTR LTD
ELCOTEQ DA AMAZONIA LTDA
ELEC IND COM EQUIPS DE MEDICAO LTDA -EPP
ELETRO METALURGICA VENTI-DELTA LTDA
ELETROPPAR INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
ELGIN S/A
ELISEU KOPP & CIA LTDA
ELMACTRON ELETRICA ELETRONICA I C LTDA
ELTEK SISTEMAS DE ENERGIA IND COM S/A
EMERSON SISTEMAS DE ENERGIA LTDA
EMICOL ELETRO ELETRONICA S/A
ENERGIZER DO BRASIL LTDA
ENERGYWARE INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
ENERTEC DO BRASIL LTDA
ENGEBRAS S/A-IND COM TECNOL INFORMATICA
ENGEREUS DO BRASIL ENG IND EL ELETR LTDA
ENGESIG INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
ENGETRON ENGA ELETR INDUSTRIA E COM LTDA
ENTRAN IND COM EQUIPS ELETRONICOS LTDA
EPCOM ELETR IND COM IMP EXP INFORM LTDA
EPCOS DO BRASIL LTDA
EPSON DO BRASIL INDUSTRIA E COM LTDA
EQUIPAMENTOS NGK-RINNAI LTDA
EQUIPE-EQUIPS AUTOMACAO E CONTROLE LTDA
EQUISUL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
ERICSSON TELECOMUNICACOES S/A
ETELBRAS ELETRONICA TELECOMUNICACOES S/A
EXACTA IND COM DE SENSORES LTDA
EXACTUS EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA
FALMEC DO BRASIL IND E COM S/A
FAME FABRICA APARS E MATERIAL ELETR LTDA
FARCEL LTDA

FCI BRASIL LTDA
FESTO AUTOMACAO LTDA
FINDER COMPONENTES LTDA
FLEXTRONICS INTERNATIONAL TECNOL LTDA
FORCE LINE IND COM COMP ELETRONICOS LTDA
FOXCONN CMMSG IND DE ELETRONICOS LTDA
FRIWO DO BRASIL LTDA
FULL GAUGE ELETRO CONTROLES LTDA
FURUKAWA INDUSTRIAL S/A PRODS ELETRICOS
GE SUPPLY DO BRASIL LTDA
GERTEC TELECOMUNICACOES LTDA
GET GLOBAL ENERGY TELECOMMUNICATION LTDA
GIGACOM DO BRASIL LTDA
GISAMAR IND COM PECAS SERVS TORNOS LTDA
GLOBUS SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
GRAMEYER EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA
GRUPO SEB DO BRASIL PROD DOMESTICOS LTDA
GTA ELETRONICA LTDA
HARRIS DO BRASIL LTDA
HARTING LTDA
HDL DA AMAZONIA IND ELETRONICA LTDA
HELLERMANNTYTON LTDA
HELMUT MAUELL DO BRASIL IND E COM LTDA
HERAEUS ELECTRO-NITE INSTRUMENTOS LTDA
HEWLETT-PACKARD BRASIL LTDA
HI TECNOLOGIA IND E COM LTDA
HNS AMERICAS COMUNICACOES LTDA
HONEYWELL DO BRASIL LTDA
HOUTER DO BRASIL LTDA
HUAWEI DO BRASIL TELECOMUNICACOES LTDA
I-VISION SISTEMAS DE IMAGEM E VISAO S/A
IBBL IND BRASILEIRA DE BEBEDOUROS LTDA
IBM BRASIL INDUSTRIA MAQ E SERVICOS LTDA
IBRACOMP INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
ICA TELECOMUNICACOES LTDA - ICATEL
ICR INDUSTRIA E COMERCIO DE RELES LTDA
IMAG INDUSTRIA COM COMP ELETRONICOS LTDA
IMOBRAS IND DE MOTORES ELETRICOS LTDA
IMPLY TECNOLOGIA ELETRONICA LTDA
IND E COM ELETRO ELETRONICA GEHAKA LTDA
INDEL INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
INDUSTRIA ELETRONICA CHERRY LTDA
INDUSTRIAS MEC ANTENOR MAXIMIANO LTDA
INDUSTRIAS TUDOR S P DE BATERIAS LTDA
INOVA SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
INSTRAMED IND MEDICA HOSPITALAR LTDA
INSTRUMENTOS ELETRICOS ENGRO LTDA

INSTRUMENTOS LINCE LTDA
INTELBRAS S/A IND TELECOM ELETRON BRAS
INTELCOM IND PARA TELECOMUNICACOES LTDA
INTRAL S/A IND DE MATERIAIS ELETRICOS
INVENSYS APPLIANCE CONTROLS LTDA
INVENSYS SYSTEMS BRASIL LTDA
ISOFREQ TELECOMUNICACOES E SISTEMAS LTDA
ITAUTEC S/A - GRUPO ITAUTEC
J RYAL & COMPANHIA LTDA
JABIL DO BRASIL IN ELETROELETRONICA LTDA
JDSU DO BRASIL LTDA
JHT INDUSTRIAL JAGUARIUNA LTDA
JOHNSON CONTROLS AUTOM ELECTR DO BRASIL
JONHIS INSTRUMENTOS DE MEDICAO LTDA
K-MEX INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
KATHREIN MOBILCOM BRASIL LTDA
KODO BR ELETRONICA LTDA
KOLLER & SINDICIC TELECOM E TECNO LTDA
KONICA MINOLTA BUS SOLUT DO BRASIL LTDA
LABRAMO CENTRONICS IND COM LTDA
LATINA ELETRODOMESTICOS S/A
LENOVO TECNOLOGIA BRASIL LTDA
LEUCOTRON EQUIPAMENTOS LTDA
LEXMARK INTERNATIONAL DO BRASIL LTDA
LG ELECTRONICS DE SAO PAULO LTDA
LG.PHILIPS DISPLAYS BRASIL LTDA
LIDER INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
LOGIN INFORMATICA COM REPRESENTACAO LTDA
LOGMASTER TECNOLOGIA LTDA
LORENZETTI S/A INDS BRAS ELETROMETALURGI
LYNX TECNOLOGIA ELETRONICA LTDA
MAGMATTEC TECNOLOGIA MATER MAGNET LTDA
MAKITA DO BRASIL FERRAMENTAS ELETRS LTDA
MALLORY LTDA
MASTERFRIO IND COM DE REFRIGERACAO LTDA
MAXICOM EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA
MDI PRODUTOS E SISTEMAS LTDA
MECAF ELETRONICA S/A
MEGABRAS INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
MEGAWARE INDUSTRIAL LTDA
MENNO EQUIPAMENTOS PARA ESCRITORIO LTDA
METALURGICA VENTISILVA LTDA
METSO AUTOMATION DO BRASIL LTDA
METTLER TOLEDO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
MICROLITE S/A
MICROSOL TECNOLOGIA S/A
MICROTARGET TECNOLOGIA DIGITAL LTDA

MILFRA INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
MINEORO INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
MOELLER ELECTRIC LTDA
MOLEX BRASIL LTDA
MONYTEL S/A
MOTOROLA INDUSTRIAL LTDA
MS INSTRUMENTOS INDUSTRIAIS LTDA
MSA DO BRASIL EQUIPS INSTRS SEG LTDA
MSI COMPUTER DO BRASIL LTDA
MULT-TEST INSTRUMENTOS ELETRICOS LTDA
MULTEK BRASIL LTDA
MURATA AMAZONIA INDUSTRIA E COM LTDA
NANSEN S/A INSTRUMENTOS DE PRECISAO
NBN AUTOMACAO INDUSTRIAL LTDA
NCR BRASIL LTDA
NEC DO BRASIL S/A
NERA AMERICA LATINA LTDA
NETGATE INTERNACIONAL DE ELETRONICA LTDA
NETIO IND COM E SERV DE TELECOMUN S/A
NEWPOWER SISTEMAS DE ENERGIA LTDA
NEXANS BRASIL S/A
NHS SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
NIFE BATERIAS INDUSTRIAIS LTDA
NILKO METALURGIA LTDA
NOKIA DO BRASIL TECNOLOGIA LTDA
NORTEL NETWORKS TEL BRASIL IND COM LTDA
NOVA SOLUCOES EM INFORMATICA LTDA
NOVUS PRODUTOS ELETRONICOS LTDA
OKI DATA DO BRASIL LTDA
ORTENG EQUIPAMENTOS E SISTEMAS LTDA
OTTIME TECNOLOGIA INDUSTRIAL LTDA
PADTEC S/A
PALM COMERCIO DE APAR ELETRONICOS LTDA
PANASONIC DO BRASIL LIMITADA
PARKS S/A COMUNICACOES DIGITAIS
PCBOX INDUSTRIAL LTDA
PCI PARANA IND CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA
PEXTRON CONTROLES ELETRONICOS LTDA
PHB ELETRONICA LTDA
PHIHONG PWM BRASIL LTDA
PHILIPS DO BRASIL LTDA
PHOENIX CONTACT IND E COMERCIO LTDA
PILZ DO BRASIL SIST SEG AUTOM INDL LTDA
PITNEY BOWES SEMCO EQUIPS SERVICOS LTDA
PLP-PRODUTOS P/ LINHAS PREFORMADOS LTDA
POSITIVO INFORMATICA S/A
PREVIEW COMPUTADORES LTDA

PROCOMP INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
PROCTER & GAMBLE DO BRASIL LTDA
PRODUTOS ELETRONICOS FRATA LTDA
PRODUTOS ELETRONICOS METALTEX LTDA
PROQUALIT TELECOM LTDA
PRYSMIAN TELEC CABOS SISTS DO BRASIL S/A
PST IND ELETRONICA DA AMAZONIA LTDA
QUALCOMM SERV DE TELECOMUNICACOES LTDA
QUALITAS INDUSTRIA ELETROMECHANICA LTDA
RASATRONIC ELETRONICA INDUSTRIAL LTDA
RBC IND COMPUTADORES DA AMAZONIA LTDA
RITZ DO BRASIL S/A
ROBERT BOSCH LTDA
ROCKWELL AUTOMATION DO BRASIL LTDA
RONDOPAR ENERGIA ACUMULADA LTDA
RONTAN ELETRO METALURGICA LTDA
ROQUE & CORREIA LTDA
RP&M INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
RTA REDE DE TECNOLOGIA AVANCADA LTDA
S&E INSTRUM TESTES E MEDICAO LTDA
SAGEM DEFESA E SEGURANCA DO BRASIL LTDA
SAGEM ORGA DO BRASIL S/A
SALCOMP INDL ELETRONICA DA AMAZONIA LTDA
SALUTEM IND ELETRONICA LTDA-ME
SAMSUNG ELETRONICA DA AMAZONIA LTDA
SANMINA-SCI DO BRASIL INTEGRATION LTDA
SATURNIA SISTEMAS DE ENERGIA LTDA
SCALA EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA-EPP
SCHMID TELECOM BRASIL LTDA
SCHNEIDER ELECTRIC BRASIL LTDA
SECTOR INFORMATICA LTDA
SEMIKRON SEMICONDUCTORES LTDA
SEMP TOSHIBA INFORMATICA LTDA
SENOTRON INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
SENSATA TECHN SENS CONTR DO BRASIL LTDA
SENSE ELETRONICA LTDA
SENSORES ELETRONICOS INSTRUTECH LTDA
SERTTEL LTDA
SEW-EURODRIVE BRASIL LTDA
SGF COMPUTADORES AUTOMOTIVOS LTDA
SGM TELECOMUNICACOES LTDA
SIEMENS ENTER COMM TEC INF COM CORP LTDA
SIEMENS LTDA
SIEMENS SERVICOS TECNICOS LTDA
SINGER DO BRASIL INDUSTRIA E COM LTDA
SISGRAPH LTDA
SISTEMAS E TECNOLOGIA APLIC IND COM LTDA

SISVOO SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
SMART MODULAR TECHNOL IND COM ELETR LTDA
SMS TECNOLOGIA ELETRONICA LTDA
SOCIEDADE CONSIGNATARIA HOBECO LTDA
SOLECTRON INDL COML SERV EXP BRASIL LTDA
SOMA SOLUCOES MAGNETICAS IND COM LTDA
SONY BRASIL LTDA
SONY ERICSSON MOBILE COMM DO BRASIL LTDA
SPIDER TECNOLOGIA IND E COM LTDA
SPLICE DO BRASIL TELECOM E ELETRON LTDA
SPRINGER CARRIER LTDA
STMICROELETRONICS LTDA
SULTON PRODUTOS ELETRONICOS LTDA
SUN MICROSYSTEMS DO BRASIL IND COM LTDA
SUPERGAUSS PRODUTOS MAGNETICOS LTDA
SWEDA INFORMATICA LTDA
TDK DO BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
TEASE ELETRONICA LTDA
TECHSUL INDUSTRIAL LTDA
TECMASTER COMPONENTES ELETRICOS LTDA
TECNOMETAL EQUIPAMENTOS LTDA
TECNOTRON AUTOMACAO CONTROLES INDLS LTDA
TECPOINT SISTEMAS DE AUTOMACAO LTDA
TECSYS DO BRASIL INDUSTRIAL LTDA
TECTROL EQS ELETRICOS ELETRONICOS LTDA
TECUMSEH DO BRASIL LTDA
TECVAN INFORMATICA LTDA
TEIKON TECNOLOGIA INDUSTRIAL S/A
TEL TELECOMUNICACOES E ELETRONICA LTDA
TELCON FIOS E CABOS P/TELECOM S/A
TELSATE TELECOMUNICACOES IND E COM LTDA
TELVENT BRASIL S/A
TERACOM TELEMATICA LTDA - DATACOM
TESC INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
THALES COMMUNICATIONS LTDA
THOMAS KL INDUSTRIA ALTO FALANTES LTDA
TRANSCORTEC INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
TREETECH SISTEMAS DIGITAIS LTDA
TRON CONTROLES ELETRICOS LTDA
TROPICO SIST E TELECOM DA AMAZONIA LTDA
TS SHARA TECNOLOGIA DE SISTEMAS LTDA
TYCO ELECTRONICS BRASIL LTDA
UGIMAG DO BRASIL IND COM PROD MAGN LTDA
ULFER IND COM PROD ELETRODOMESTICOS LTDA
UNIKEY METALURGICA LTDA
UNISYS TECNOLOGIA LTDA
VABSCO ABS COMPONENTES LTDA

VENAX ELETRODOMESTICOS LTDA
VISUM SISTEMAS ELETRONICOS LTDA
VRI INDUSTRIA ELETRONICA LTDA
WAYTEC TECNOLOGIA EM COMUNICACAO LTDA
WEG S/A
WHIRLPOOL S/A
WISE INFORMATICA LTDA
XEROX COMERCIO E INDUSTRIA LTDA
XPS ELETRONICA LTDA
YASKAWA ELETRICO DO BRASIL LTDA
YOKOGAWA AMERICA DO SUL LTDA
ZANTHUS IND COM EQUIPS ELETRONICOS LTDA
ZENITE TECNOLOGIA E TELEINFORMATICA LTDA
ZPM INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
3M DO BRASIL LTDA

Universo 2. Pesquisa na indústria de Bens e Serviços Ambientais: Empresas que integraram a IX FIMAI (Feira do Meio Ambiente Industrial) realizada em São Paulo entre 24 e 26 de outubro de 2007:

3R - TECNOLOGIA AMBIENTAL
ABS GROUP SERVICES DO BRASIL LTDA
ACQUA COSULTING SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA
AGRIPLAS LTD
AGROBIOMATERIAIS
AIRSERVICES ESTUDOS E AVALIAÇÕES AMBIENTAIS LTDA
AMBIENTAL LABORATÓRIOS
AMBISOL SOLUÇÕES AMBIENTAIS
AMBITEC LTDA
AMBPLAN ENG AMBIENTAL E SEG TRABALHO LTDA
ANALYTICAL SOLUTIONS
ANALYTICAL TECHNOLOGY SERVIÇOS ANALÍTICOS E AMBIENTAIS LTDA
APLIQUIM E EQUIPAMENTOS E PRODUTOS QUÍMICOS LTDA
APS ASSOCIADOS S/C LTDA.
ASL ANÁLISES AMBIENTAIS
BF DIAS IND E COM LTDA
BIOAGRI AMBIENTAL LTDA
BIOPLUS
BIOQUIMICA SUPRIMENTOS ANALÍTICOS
BRASEXPRESS COM. DE EMB. DESC. LTDA
BRUNO INDUSTRIAL LTDA.
COMERCIAL FILTRANDO LTDA
COREMAL
DANTHERM
DESINPLAN
ECOSAN EQUIPAMENTOS PARA SANEAMENTO LTDA
EP ENGENHARIA DO PROCESSO
ERGON EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA
CORPLAB
ESTRE AMBIENTAL S/A
ETATRON
EUROFINS DO BRASIL ANÁLISES DE ALIMENTO LTDA
FLIPPER TECNOLOGIA AMBIENTAL
GENOTOX
GEORADAR
GRANUTECH SATURN
HAMMEL RECYCLINGTECHNIK GMBH
HANNA INSTRUMENTS BRASIL
HIDROSUPRIMENTOS EQUIPAMENTOS PARA HIDROGEOLOGIA
IBEAM
JJR AMBIENTAL S/C LTDA
KAPERSUL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PAPÉIS S.A.
KIROL TAMBORES

KOREN CONSULTORIA REPRESENTAÇÃO IMPORT EXPORT LTDA.
LWART LUBRIFICANTES LTDA
MACPRESSE EUROPA SRL
MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S/A
MERCOLINE / WAA
MG DO BRASIL
OPERATOR ASSESSORIA E ANÁLISES AMBIENTAIS LTDA.
OPERSAN TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS
ORGANOESTE
PROMANAGEMENT ANALYSIS ASSESSORIA LTDA.
PROSPERAR FRAGMENTADORAS
QUÍMICA INDUSTRIAL SUPPLY LTDA
SABESP
SERVATIS AGRO & FINE CHEMICALS
SGA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA
SGW SERVICES
SILCON AMBIENTAL LTDA
SIMPLE GREEN DO BRASIL
SUZAQUIM INDUSTRIAS QUÍMICAS LTDA.
TANAC S.A.
TECNOSOL COMERCIO E SERVIÇOS LTDA.
TPA DO BRASIL LTDA
TRIBEL TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE BELFORD ROXO S.A.
UMICORE BRASIL LTDA
VOMM EQUIPAMENTOS E PROCESSOS
WISEWOOD SOLUÇÕES ECOLÓGICAS S/A
WL BRAGA TRANSPORTES - ROLLON

Lista de Especialistas que Responderam a Pesquisa de Opinião do Capítulo 4.

ANDRÉ VILHENA – DIRETOR EXECUTIVO COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE)
25/10/07 – São Paulo – presencial

ANTONIO FERNANDO PINHEIRO PEDRO- advogado especialista em direito ambiental do escritório PINHEIRO PEDRO ADVOGADOS
05/11/2007 – SP – presencial

ARNALDO BARBULIO – COORDENAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO DA TÜV RHEINLAND DO BRASIL DO BRASIL LTDA
25/10/07 – EMAIL

CARLOS ALBERTO FADUL CORRÊA ALVES – DIRETOR EXECUTIVO FUNDAÇÃO CERTI - CENTRO DE REFERÊNCIA EM SISTEMAS PRODUTIVOS COOPERATIVOS
22/11/07 EMAIL

CARLOS SILVA FILHO – COORDENADOR DO DEPARTAMENTO JURÍDICO E DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE) advogado
29/10/07 – São Paulo – presencial

FÁBIO CIDRIN – ACESSOR DA SECRETARIA DE ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL E PARCERIAS - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME (MDS)
24/10/07 - São Paulo – presencial

FLÁVIO DE MIRANDA RIBEIRO – GERENTE DO SETOR DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA DA COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB)
12/11/2007 – São Paulo – presencial

MARCUS SÉRGIO PIASKOWY – CONSULTOR INDEPENDENTE NA ÁREA DE ELETROELETRÔNICOS E AUTOMOTIVO / CONSULTORIA SGS
22/11/07 - EMAIL

REYNALDO GALVÃO ANTUNES– SECRETÁRIO TÉCNICO DO COMITÊ DE GESTÃO AMBIENTAL (CB 38) DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)
17/12/07 – Rio de Janeiro/RJ - presencial

RICARDO KROPF SANTOS FERMAM – COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO)

RODRIGO DE MACEDO PINTO – DIVISÃO DE ACESSO A MERCADOS (DACCESS)
DO MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES (MRE)

27/11/2007 EMAIL

20/12/07 – Rio de Janeiro/RJ – presencial

SERGIO P. RODRIGUES - GERENTE DE DESENVOLVIMENTO MICROPRESS S/A
E COORDENADOR DO CONSELHO AMBIENTAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DA CIRCUITOS IMPRESSOS (ABRACI)

EMAIL 07/12/2007

SEVERINO LIMA JUNIOR – REPRESENTANTE DO MOVIMENTO NACIONAL DE
CATADORES

25/10/07 – São Paulo – presencial

WALDIR A . BIZZO – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA TÉRMICA E DE
FLUIDOS DA FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA (FEM) DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)

21/11/07 – Campinas/SP - presencial