



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV
SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Os Impactos Internacionais das Exigências Ambientais da União Européia para o Setor de Equipamentos Eletro-Eletrônicos

Stela Luiza de Mattos Ansanelli

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, stelansa@yahoo.com.br

Resumo

A União Européia, preocupada com o aumento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos contendo substâncias perigosas, promulgou dois regulamentos em 2003: diretivas sobre o tratamento de resíduos (Waste Electrical and Electronic Equipment-WEEE) e sobre o uso de substâncias perigosas (Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment-RoHS). Essas exigências têm impactado os principais países, dentro e fora da União Européia, estimulando inovações tecnológicas sobretudo quanto à substituição de substâncias perigosas. Países industrializados estão mais bem preparados e respondendo de modo mais inovativo que os asiáticos de industrialização recente.

Palavras-chave: RoHS, WEEE, política ambiental, inovação

1. Introdução

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos contêm substâncias nocivas à saúde e ao meio ambiente, como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio e retardantes de chamas (os bifenis PBB e PBDE). 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 como resultado, em parte, da rápida substituição dos produtos eletrônicos. Em 1998, foram gerados 6 milhões de toneladas de resíduos de equipamentos eletro-eletrônicos na União Européia, 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, e espera-se que esse volume cresça.

A Comunidade Européia preocupa-se com resíduos contendo substâncias perigosas desde os anos 1970 e promulgou dois regulamentos importantes para tratar do problema em 2003: a Diretiva 2002/96/CE sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (WEEE) e a Diretiva 2002/95/CE sobre a Restrição do Uso de Substâncias Perigosas (RoHS)¹. Essas exigências incorporam a responsabilidade do produtor (produtor, distribuidor ou importador) e têm impactos globais.

O objetivo deste artigo é discutir como as organizações dos principais países estão respondendo a estas duas exigências estabelecidas pela União Européia. Dessa forma, nos próximos itens serão apresentados: os fundamentos teóricos sobre a relação entre política ambiental e mudança tecnológica (item 2), as diretivas e os impactos nos países chave (item 3) e uma discussão das principais tendências (item 4).

¹ WEEE e RoHS são as siglas das respectivas expressões: Waste Electrical and Electronic Equipment e Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment

2. Metodologia: Fundamentação Teórica

Os instrumentos de política ambiental podem ser classificados em duas categorias: regulação direta, conhecida como comando e controle, que inclui padrões de poluição, proibição de certas atividades e controle dos equipamentos, de processos, de produtos e do uso de recursos; e instrumentos econômicos, como taxas e tarifas, subsídios, sistemas de devolução de depósitos e permissões de poluição comercializáveis. (Almeida, 1994)

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 elevar os custos, gastos com pesquisa e desenvolvimento, reduzir lucros e a competitividade. (Palmer et al, 1995).

Entretanto, de uma perspectiva dinâmica, uma literatura constatou efeitos positivos sobre inovação tecnológica e produtividade dos recursos. Para Kemp (1990) a inovação ambiental, embora se origine da mesma perspectiva teórica evolucionária, difere da inovação tradicional-que consiste na sucessão de novas e mais eficientes técnicas de produção. A política ambiental é imprescindível para o primeiro tipo de inovação, visto que afeta as condições de oferta e demanda de tecnologias ambientais.

Conforme a OECD (1999), é importante avaliar o impacto dos instrumentos de política ambiental com base no contexto no qual ocorre. Desse modo, identificou-se que um alto grau de inovação radical ocorreu apenas em resposta às regulações mais severas, como proibição de produtos; inovações incrementais e difusão tecnológica foi a reação mais recorrente, principalmente em relação à especificidades tecnológica, padrões de performance, subsídios e taxas de poluição. Segundo Porter & van der Linde (1995), a regulação mais frouxa parece refletir nenhuma inovação ou inovações incrementais, enquanto regulações rigorosas exigem soluções mais fundamentais, como a reconfiguração de produtos e processos. Além disso, regulações que contemplem as diferenças setoriais e fornecem tempo suficiente de adequação, tendem a gerar rápidas e significativas respostas tecnológicas, segundo Kemp (2000).

De outro lado, regulações que definem a solução tecnológica, como padrões ou especificidades, serão menos inovadores, enquanto a liberdade excessiva fornecida pelos instrumentos econômicos, pode não ter resultados inovadores se, por exemplo, for mais vantajoso pagar a taxa para poluir. (Jaffe et al, 2002; Kemp, 2000).

Além disso, se em um momento são realizados investimentos na mudança tecnológica para atingir as exigências ambientais, em outros as inovações podem criar compensações econômicas e outros ganhos ambientais. Conforme Porter & van der Linde (1995), como a poluição é um sinal de ineficiência dos recursos, as inovações ambientais podem trazer benefícios que compensam os custos iniciais e criar vantagens competitivas. Os benefícios podem ocorrer para o produto (melhor qualidade, redução do custo e da embalagem, maior segurança) e para o processo (menores paralisações, economia de materiais e de armazenamento, economia de energia e das atividades de descarte dos resíduos). Para Andersen (2005), a eco-eficiência, medida pela intensidade de materiais, energia, dispersão de substâncias tóxicas, durabilidade e reciclabilidade, é um método de avaliação da performance ambiental do produtor, bem como um indicador de inovação ambiental.

Dessa forma, é possível concluir que: medidas de política ambiental podem gerar importantes mudanças tecnológicas, trazer outros benefícios e criar vantagens competitivas; condições de rigor associadas à flexibilidade regulatória tendem a ter maiores impactos sobre a inovação.

3. Resultados: Os impactos internacionais das exigências ambientais da União Européia

No ano de 2003, conforme Official Journal of the European Union (2003) a União Européia (U.E.) promulgou duas exigências para a produção/comercialização de equipamentos eletro-eletrônicos: a WEEE e a RoHS. A WEEE é um regulamento em

vigor desde 2006, com o objetivo de prevenir e diminuir os resíduos de uma lista de equipamentos eletro-eletrônicos selecionados segundo o estágio atual de análise científica. Fundamenta-se nos princípios do poluidor pagador, precaução e na responsabilidade estendida do produtor. A responsabilidade do produtor está associada às etapas de coleta seletiva, tratamento, recuperação, reciclagem e financiamento. A internalização dessas atividades visa estimular o design ecológico dos produtos e o fornecimento de informações. O tratamento pode ser realizado pelo produtor ou por terceiros, mas financiado pelo produtor. 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 equipamentos que não fazem parte desta diretiva e, temporariamente, os equipamentos da categorias 8. (ver quadro 1)

Quadro 1. Regulamentações WEEE por categorias de produtos cobertas

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: Official Journal of the European Union, 2003

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

A RoHS visa eliminar e/ou reduzir as substâncias perigosas presentes nos equipamentos eletroeletrônicos. Esta é complementar à WEEE na medida em que substitui substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos por materiais mais seguros facilitando a reciclagem. Decidiu-se que serão somente tolerados o valor máximo de concentração de 0,1% por kg (ou 1000mg/kg) em material homogêneo para chumbo, mercúrio, cromo, PBB e PDBE e o valor máximo de 0,01% (ou 100mg/kg) em material homogêneo para o cádmio. Isto se aplica aos equipamentos eletroeletrônicos abrangidos pelas categorias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10 definidas na WEEE (primeira coluna do quadro 1), incluindo as lâmpadas elétricas e os aparelhos de iluminação de uso doméstico.

As exigências são obrigatórias nos países da União Européia e têm impactos diferenciados. O impacto da RoHS no Reino Unido gerou custos e benefícios. Os custos foram estimados entre £700 milhões a £1300 milhões nos 10 anos posteriores à data do relatório – decorrentes de gastos com capital, P&D e operação. Deste total, a maior dificuldade se refere à substituição do chumbo no processo de solda, para a qual foram previstos em torno de 5% dos gastos totais em P&D, bem como aumento nos gastos com energia e incrementos nos preços dos componentes. Os benefícios foram associados à facilidade de reciclagem, melhoria nas condições de vida e redução entre 1.400 a 4300 toneladas de chumbo (DTI, 2006).

Na Noruega, segundo Lee & Røine (2004), as diretivas da U.E. tem influenciado a legislação doméstica e estimulado inovações ambientais de modo diferenciado. A

maioria dos produtores realizou inovações de produto ou de processo nos últimos dez anos para tratar de problemas ambientais e essas inovações dirigiram-se principalmente para substituição e eliminação de substâncias perigosas, tendo nas regulamentações da U.E. sua principal motivação. Quanto ao tratamento de resíduos, as empresas norueguesas estabeleceram um sistema coletivo, de modo a se responsabilizar financeiramente pelo tratamento, mas transferindo a responsabilidade física para outras organizações. Assim, as empresas pagam taxas sobre tipos e quantidades de produtos 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, porém, não tem incentivado inovações de produto - para reduzir a geração de resíduos e torná-los mais recicláveis - por parte dos produtores acima.

As pequenas e médias empresas na U.E. estão razoavelmente preparadas para alterações tecnológicas na eliminação do chumbo, apesar de carecer de informações e conhecimento. (Teh *et al*, 2005)

Os países industrializados fora da U.E. também têm sido afetados e estão respondendo às exigências. As empresas dos Estados Unidos (EUA) estão relativamente preparadas em relação aos regulamentos e existem custos e oportunidades da adequação à RoHS. Segundo Veleva & Sethi (2004), as companhias mais representativas do segmento de componentes estão bem informadas sobre os regulamentos, a maioria está realizando ações para *redesign* dos produtos e declarou estar preparada para se adequar à RoHS e produzir produtos verdes no prazo solicitado. 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. 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. Segundo INFORM (2003) os impactos da RoHS são globais, afetando inclusive os produtos vendidos nos EUA e não tende a gerar duas linhas de produtos: uma com substâncias perigosas para o mercado interno e outra, sem as substâncias para a Europa. Os principais fabricantes 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.

No Japão um alto índice de inovações foi registrado na produção de eletrônicos e no tratamento de resíduos antes mesmo da promulgação das diretivas européias. a produção de eletrônicos com solda livre de chumbo data desde o início dos anos 1990 e teve êxito graças à criação de uma rede de inovação que cobre instituições diversas, como universidades, institutos de pesquisa, associações industriais. Por exemplo, 436 patentes foram registradas entre 1993 e 2001 para desenvolvimento deste tipo de produto. (Yarime, 2005). Segundo Tojo (2004) os principais fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos realizaram medidas para redução dos impactos ambientais nas áreas de eficiência energética, redução de substâncias perigosas e eficiência de recursos e reciclabilidade. Quanto à redução de substâncias perigosas, as medidas tomadas pelas empresas se referem a checagem e controle e gastos com P&D (para eliminação de chumbo e cromo), bem como a fiscalização 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. Quanto ao tratamento dos resíduos, um desenvolvido sistema de coleta e recuperação foi desenvolvido: o usuário final paga pela coleta comprando um ticket, cujo valor se diferencia conforme o produto, e o fluxo é repassado ao produtor. Como resultado, 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.

Os países de industrialização recente na Ásia são os principais produtores e exportadores de equipamentos eletro-eletrônicos, sobretudo para os países

industrializados. Mais da metade das exportações de China, Tailândia e Filipinas destinam-se a U.E., Japão e EUA. De outro lado, os países asiáticos são também os principais importadores de resíduos e de equipamentos usados desses países, sobretudo dos EUA. (Vossenaar, et al, 2006)

As companhias chinesas, conforme Yu et al (2006) têm tido uma ação mais reativa do que proativa, visto que passaram a se adequar a partir de 2004. A maioria das empresas está bem informada das diretivas, tem dedicado mais atenção à RoHS, que possui mais impactos, e são motivadas a se adequar principalmente pelas exigências dos clientes. Em termos de tamanho, as empresas que mais tem respondido são as grandes. A RoHS tem colocado um desafio em inovação, pois há grande dificuldade em encontrar substitutos para chumbo na solda. Quanto ao tratamento de resíduos, esse setor está bem mais atrasado, visto que a coleta, reciclagem e disposição dos resíduos são realizadas informalmente, gerando prejuízos ambientais e à saúde. Hicks et al (2005), enxerga nas diretivas européias estímulos para o estabelecimento de um setor formal: algumas empresas têm realizado investimentos no tratamento, mas o ambiente de incerteza gerado pela ausência de regulações domésticas aumentam os riscos dos investimentos. Como reação, a China tem implementado legislação semelhante à RoHS e estabelecido controles de importação de resíduos e equipamentos usados (Vossenaar et al, 2006).

Na Tailândia, o processo de ajustamento à RoHS se iniciou em 2003, quando as subsidiárias receberam ordens do escritório central e passaram a estabelecer seus próprios cronogramas e reajustar os fornecimentos. Em geral, poucas companhias estavam informadas das diretivas e declararam sofrer impactos diretos e indiretos das diretivas; a minoria estaria apta a cessar o uso das substâncias imediatamente. As principais dificuldades encontradas foram acesso ao conhecimento e à tecnologia adequadas e a eliminação do chumbo. Semelhante à China, as autoridades locais têm desenvolvido planos de ação para a coleta de produtos e resíduos e legislação similar à RoHS. (Vossenaar et al, 2006).

Nas Filipinas, grande parte das empresas é do segmento de semicondutores e possuem significativa participação de transnacionais, seja na forma de subsidiárias ou contratando produtores. No primeiro caso, as informações, pressão para adequação, insumos e treinamento e assistência técnica originam-se da matriz; em parte porque os fornecedores locais não têm tecnologia adequada. Em consequência, algumas companhias estão se interando para trás. Quanto aos produtores contratados, a pressão se origina dos compradores e algumas empresas estão investindo na qualificação dos fornecedores. Em relação às legislações, têm sido implementadas ações para gestão dos resíduos e importação de equipamentos usados. (Vossenaar et al, 2006)

4. Conclusão

A diretiva RoHS tem tido mais impactos sobre inovação do que a diretiva WEEE. A RoHS tem impactos globais, atingindo toda a cadeia produtores de diversos segmentos e coloca significativos desafios inovadores principalmente quanto à eliminação do chumbo na solda. A WEEE tende a ter impactos mais regionais, sobre a indústria de reciclagem, mas pouco foi registrado sobre os seus efeitos inovadores e estímulo de redesign do produto.

Os países industrializados estão mais bem preparados para se adequar de modo inovador e competitivos à RoHS. O Japão, por exemplo, foi o país com maior sucesso nessa transformação, visto que estabeleceu um sistema de inovação para eliminar o chumbo da solda. Países de industrialização recente asiáticos, os maiores exportadores de eletrônicos atualmente, sofrem os impactos por duas vias: precisam se adequar para não perder exportações de um lado, e são um dos maiores importadores de resíduos e equipamentos usados dos países industrializados e não possuem um setor de tratamento adequado de outro. Suas companhias estão pouco preparadas para se adequar, mas as respostas dependem da estrutura industrial local.

Essas evidências parecem confirmar o argumento que regulações ambientais mais rigorosas tem maiores impactos sobre inovação e, inclusive, geram outros ganhos, como no caso dos Estados Unidos e Japão. Mas o caso dos asiáticos indica que as capacitações técnicas e institucionais domésticas dos países importam para uma adequação efetiva e inovadora.

5. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, L. T. Instrumento de política ambiental: debate internacional e questões para o Brasil. Dissertação, IE/Unicamp, 1994.
- ANDERSEN, M. M. Eco-innovation indicators. Background Paper for the Workshop on Eco-innovation Indicators. EEA Copenhagen, september, 2005.
- DTI- DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. Full regulatory impact assessment 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.
- 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
- INFORM. Impact of RoHS on electronic products sold in US. INFORM, september 2003.
- 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. Technology and environmental policy – innovation effects of past policies and suggestions for improvement. In: OECD. *Environmental policy and technical change*. 2000.
- LEE, CHIN YU; RØINE, KJETIL. Extended producer responsibility 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.
- OECD. *Environmental policies: technology effects*. In: OECD. *Technology and environment: towards policy integration*. Paris, 1999.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. Directives 2002/06/EC; 2002/95/EC; 13/feb/2003.
- 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.
- 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.
- TEH, N. J.; MASON, S.; TAYLOR, A . Report on the LEADOUT. Technical and environmental survey. Leadout Consortium, july 2005.
- TOJO, N. Extended producer responsibility as a driver for design change-utopia or reality? Doctoral Dissertation, IIIIEE, Lund University, Sweden, 2004.
- VELEVA, VESELA; SETHI, SURESH. The electronics industry in a new regulatory climate: protecting the environment and srareholder 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 acess for developing countries: the case of electrical and electronic equipment. In: UNCTAD, *Trade and Environment Review*, 2006.

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.

YU, J.; WELFORD, R.; HILLS, P. Industry responses to EU WEEE and ROHS Directives: perspectives from China. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 13, 286-299 (2006)