

A Influência da Regulação Ambiental no Desenvolvimento de Inovações Sustentáveis na Indústria Eletroeletrônica

Adriana Marize Zeni (IST/SOCIESC) adrianazeni@ig.com.br
Prof. Dr. Marcelo Macedo (IST/SOCIESC) marcelo.macedo@sociesc.org.br
Prof. MSc. Fernando Freitas Filho (IST/SOCIESC) fernando.freitas@sociesc.org.br
Prof. Dr. Ana Lúcia Beretta Hurtado (IST/SOCIESC) ana.hurtado@sociesc.org.br
Prof. Dr. Ivanir Luiz de Oliveira (UTFPR) ivanir@pesquisador.cnpq.br

Resumo:

Estudos indicam que a inovação é, em geral, apontada como a mais importante contribuição para a degradação do meio ambiente. Nesse contexto, no Brasil, dois importantes setores da economia com elevado índice de inovação merecem destaque devido ao forte impacto ambiental de suas atividades. Trata-se dos setores elétrico e eletrônico. Isso porque seus produtos demandam grande quantidade de insumos, muitos deles metais pesados e tóxicos e porque o descarte de produtos eletrônicos revelou-se um grande problema mundial. A preocupação com os impactos ambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – (REEE) se justifica pelo fato de que entre os componentes dos dispositivos eletrônicos existem substâncias e materiais tóxicos. Contudo, apesar do crescente esforço de compreensão das questões acerca das tecnologias e inovações sustentáveis, ainda existem relativamente poucos estudos sobre o assunto. Dessa forma, este artigo de cunho teórico, tem como principal objetivo analisar a relação entre regulação ambiental e inovação sustentável no setor de Eletroeletrônico (EEE), numa perspectiva de desenvolvimento sustentável. Como método, a pesquisa utilizou a revisão da literatura, a qual permite que pesquisas anteriores sejam sintetizadas, propiciando a análise do conhecimento científico acerca da regulação ambiental e inovação. Entre os resultados obtidos, observou-se que as preocupações sociais e políticas sobre o meio ambiente e a sustentabilidade apresentam uma influência fundamental sobre o rumo da inovação.

Palavras chave: Inovação, Regulação Ambiental, Sustentabilidade.

The Influence of Environmental Regulation on Sustainable Development Innovations in Electronic Industry

Abstract

Studies indicate that innovation is generally considered the most important contribution to environmental degradation. In this context, Brazil, two important sectors of the economy with high rate of innovation are noteworthy due to the strong environmental impact of its activities. These are the electrical and electronic industries. That's because their products require large amount of inputs, many heavy metals and toxic and because the disposal of electronic products has been a major problem worldwide. Concern about the environmental impacts of Waste Electrical and Electronic Equipment - (WEEE) is justified by the fact that among the components of electronic devices are substances and toxic materials. However, despite the growing effort to understand the issues about sustainable technologies and innovations, there are still relatively few studies on the subject. Thus, this theoretical article, the main objective is to analyze the relationship between environmental regulation

and sustainable innovation in the sector of Electro-Electronic (EEA), in a perspective of sustainable development. As a method, the research used the literature review, which allows previous research are summarized, providing analysis of scientific knowledge about environmental regulation and innovation. As a result it was observed that the social and political concerns about the environment and sustainability have a fundamental influence on the direction of innovation.

Key-words: Innovation, Regulation Environmental, Sustainability.

1. Introdução

De acordo com Kemp (1997) a regulação ambiental pode estimular a difusão de tecnologias existentes ou levar ao desenvolvimento de inovações incrementais em processos, à reformulação ou substituição de produtos e ao desenvolvimento de novos processos.

A inovação não acontece de forma espontânea e, sim, por algumas motivações, como: regulamentações, necessidades de novos mercados, benefícios com a redução de custos, vantagens competitivas, criações de novas necessidades dos consumidores, entre outras. (YUANHSU *et al.*, 2011) As estratégias por trás da inovação buscam criar novos segmentos de mercado, posicionamento e oportunidades para a comercialização de produtos e serviços e quando gerenciadas de forma eficiente, consolidam a proatividade da gestão ambiental organizacional (MING-JI ; CHINGHSUN, 2009).

Os setores elétrico e eletrônico possuem uma grande importância para a indústria brasileira e para as aspirações ambientais. Empregando mais de 178 mil pessoas em 2011, seu faturamento em 2010 foi de R\$ 124, 4 bilhões, apresentando já no primeiro trimestre de 2011 um crescimento no faturamento de 11% se comparado ao mesmo período do ano anterior Associação Brasileira de Indústria Eletro e Eletrônica (ABINEE, 2011) o que demonstra a representatividade desse segmento na economia brasileira.

Conforme Goosey (2009), é necessário que a indústria elétrica e eletrônica opere de forma mais sustentável, para atender tanto aos requisitos da legislação - cada vez mais rigorosos, quanto para satisfazer as necessidades dos clientes, que também esperam altos padrões ambientais da indústria. Para o autor, os setores elétrico e eletrônico podem alcançar esses objetivos através da adoção de novos processos de fabricação, do uso de novos materiais e pelo desenvolvimento de melhores estratégias de recuperação e reutilização de seus produtos em fase final da vida. Dessa forma, este artigo de cunho teórico, tem como principal objetivo analisar a relação entre regulação ambiental e inovação sustentável no setor de Eletroeletrônico (EEE), numa perspectiva de desenvolvimento sustentável. Como método, a pesquisa utilizou a revisão da literatura, a qual permite que pesquisas anteriores sejam sumarizadas, propiciando a análise do conhecimento científico acerca da regulação ambiental e inovação.

2. Inovação e Sustentabilidade

A abordagem mais convencional para a inovação e a sustentabilidade concentra-se em como influenciar o desenvolvimento e a aplicação de inovações por meio de regulamentos e controle. (BESSANT e TIDD, 2009) No Brasil, dois importantes setores da economia com elevado índice de inovação merecem destaque devido ao forte impacto ambiental de suas atividades. Trata-se dos setores elétrico e eletrônico. Isso porque seus produtos demandam grande quantidade de insumos, muitos deles metais pesados e tóxicos e porque o descarte de produtos eletrônicos tem se mostrado um grande problema mundial. (ABINEE, 2011)

De acordo com Parra e Pires (2003), a inovação estabelece o tempo de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos em função da substituição de produtos antigos por outros mais modernos, independentemente do fato de estar ou não funcionando. Conforme, esses autores,

o desafio consiste em aumentar a conscientização entre todos os atores dos diferentes setores a fim de realizar mudanças para a chamada “eco-inovação” considerando o consumo sustentável e os padrões de produção.

A eco-inovação é definida pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2009) como a produção, assimilação e exploração de uma novidade em produtos, processos de produção, serviços ou na gestão de negócios e métodos, que visa, ao longo de seu ciclo de vida, prevenir ou reduzir substancialmente o risco ambiental, poluição e outros impactos negativos da utilização dos recursos (incluindo energia). A eco-inovação relaciona a sustentabilidade às práticas inovativas, atribuindo às organizações maior responsabilidade ambiental no desenvolvimento de novos produtos e serviços ou na condução de processos industriais. Significa inovar na fase de concepção e desenvolvimento de novos produtos e serviços (incluindo materiais e tecnologias) capazes de realizar a mesma função que os produtos existentes, apenas com um impacto ambiental significativamente menor. (OTTMAN, 2011)

Kemp e Pearson (2008) definiram “eco-inovação” como a produção, assimilação ou exploração de um produto, processo de produção, serviço ou método de gestão ou de negócio que é novo para a organização (desenvolvendo ou adotando-a) e que resulta, ao longo do seu ciclo de vida, em reduções de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos, inclusive energia.

Segundo Mulvaney e Robbins (2011), a inovação ambiental, ou eco-inovação, visa reduzir a utilização de recursos naturais e os efeitos negativos sobre os ecossistemas, tais como emissões na atmosfera, terra e água. As inovações podem ser de caráter incremental ou radical e podem ocorrer ao nível de um produto ou serviço ou ao nível do sistema sociotécnico em que as inovações são adotadas. Segundo, Kemp (2009), a eco-inovação é um conceito recente que surgiu com a definição de Fussler e James, em 1996, e envolve o desenvolvimento de novos produtos e processos que permitem a redução do impacto ambiental. A eco-inovação é uma nova estratégia que concilia de forma virtuosa a competitividade econômica com a coesão social, de uma forma ambientalmente sustentável.

Para Belin e Horbach (2009) a eco-inovação pode ser dividida em quatro categorias que são as tecnologias ambientais, organização inovadora, produtos e serviços inovadores e sistema de inovação verde. Esses autores consideram ainda que a eco-inovação está intimamente ligada e se correlaciona com a regulamentação e política ambiental.

3. Tecnologias Ambientais

Observa-se uma grande diversidade de definições para se reportar às tecnologias ambientais. Tanto na literatura nacional, quanto na internacional, há uma pluralidade de termos que se relaciona à consideração de aspectos ambientais no desenvolvimento tecnológico. Porém, três definições sobre tecnologia ambiental despontam como mais apropriadas e completas. Na primeira delas, Kuehr (2007) afirma que as tecnologias ambientais fomentam a melhoria contínua de processos, produtos e serviços, por meio da adequada conservação de matérias-primas e energia, reduzindo o consumo de substâncias tóxicas, desperdícios de recursos naturais e geração de poluição durante o ciclo produtivo. Na segunda proposta de conceituação, Vachon e Klassen (2007) indicam que as tecnologias ambientais podem ser amplamente definidas como a adoção de técnicas de design, equipamentos e procedimentos operacionais que limitam ou reduzem os impactos ambientais.

Os autores Kemp e Arundel (1998) propõem uma classificação de inovações ambientais que utiliza como critérios as motivações principais para seu desenvolvimento e suas finalidades ou maneiras de utilização, definindo seis categorias de tecnologias ambientais:

- a) Tecnologias de controle de poluição previnem a emissão direta de emissões danosas ao ar, água ou solo. Envolvem tipicamente tecnologias *end of pipe* que dizem respeito à remediação de problemas gerados nos processos produtivos;
- b) Tecnologias de gerenciamento de resíduos incluem o manejo, tratamento e disposição final de resíduos, pelo próprio produtor ou por firmas especializadas;
- c) Tecnologias limpas, de caráter preventivo, envolvem mudanças na produção integradas ao processo, reduzindo os resíduos gerados;
- d) Tecnologias limpadoras incluem técnicas de remediação como purificadores de ar e tratamento de solos contaminados;
- e) Tecnologias de geração de produtos limpos geram menores impactos ambientais durante seu ciclo de vida (desenho, produção, uso e descarte);
- f) Tecnologias de reciclagem, para minimizar a geração de resíduos reutilizando materiais aproveitáveis nesses resíduos.

Tomando por base essa classificação destaca-se a pesquisa de Barbosa (2011). Em seu estudo o autor identificou que, entre 1989 e 2007, das 501 patentes depositadas pela Agência de Inovação (Inova) da Unicamp, 127 foram classificadas como eco-patentes, ou seja, tecnologias ou processos que reduzem o impacto ambiental das atividades econômicas. Observou-se, ainda, que as eco-patentes estão distribuídas da seguinte maneira: Produtos mais limpos – 17%; Energia limpa e renovável – 10%; Tecnologia de reciclagem – 18% Tecnologias mais limpas – 16%; Tecnologia de controle e redução da poluição – 39%.

O avanço da eco-inovação depende de um ambiente institucional propício, que conte com regulação adequada e outros incentivos públicos, como o investimento em pesquisa. Nesse cenário evidencia-se o papel da universidade, pois, a predominância dos licenciamentos de tecnologias de caráter *end-of-pipe* sugere que as empresas buscam as inovações da universidade como forma de minimizar prejuízos ambientais, procurando se adequar à regulação ambiental por meio de soluções remediadoras. (BARBOSA, 2011)

3.1 Organização Inovadora

A Organização inovadora "é a que introduz novidades de qualquer tipo em bases sistemáticas e colhe os resultados esperados". A expressão "bases sistemáticas" significa a realização de inovações com autonomia, intencionalidade e proatividade. Assim, a inovação é um elemento essencial do *modus operandi* dessa organização, o que pressupõe que ela desenvolva continuamente recursos tangíveis e intangíveis para inovar permanentemente. Organização sustentável é a que simultaneamente procura ser eficiente em termos econômicos, respeitar a capacidade de suporte do meio ambiente e ser instrumento de justiça social, promovendo a inclusão social, a proteção às minorias e grupos vulneráveis, o equilíbrio entre os gêneros etc. (BARBIERI, 2007)

Uma organização inovadora sustentável não é a que introduz novidades de qualquer tipo, mas novidades que atendam as múltiplas dimensões da sustentabilidade em bases sistemáticas e colham resultados positivos para ela, para a sociedade e para o meio ambiente.

3.2 Sistema de Inovação Verde

Para Dangelico e Pujari (2010), apesar de nenhum produto ter um impacto zero sobre o meio ambiente, nos negócios de produtos verdes, o termo é comumente usado para descrever aqueles que se esforçam para proteger ou melhorar o ambiente natural, conservar energia e/ou recursos e reduzir ou eliminar o uso de agentes tóxicos, a poluição e os resíduos. Ainda, que a inovação de produtos verdes é um processo multifacetado onde três tipos principais de foco

ambiental (material, energia e poluição) são destacados com base no seu grande impacto sobre o meio ambiente em diferentes estágios do ciclo de vida do produto: processo de fabricação, uso do produto e eliminação. É importante notar que nem todos os produtos têm um impacto ambiental significativo em cada fase do ciclo de vida do produto, mas quase todos os produtos têm impacto ambiental significativo em pelo menos um dos estágios.

4. Regulação Ambiental para Inovação Sustentável

Conforme a OCDE (1999), por meio da política ambiental é possível identificar que a inovação radical em produto, por exemplo, ocorre apenas em resposta às regulações mais severas. Observa-se, entretanto, que a inovação incremental e difusão tecnológica em produto ou processo tornam-se as reações mais comuns por parte dos fabricantes. Além disso, a regulamentação ambiental é necessária para promover os incentivos ao investimento, à inovação tecnológica e ao aperfeiçoamento da gestão ambiental. Dessa forma, é possível entender que as 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. (ANDERSEN, 2005)

As políticas públicas tem influência relevante na promoção das eco-tecnologias, pois estimulam o desenvolvimento das inovações e direcionam o investimento privado, seja via marco regulatório, que baliza a pesquisa e desenvolvimento, ou através do financiamento direto à geração de inovações em instituições públicas de pesquisa. (GONZALES, 2009)

Conforme Porter (1995), 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). No âmbito do problema dos REEEs, o desenvolvimento de estratégias para substituição de recursos escassos, conceitos de produção inovadores, introdução de novos materiais, e investimento em tecnologia de reciclagem tornam-se fundamentais. Nesse sentido, a autora Yarime (2005) ressalta que 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. Para minimizar essas dificuldades, Rennings (2000) afirma que políticas públicas de apoio à inovação para a sustentabilidade podem ajudar a diminuir os custos tecnológicos, institucionais e sociais, especialmente nas fases de invenção e de produção no mercado.

Para Bessant e Tidd (2009), a inovação é, em geral, apontada como a mais importante contribuição para a degradação do meio ambiente. Contudo, a inovação deve constituir também, grande parte de qualquer solução possível para uma gama de questões ambientais, incluindo: Produtos mais limpos - com um impacto ambiental menor ao longo de seu ciclo de vida; Processos mais eficientes para minimizar ou tratar resíduos, reutilizá-los ou reciclá-los; Tecnologias alternativas - para reduzir emissões, fornecer energia renovável; Inovações sistêmicas - para mensurar e monitorar o impacto ambiental, novos sistemas sociotécnicos.

Considerando a produção de equipamentos eletroeletrônicos, destaca-se a pesquisa Kuehr, Williams (2003). Segundo os autores resultados de amostras realizadas em materiais revelaram que para fazer um computador pessoal (PC) se usa 240 kg de combustível fóssil, 22 kg de produtos químicos e 1.500 kg de água. Somente em combustíveis fósseis, o processo de fabricação de um computador consome mais de 10 vezes o seu próprio peso. O principal problema esta na fabricação de chips, que consome uma enormidade de água. Cada etapa da

produção de um circuito integrado, da pastilha de silício até o microprocessador, exige lavagens seguidas com água pura. Que deverá ser tratada ao final do processo de fabricação.

Nesse sentido além da possibilidade das inovações voltadas para a sustentabilidade serem incorporadas diretamente ao processo produtivo em suas diferentes etapas, Hohmeyer e Koeschel (2000) consideram que esse tipo de inovação pode ocorrer de forma adicionada, ou seja, pode ser incorporadas após a finalização do processo produtivo como meio de proteção ambiental. Nesse caso, a inovação visa reduzir os efeitos negativos da produção e do consumo, através do desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a remanufatura ou reciclagem dos produtos ou de seus componentes, ou o tratamento dos resíduos industriais ou dos produtos descartados após o consumo. Nota-se que “eco-inovação” refere-se a “eco-eficiência”, um modo de atuação que resulta da interseção das dimensões da sustentabilidade, a econômica e a social, inovações eco eficientes são, por exemplo, as que reduzem a quantidade de materiais e energia por unidade produzida, eliminam substâncias tóxicas e aumentam a vida útil dos produtos. (COSTA et al. 2011)

Rennings (2000) destaca que as inovações tecnológicas utilizadas como ferramentas de gestão ambiental nas empresas podem ser observadas no Modelo Hohmeyer e Koeschel. Através desse modelo é possível analisar as tecnologias ambientais de acordo com a etapa em que elas são incorporadas à atividade produtiva de uma empresa. Esses autores propõem que as tecnologias ambientais podem ser integradas ao processo, em diferentes momentos, **na entrada** – por exemplo, através da substituição de insumos nocivos ao meio ambiente ou através da substituição de recursos naturais primários por material reciclado; **no processo de produção** – através da otimização de um único componente do processo, ou da integração de um novo componente ao processo, ou da integração de componentes alternativos no processo, ou ainda, através da utilização de um processo de produção alternativo; **na saída** – através da otimização de um componente do produto, ou através da integração de um novo componente ao produto, ou através da troca de um componente do produto, ou através da substituição completa do produto.

As preocupações sociais e políticas sobre o meio ambiente e a sustentabilidade apresentam uma influência fundamental sobre o rumo da inovação. Em relação a eco-inovação conceituada por Chen, Lai e Wen (2006), como inovações de produtos e processos onde são utilizadas tecnologias para a economia de energia, prevenção da poluição, reciclagem do lixo e gestão ambiental, têm sido eficientemente empregada para promover a sustentabilidade e satisfazer as exigências de proteção ambiental. Diante disso, destaca-se importância da Gestão sustentável dos produtos eletrônicos em fase de descarte.

5. Aspectos Regulamentares da Gestão de REEEs

Franco (2008) afirma que os REEEs contêm em sua composição substâncias consideradas perigosas e o não aproveitamento de seus resíduos representa um desperdício de recursos naturais não renováveis. Sendo assim os países tentam, através de campanhas, programas, convenções e leis conscientizar as empresas e a população da necessidade de preservar o meio ambiente. Nesse sentido a Diretiva 2002/96/CE, de 27 de janeiro de 2003, institui critérios de gestão de resíduos para os Estados-Membros da Comunidade Europeia (CE). Os equipamentos eletroeletrônicos são formados a partir de um conjunto complexo de materiais, muito das quais altamente tóxicos. Para Ansanelli (2006) os impactos na saúde humana das misturas e combinação de material nos produtos muitas vezes não são conhecidos. Dessa forma, normas mundiais procuram regulamentar o processo de fabricação de eletroeletrônicos. Dentre elas, as mais difundidas são:

a) *Restriction of Certain Hazardous Substances (RoHS)*

A diretiva *Restriction of Certain Hazardous Substances* significa restrição ao uso de certas substâncias e foi elaborada, no âmbito da União Europeia (UE), para reduzir o impacto ambiental dos equipamentos eletroeletrônicos quando estes alcançam o fim de suas vidas úteis. A RoHS introduz o requerimento da substituição de algumas substâncias considerando os problemas ambientais durante a disposição e reciclagem de lixo eletrônico como, uso de chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd), Cromo (Cr-VI), bifenilas polibromadas (PBB) e éteres difenílicos polibromadas (PBDE), a UE impede a comercialização de produtos eletroeletrônicos que contenham essas substâncias. Isso se aplica não somente aos produtos manufaturados na UE, mas também aos itens importados, fazendo com que o impacto da diretiva RoHS seja estendido para outros países. A RoHS tem impactos globais, atingindo toda a cadeia de produtores de diversos segmentos e coloca significativos desafios inovadores principalmente quanto à eliminação do chumbo na solda de EEEs. Na Europa, as ligas metálicas preferidas têm sido o estanho, a prata e o cobre. Observa-se que a RoHS apresenta maiores impactos na inovação de equipamentos eletroeletrônicos. E, conseqüentemente têm sido motivo de estudos de diversos pesquisadores e engenheiros, como Itsubo (2003), Turbini (2000), Ku (2003), Okamoto, (2005) e outros.

Para Madureira (2009,) uma alternativa para eliminar os riscos potenciais do chumbo é melhorar ainda mais a infraestrutura de retorno de materiais, evitando, assim, a lixiviação e o uso de matérias-primas virgens. Quando se trata de metais pesados é fácil propor sua substituição ou sua eliminação com base na nocividade para a vida humana, mas, por vezes, estas propostas se defrontam com barreiras tecnológicas. (ITSUBO, 2003) Os resultados das pesquisas de Itsubo estabelecem um fator de dano para o chumbo e mostram que o dano causado à saúde humana, pela inclusão de chumbo na solda, é alto, sendo este um forte argumento para reciclagem.

Considerando que os impactos da RoHS são globais os países industrializados fora da UE também têm sido afetados e estão respondendo às exigências. No Japão um alto índice de inovações foi registrado na produção de eletrônicos e no tratamento de resíduos antes mesmo da promulgação das diretivas europeias. A Diretiva RoHS traz oportunidades de inovação em matérias-primas, produtos e processos. Dessa forma, constata-se que embora haja uma elevação inicial de custos diante da necessidade de adaptações de componentes e produtos, num segundo momento verifica-se a geração de oportunidades para inovações. (ANSANELLI, 2007)

A restrição ao uso de determinadas substâncias impõe desafios para as empresas. Diante disso, Sumita (2008) considera que a quantidade anual de novos produtos desenvolvidos em conformidade com a diretiva RoHS é um índice e pode ser utilizado, na indústria de componentes eletrônicos, como um indicador de sucesso de uma política organizacional de gestão para a inovação.

b) Waste Eletrínical and Eletronic Equipaments (WEEE)

A diretiva define alvos para a coleta, tratamento, recuperação e reciclagem de produtos eletroeletrônicos. A WEEE significa Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos e, foi desenvolvida para reduzir os níveis de lixo eletrônico despejados nos aterros e para encorajar a eficiência de recursos por intermédio da reciclagem e do reuso. Como mostra Goosey (2004), a diretiva WEEE abrange praticamente todos os tipos de produtos eletroeletrônicos. De fato, a diretiva se aplica a todos os equipamentos que dependem de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos. Para Lee e Roine (2004), a diretiva têm reflexos na legislação em países como Noruega, Japão e Estados Unidos e estimula inovações de produto e de processo. Porém no Brasil, o tema relacionado à WEEE ainda é pouco explorado e, há escassez de informações que exponham a real relevância da diretiva. Contudo a sua aplicação torna-se

imprescindível tanto sob o aspecto ambiental, como também para tornar os produtos internacionalmente competitivos.

c) Energy Using Products (EuP)

A diretiva estabelece um quadro para a definição de requisitos de concepção ecológica *eco design* dirigidos a todo produto que utilize energia para efetuar a função para a qual foi concebido, fabricado e colocado no mercado, permitindo melhorar a sua eficiência energética e desempenho. Sendo assim contribuindo para uma redução do seu impacto ambiental. (ANSANELLI, 2007)

No Brasil a Lei Federal 12.305, de 02/08/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, classifica os resíduos quanto à origem e quanto à periculosidade (artigo 13, incisos I e II). Segundo essa Lei, os REEEs são classificados como resíduos não perigosos provenientes de estabelecimentos. Entretanto, de acordo com a Associação Brasileira de Indústria Eletro e Eletrônica (ABINEE, 2009), somente 18 Estados apresentam alguma regulamentação sobre os resíduos tecnológicos.

6. Reciclagem de REEEs

A reciclagem é amplamente considerada como benéfica para o meio ambiente, embora a coleta, triagem e processamento de resíduos em novos produtos também acarretem impactos ambientais significativos. Com o aumento do descarte de produtos eletroeletrônicos a reciclagem tornou-se uma ênfase na maioria dos países. A reciclagem é a busca permanente de alternativas tecnológicas, para que sejam aperfeiçoadas as técnicas mais adequadas ao tratamento de resíduos sólidos, conduzindo, portanto, a uma elevação do grau de recuperação de materiais e sua reintrodução no processo produtivo. (LIMA, 2003)

6.1 Fases da Reciclagem

Coleta – a coleta adequada dos resíduos tecnológicos é pré-requisito para uma gestão adequada. A composição varia conforme a fonte geradora.

Desmontagem – os REEEs podem ser separados e desmontados para serem encaminhados para revenda, reciclagem, manutenção, entre outros.

Reutilização e Recuperação – reutilização e recuperação dos componentes ou equipamentos são práticas que aumentam a vida útil, minimizando a geração de resíduos. A reutilização, a remontagem e reparação dos componentes são mais valiosas do que usar os metais preciosos como matérias-primas secundárias. Os REEEs obsoletos devem ser reparados sempre que essa possibilidade existir, até que fiquem totalmente inutilizados.

Eliminação – os equipamentos e seus componentes que não podem ser reaproveitados devem ser encaminhados para aterros apropriados, de maneira que não sejam agentes de poluição do meio ambiente. (LIMA, 2003) A seguir pode ser observado o fluxograma de Reciclagem de REEEs.

Para viabilizar o processo de reciclagem de REEEs é importante conhecer os materiais que os compõem a fim de se direcionar tecnologias para conseguir a recuperação destes materiais. Os autores Zanin e Mancini (2005) listam 28 universidades e centros de estudo brasileiros, com forte concentração na região Sudeste, que desenvolvem pesquisas relacionadas à reciclagem e reutilização de resíduos, sobretudo com o foco no desenvolvimento tecnológico.

Daroit e Nascimento (2000) salientam que quando a inovação é associada à questão ambiental pode propiciar o surgimento de inovações tecnológicas importantes, que podem ser pequenas melhorias nas atividades de rotina e até mesmo grandes modificações de produtos e processos. Ao mesmo tempo em que no ambiente empresarial as iniciativas da chamada

logística reversa parecem adquirir cada vez mais importância para as estratégias corporativas de competitividade sustentada, percebe-se uma lacuna na literatura voltada ao estudo da cadeia de reciclagem. Os estudos concentram-se no espaço interno das organizações empresariais e na sua capacidade de implementar políticas de reutilização e reciclagem de resíduos. (LEITE, 2003; ZIKMUND, 1971)

Segundo Carvalho (2009), o conceito de reciclagem é iniciado na fase de desenvolvimento de um novo produto no momento em que tenta reduzir o impacto ambiental, visando reduzir o consumo de recursos não renováveis, cada vez mais as empresas estão enxergando na reciclagem um importante recurso para maximizar os lucros e colaborar com a sociedade onde estão inseridas. No Brasil são poucas empresas especializadas na reciclagem de REEE e, a completa reciclagem desse resíduo ainda não ocorre no país, o refino dos metais não é feito e as placas de circuito impresso são trituradas e exportadas para países como Canadá, Bélgica e Cingapura. (GERBASE; OLIVEIRA, 2011)

A patente de Barker Jason Richard e Doherty Francis Julian, *Disposal of electrical waste*, fornece um método para eliminação de REEEs. Refere-se a etapas como: desmantelamento manual (placas de circuito, metais, plásticos e componentes de vidro), tratamento de material plástico em produtos utilizáveis, separação mecânica dos componentes eletrônicos de placas de circuito impresso, moagem e derretimento do vidro, separação de contaminantes do vidro e um método para fabricação de materiais a partir dos resíduos, para utilização na indústria da construção.

Segundo informações da Associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2010), existem hoje, 29 recicladoras de resíduos eletroeletrônicos no Brasil: 1 Rio Grande do Sul, 2 no Paraná, 4 em Santa Catarina e as demais em São Paulo, especializadas em materiais específicos como lâmpadas, produtos eletroeletrônicos (celulares, eletrodomésticos, impressoras, etc.), pilhas e baterias. Além das substâncias perigosas, metais nobres estão presentes nas placas de Circuito Impresso (PCIs). Assim a recuperação de metais valiosos torna-se indispensável.

Nesse contexto a acumulação de resíduos eletrônicos cria novas oportunidades incluindo a reciclagem industrial. De fato, a indústria da reciclagem pode ser vista como um dos principais componentes de uma indústria ambiental. A valorização dos resíduos através da reciclagem reconcilia consumidor com o seu ambiente na medida em que há uma maneira de inverter o problema entre recursos não renováveis e consumo. Além disso, o resíduo é uma matéria-prima para determinadas atividades econômicas. Nesse caso, a inovação visa reduzir os efeitos negativos da produção e do consumo, através do desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a remanufatura ou reciclagem dos produtos ou de seus componentes; ou o tratamento dos resíduos industriais ou dos produtos descartados após o consumo. Assim percebe-se que a exploração de REEEs através da reciclagem pode ter impactos positivos sobre toda a cadeia de gestão de resíduos. (FIGUIREDO, 2011)

De acordo com Pujari (2006), embora se encontre estudos relacionando questões ambientais com processos de inovação, a maioria é realizada em um nível informal, sendo que a literatura existente carece de estudos empíricos que explorem como fazer produtos mais ecológicos e que tenham sucesso no mercado.

7. Considerações

As implicações da regulação ambiental sobre o desempenho econômico e o comportamento inovativo das empresas envolve uma complexa relação entre diversas variáveis, pois regulamentações ambientais são socialmente necessárias, pois podem gerar atitudes menos agressivas ao meio ambiente.

Os resultados enfatizam que as preocupações sociais e políticas sobre o meio ambiente e a sustentabilidade apresentam uma influência fundamental sobre o rumo da inovação. Portanto, as legislações vigentes que regulamentam as práticas ambientais tem influência relevante na promoção da eco-tecnologia e, estimulam o desenvolvimento das inovações em produtos, processos e serviços. O avanço da eco-inovação depende de um ambiente institucional propício, que conte com regulação adequada e outros incentivos públicos, como o investimento em pesquisa.

8. Referências

- ABINEE.** Associação Brasileira de Indústria Eletro e Eletrônica Disponível em: <http://www.abinee.org.br/>. Acesso em: 20 agosto. 2011.
- ANDERSEN, M. M.** *Eco-innovation indicators. Background Paper for the Workshop on Eco-innovation Indicators.* EEA Copenhagen, september, 2005.
- ANSANELLI, S. L. de M.** *Os Impactos Internacionais das Exigências Ambientais da União Europeia para o Setor de Equipamentos Eletroeletrônicos.* 1ST International Workshop Advances in Cleaner Production Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.
- BARBIERI, J.C.** Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BARBOSA, R. K. R.** *Eco-inovação na universidade: uma análise das patentes da Universidade Estadual de Campinas.* Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo 2011.
- BESSANT, J. ; TIDD, J.** *Inovação e empreendedorismo.* Porto Alegre: Bookman, 2009.
- CARVALHO, C.** *Reciclagem Primária de ABS: Propriedades Mecânicas, Térmicas e Reológicas.* Dissertação mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Joinville, SC, 2009.
- CEMPRE-** Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em http://www.cempre.org.br/serv_eletronicos.php>. Acesso em 06 ago de 2012.
- CHEN, Y.; LAI, S. ; WEN, C.** *The influence of green innovation performance o corporate advantage in Taiwan.* Journal of Business Ethics, v. 67, n. 4, p. 331-339, 2006.
- CONAMA-** CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>> Acesso em: jun. 2012
- COSTA, D. S. FARIAS, A. S. D. FREITAS, L. S.** *Utilização de Eco_Inovação no processo de manufatura de Cêramica Vermelha.* Simpósio, 2011.
- DANGELICO, R. ;M. PUJARI,** Devashish. Mainstreaming greem product innovation: why and how companies integrate environmental sustainability. **Journal of Business Ethics**, v. 95, n. 3, p. 471-486, 2010.
- DAROIT, D.& NASCIMENTO, L. F.** *A busca da qualidade ambiental como incentivo à produção de inovações.* In: 24º Encontro Nacional da ANPAD, Florianópolis/SC. Anais, 2000.
- FRANCO, R.G.F.** *Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte.* Dissertação Mestrado Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte Minas Gerais, 2008.
- FIGUEIREDO, F.F.** *O desenvolvimento da industria da reciclagem dos materiais no Brasil: Motivação económica ou benefício ambiental conseguido com a atividade.* Revista Electronica de Geografia Y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona.vol. XVI, núm. 387, 2012.
- GERBASE. A. E. ; OLIVEIRA, C. R.** *Reciclagem do Lixo de Informática: Uma oportunidade para a Química.* Química Nova, Vol.35, n° 7 1486-1492, 2012.
- GONZÁLEZ, P. R.** *The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda.* Ecological Economics, vol. 68, 3, pages 861- 878, 2009.
- GOOSEY, M.** *Introduction and overview.* In: HESTER, Ronald E.; HARRISON, RoyM. (Ed.). Electronic waste management: design, analysis and application. New York:Springer, 2009.

- HORBACH, J.** *Methodological aspects of an indicator system for sustainable innovation.* In: HORBACH, Jeans (Ed.). *Indicator systems for sustainable innovation.* : Physica-Verlag, 2005.
- ITSUBO, N.; NOH, J.; HAYASHI K.; INABA, A.** *Damage assesment of human healt of lead free based on end point-tipe lcia methodology.* EcoDesign2003/3E-9, Tóquio, Japão, p. 836- 838, dez. 8 -112003.
- KLASSEN, R. D.; WHYBARK, D. C.** *The impact of environmental technologies on manufacturing performance.* Academy of Management Journal, v. 42, n. 6, p. 599-615, 1999.
- KEMP, R. & ARUNDEL, A.** *Survey indicators for environmental innovation.* Idea Paper, number 8, 1998.
- KUEHR, R. & WILLIAMS, E.** “*Computers and the environment – understanding and managing their impacts*”. Kluwer. Holanda: Academic Publishers. United Nations University, 2003.
- KUEHR, R.** *Environmental technologies: from a misleading interpretations to an operational categorization and definition.* Journal of Cleaner Production, 2007.
- LEE, C. Y. & ROINE, K.** *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.
- LEITE, P. R.** *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.* 2ª edição. São Paulo: Prentice Hall, 2009.
- LIMA, R. M. R.** *Aplicação da AET como Contribuição ao Projeto Para Meio Ambiente Com Ênfase na Reciclagem.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2003.
- MADUREIRA, M. A.** *Avaliação em Emergia para Tomada de Decisão na Substituição das Soldas à base de estanho e chumbo.* Dissertação de Mestrado. UNIP. São Paulo outubro, 2009.
- MING-JI, J. L.; CHING-HSUN, C.** *The positive effect of green relationship learning on grenn innovation performance: The mediation effect of corporate environmental ethics.* **PICMET 2009 Proceeding.** August 2-6, Portland, Oregon USA.
- MULVANEY, D.& PAUL R.** *Green politcs: an A-to-Z guide.* California: SAGE Publications Inc., 2011
- OECD.** *The Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technical Activities.* Paris: OECD; Eurostat, 1997.
- OECD.** *Eco-innovation in industry: enabling green growth,* 2009. Disponível em: <<http://www.oecdbookshop.org/oecd/404.asp?fn=/9209061E.PDF>>. Acesso em: 07 jul.2012.
- OTTOMAN, J.A.** *The new rules of green marketing: strategies, tools, and inspiration for sustainable branding.* California: Berrett-Koehler Publishers, 2011.
- PARRA, P.H. ; PIRES, S.R.I.,** *Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores.* Gestão & Produção. vol.10 no.1 São Carlos, 2003.
- PORTER, M. E. ; VAN der LINDE.** *Class. Green and Competitive: ending the stalemate.* Harvard Business Review, artigo, 1995.
- PUJARI, D.** *Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance.* Technovation 26 (1), 76-85 2006.
- RENNINGS, K.** *Redefining Innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics.* **Ecological Economics,** V. 32, p.319-332. 2000.
- SUMITA, T.** *Intellectual assets based management for innovation: lessons from experiences in Japan.* Journal of Intellectual Capital, 9 (2), pp. 206-227. 2008.
- TURBINI, L.J.; MUNIE, G.C.; KESTER, D.B; GAMALSKI, J.** *Examining the environmental impact of lead-free soldering alternatives,* *Journal of SMT, University of Toronto Center for Microelectronic Assembly and Packaging in the Metallurgy & Material Science Department,* , p. 146-153, 2000.
- VACHON, S.; KLASSEN, R. D.** *Supply chain management and environmental technologies: the role of integration.* International Journal of Production Research, 2007.
- YARIME, MASARU.** *Public-private tartnership 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.

YUANHSU, L.; MING-LANG, T.; CHIH-CHENG, C.; ANTHONY, S. F. C. *Positioning strategic competitiveness of green business innovation capabilities using hybrid method.* Eceptert Systems with Applications, v. 38, p. 1839-1849, 2011.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. *Resíduos Plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia.* São Carlos: Ed. UFSCAR, 2004

ZIKMUND, W. G. *Recycling solid wastes: a channel of distributions Problem.* Journal of Marketing, v. 3, n. 35, p. 34-39, 1971.