



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MARIÚ ABRITTA MORO

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE
PARA O SETOR DE MICROELETRÔNICA**



ARARAQUARA- SP
2014

MARIÚ ABRITTA MORO

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE PARA O
SETOR DE MICROELETÔNICA.

Dissertação de Mestrado apresentada para o
Programa de Pós-graduação em Economia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Campus Araraquara.

Orientador(a): Professora Doutora Luciana
Togero de Almeida.

Bolsa: Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior

ARARAQUARA- SP

2014

MARIÚ ABRITTA MORO

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE
PARA O SETOR DE MICROELETÔNICA.

Documento apresentado para a obtenção do título de mestre em economia pelo programa de mestrado em economia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - campus Araraquara.

Área de Concentração: Economia do meio ambiente, Economia evolucionista, organização industrial.

Orientador(a): Professora Doutora Luciana Togeiro de Almeida.

Membros componentes da Banca Examinadora:

Presidente e Orientador: Prof^a. Dr^a. Luciana Togeiro de Almeida

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Araraquara

Membro Titular: Prof^a. Dr^a. Maj Munch Andersen

Universidade Técnica da Dinamarca – Instituto de Engenharia de Produção

Membro Titular: Prof^a. Dr^a. Tatiana Massaroli de Melo

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Araraquara

Universidade – Instituto de Economia

Local: Universidade Estadual Paulista

Faculdade de Ciências e Letras

UNESP – Campus de Araraquara

ARARAQUARA- SP

2014

À minha família...

Agradecimentos

Esta dissertação é fruto de estudos, reflexões, discussões e aprendizado intenso. É o trabalho de apaixonada pelos estudos ambientais, que sempre buscou contribuir de alguma forma e que teve a oportunidade de utilizar a sua profissão para essa finalidade. Sou grata a todos que – direta ou indiretamente - me auxiliaram durante este processo.

Tive a sorte de encontrar em meu caminho a Professora Luciana, uma pessoa que compartilha as mesmas preocupações ambientais, além de ser uma excelente pesquisadora e professora. Agradeço toda a atenção e a paciência que a senhora teve ao longo desses dois anos. Espero ter correspondido às suas expectativas enquanto orientanda.

Agradeço também a todos os membros da minha família, que sempre me deram condições para pesquisar e estudar, me deram uma formação de ótima qualidade que tem sido fundamental na minha vida, em especial aos meus pais, irmãos e ao Lourenço, companheiro de todas as horas.

Agradeço aos professores que sempre me ajudaram, em especial ao Prof. Rogério Gomes, Prof. Eduardo Strachman, Prof. José Ricardo, Prof. Mario Possas, entre tantos outros.

Agradeço ao GEEIN – Grupo de Estudos em Economia Industrial por toda infraestrutura fornecida bem como todo aprendizado ao longo desses anos.

Agradeço à todos os colegas de mestrado e amigos por todo apoio dispensado em especial à Thais, Marina, Marília, Damiana, Gustavo e Breno (que me ajudou muito no desenvolvimento do meu modelo econométrico).

Agradeço aos professores membros titulares e suplentes da minha banca de defesa de mestrado por disponibilizarem seu tempo e conhecimento contribuindo para o aprimoramento deste estudo. Em especial à professora Stela por toda ajuda, sugestões e ensinamentos ao longo destes anos, à professora Tatiana Massaroli, pela disponibilidade de participar da banca e por todas as contribuições feitas a este trabalho, gostaria de agradecer também à Maj Andersen por aceitar o convite da UNESP e viajar até o Brasil para participar da banca bem como de outras atividades que vão auxiliar no aprimoramento dos estudos sobre inovações ambientais desenvolvidos no FCL.

Agradeço ao IBGE e à ABINEE por fornecerem os dados utilizados nesta dissertação.

Agradeço a CAPES por ter me oferecido as condições financeiras para realizar esse mestrado.

Agradeço a Deus, por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

Resumo

Este trabalho foi realizado no formato de três artigos que se apresentam aqui como capítulos. O primeiro artigo realiza uma revisão bibliográfica sobre o papel da tecnologia para a economia do meio ambiente e a economia evolucionista. O segundo artigo faz uma discussão acerca dos problemas ambientais relacionados ao setor eletrônico brasileiro, bem como as possíveis soluções tecnológicas desenvolvidas para solucioná-los, ademais ele faz apontamentos sobre a discussão da regulação ambiental na promoção dessas soluções tecnológicas. O terceiro artigo realiza um levantamento das firmas brasileiras do setor eletrônico que realizaram inovações ambientais no período de 2009-2011, através desse levantamento, busca-se identificar as características das firmas quanto ao seu tamanho, capital controlador, cooperação entre agentes, esforços inovativos e regulação. Por último, é realizado um exercício econométrico cuja finalidade é indicar quais são os principais determinantes das inovações ambientais no setor eletrônico brasileiro no ano de 2011.

Abstract

This master thesis was structured in three articles presented here in chapters format. The first article provides a literature review on the role of technology in environmental economics and evolutionary economics as well. The second article discuss the environmental problems related to the Brazilian electronics sector, and its possible technological solutions. It also discuss the roll of environmental regulation as a driver of these technological solutions. The third article presents a survey of Brazilian electronics companies that performed environmental innovations in 2009-2011, we seek to identify the characteristics of firms in terms of size, controlling capital, cooperation among agents, innovative efforts and regulation. Besides this, it is performed an econometric exercise whose purpose is to indicate which are the main determinants of environmental innovations in the Brazilian electronics industry in this period.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1 - O PAPEL DA TECNOLOGIA EM PROL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: REVISÃO DA LITERATURA	15
1.1- Economia Ambiental.....	15
1.2-Economia Ecológica.....	21
1.3-Economia Evolucionista.....	26
1.4 – Determinantes das Inovações Ambientais.....	38
1.5 Iniciativa “Rumo à Economia Verde”: importância da inovação ambiental no processo de Decoupling.....	40
1.6 - Considerações Parciais.....	42
CAPÍTULO 2 – O SETOR ELETRÔNICO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS.....	45
2.1- O Setor Eletrônico: Características Gerais.....	45
2.2- Setor Eletrônico brasileiro.....	50
2.3– Problemas ambientais relacionados ao Setor Eletrônico brasileiro.....	57
2.3.1- O problema do volume de resíduos eletroeletrônicos.....	57
2.3.2- Toxicidade dos resíduos eletroeletrônicos.....	60
2.3.3- Regulações Ambientais no Setor Eletrônico.....	64
2.3.4- O papel da regulação no desenvolvimento de inovações ambientais.....	69
2.4- Considerações Parciais.....	74
CAPÍTULO 3- INOVAÇÕES AMBIENTAIS NO SETOR ELETRÔNICO BRASILEIRO: ANÁLISE ATRAVÉS DOS DADOS DA PINTEC	76
3.1- A base de dados utilizadas: PINTEC.....	76
3.2- Características das firmas inovadoras brasileiras.....	79
3.3- Cooperação entre os agentes.....	84
3.4- Indicadores de esforços inovativos.....	87
3.5- Regulações.....	88
3.6- Determinantes da inovação ambiental: exercício empírico.....	90
3.5.1- Metodologia e análise dos resultados.....	90
3.6- Considerações Parciais.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela1– Subclassificações de Equipamentos informática, produtos eletrônicos e ópticos.....	46
Tabela 2– Produção de produtos eletroeletrônicos.....	49
Tabela 3- Indicadores de comércio do setor eletrônico brasileiro.....	51
Tabela 4- Indicadores gerais do setor eletrônico Brasileiro.....	51
Tabela 5- Tamanho da amostra da PINTEC.....	78
Tabela 6 - Evolução da quantidade de firmas inovadoras em porcentagem.....	80
Tabela 7- Características das firmas que realizaram inovações ambientais.....	82
Tabela 8- Inovação por tipo de capital controlador.....	82
Tabela 9- Inovação por tamanho da firma.....	83
Tabela10- Percentual de firmas que realizaram inovações e o grau de importância de cooperação com outros agentes.....	85
Tabela 11- Importância da regulação no desenvolvimento de inovação	89
Tabela 12- Resultados do modelo.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Curva de Kuznets Ambiental: formato de “U” invertido.....	18
Figura 2 - Curva de Kuznets Ambiental em formato de “V” invertido.....	19
Figura 3- Mundo “cheio” e mundo “vazio”	24
Figura 4- A perspectiva “multi-níveis” da dinâmica tecnológica.....	36
Figura 5- A co-evolução da tecnologia e da demanda.....	37
Figura 6 - Túnel criado na Curva de Kuznets Ambiental através da adoção de tecnologias “limpas”	40
Figura 7- Desacoplamento entre crescimento econômico e degradação ambiental.....	41
Figura 8 - Ciclos de inovação complexo eletroeletrônico.....	57
Figura 9 - Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos e o foco da logística reversa.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Taxa de Crescimento anual, diversos setores Últimos 20 anos.....	47
Gráfico 2- Produtos eletroeletrônicos vendidos.....	52
Gráfico 3- Porcentagem do total de firmas que desenvolveram inovações ambientais.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Determinantes das inovações tecnológicas ambientais.....	39
Quadro 2- Elementos tóxicos dos eletroeletrônicos e seus impactos sobre o meio ambiente.....	60
Quadro 3- Principais regulações internacionais.....	64
Quadro 4 - Principais políticas nacionais relacionadas ao setor eletrônico.....	67
Quadro 5- Características da política ambiental necessárias pra incentivar IA.....	71
Quadro 6- Detalhamento das variáveis analisadas.....	78
Quadro 7- Descrição das variáveis utilizadas.....	92

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

3rs - Reduzir, reusar e reciclar

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABINEE- Associação Brasileira da Industria Elétrica e Eletrônica

BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CIS- Community Innovation survey

CNAE- Classificação Nacional de Atividades Econmicas

EUA – Estados Unidos da América

IA- Inovação Ambiental

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PIA- Pesquisa Industrial Anual

PINTEC – Pesquisa de Inovação

REE - Reed Electronics Research

RoHS- Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment

Step- Resolvendo o problema dos resíduos sólidos

TIC - Tecnologias de informação e comunicação

UE- União Europeia

VTI- Valor da transformação Industrial

WEEE- Waste Electrical and Electronic Equipment

INTRODUÇÃO

A relação de sustentabilidade entre crescimento econômico e preservação do meio ambiente é complexa, envolvendo uma relação de causalidade mútua, uma vez que o sistema econômico se baseia na utilização dos recursos naturais para se desenvolver e crescer. Esse processo, nos moldes atuais, gera a degradação e a utilização em grande escala dos recursos naturais, o que desafia a capacidade biofísica da Terra¹ de renovar esses recursos, comprometendo a disponibilidade dos mesmos no longo prazo, que em última instância é o que sustenta todo processo de crescimento econômico (VENKATACHALAM, 2006).

Nas últimas décadas, vem se intensificando a preocupação da sociedade com os efeitos da ação humana sobre o meio ambiente. Boa parte dessas preocupações surge graças a obras como *Limits to Growth* (MEADOWS, 1972), aos relatórios alarmantes de agências como os do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) e a diversos outros estudos. A indústria é apontada como um dos grandes responsáveis por esse fenômeno: as tecnologias de processo e de produto utilizadas atualmente demandam recursos naturais num ritmo que a natureza não mais consegue repor. De um lado, grande parte da agressão ao meio ambiente pode ser atribuída às modernas tecnologias de produto e de processo, que foram desenvolvidas e gradualmente melhoradas ao longo de décadas sem, no entanto, levarem em consideração a questão ambiental. Por outro lado, o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes certamente é um dos maiores aliados na busca pela redução do impacto ambiental.

Sendo assim, este trabalho está dividido em três artigos que estão apresentados aqui no formato de capítulos. O primeiro capítulo é composto por uma revisão da literatura sobre a relação entre a tecnologia e o desenvolvimento sustentável para três linhas de pensamento, sendo elas: economia ambiental, economia ecológica e a economia evolucionista. O foco deste capítulo é explicitar a maneira como os impactos das tecnologias sobre o meio ambiente é visto por cada uma dessas linhas de pensamento. O segundo capítulo realiza uma análise dos principais problemas ambientais relacionados ao setor eletrônico brasileiro, além disso, ele aponta as principais soluções tecnológicas desenvolvidas para solucionar tais problemas, por último ele faz um levantamento das principais regulações ambientais relacionadas ao setor e suas contribuições para o desenvolvimento de inovações ambientais. O terceiro capítulo faz um levantamento das firmas brasileiras do setor eletrônico que realizam inovações ambientais

¹ Os limites biofísicos da Terra compreendem a capacidade que ela possui de renovar os seus recursos naturais, garantindo uma quantidade mínima disponível dos mesmos, necessária para o desenvolvimento das atividades produtivas.

em 2011, além disso, ele caracteriza as firmas quanto ao seu tamanho, tipo de capital controlador, esforços inovativos, grau de cooperação com outros agentes e regulação. Por fim, é realizado um exercício econométrico para indicar quais são os principais determinantes das inovações ambientais no setor eletrônico para este período.

CAPÍTULO 1 - O PAPEL DA TECNOLOGIA EM PROL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: REVISÃO DA LITERATURA

1.1- Economia Ambiental

Na visão neoclássica, a economia é entendida como um sistema isolado onde os valores são transacionados de forma circular entre família, firmas e governos (VARIAN,1992). Esse fluxo não diz respeito à materialidade da economia, mas somente aos valores de troca, não havendo espaço para os limites ecossistêmicos. A partir deste marco conceitual neoclássico, se desenvolveu a chamada Economia dos Recursos Naturais, ou Economia Ambiental, que assume a não existência de um limite para o crescimento do produto.

Dentro dessa perspectiva, o progresso técnico possui papel de destaque, pois é através dele que se pode aumentar a eficiência no uso de insumos naturais e reduzir a geração de impactos ambientais (poluição).

Daí o fato dela ser considerada otimista do ponto de vista tecnológico, pois apontam que o progresso técnico seria o responsável por mitigar essa relação conturbada relação entre crescimento econômico e utilização de recursos naturais. Dessa forma, o aumento do uso de capital advindo dos avanços do progresso técnico substituiria a quantidade dos recursos naturais utilizados via aumento de produtividade na utilização dos mesmos. Portanto, nesta concepção, a tecnologia corresponde à última, e principal, solução para os problemas ambientais.

Suponhamos que para cada unidade de capital utilizado seja necessário utilizar três unidades de recursos naturais, mas quando aprimoramos a eficiência na utilização do capital, passamos a utilizar, para cada unidade de capital, duas de recursos naturais, de forma que com o progresso técnico a intensidade da utilização dos recursos naturais diminua ao longo do tempo. Observamos que essa lógica está pautada em um crescimento material incremental que pressupõe a substitutibilidade contínua entre os fatores.

Podemos observar melhor essa ideia nos trabalhos desenvolvidos por Solow (1974;1993). No primeiro trabalho, ele discorre sobre a capacidade de substituição entre os diversos fatores de produção. O autor desenvolveu um modelo no qual o equilíbrio seria encontrado se mantivéssemos o mesmo nível de consumo *per capita* e a exaustão na utilização dos recursos

naturais fosse compensada por aumentos na eficiência e utilização de capital, geradas pelo avanço do progresso técnico. Para compreendermos melhor, consideremos a seguinte equação:

$$\mathbf{K}=\mathbf{K}_n+\mathbf{K}_p+\mathbf{K}_h+\mathbf{K}_s \quad (\text{I}),$$

Onde:

K: o estoque de capital total;

Kn: o estoque de capital natural que é constituído por recursos naturais;

Kp: o estoque de capital físico produzido, compreendendo máquinas e equipamentos, a infraestrutura de que uma sociedade dispõe; *grosso modo*, todo o capital físico acumulado ao longo do tempo;

Kh: o estoque de capital humano que engloba as capacidades e qualificações da força de trabalho em um dado momento no tempo;

Ks: a infraestrutura institucional de uma sociedade em um dado momento do tempo. Esta infraestrutura possui papel de destaque no desenvolvimento de uma economia.

Segundo Solow (1974), a sustentabilidade pode ser compreendida como o fluxo máximo de produto ou renda que pode ser gerado a partir de um estoque de capital em expansão, desde que mantido um volume de estoque de **K** para as gerações futuras, volume este que não deve ser inferior ao estoque de **K** que possuímos atualmente. Nesse sentido, um elemento-chave para a manutenção da sustentabilidade está na capacidade de o progresso técnico elevar a eficiência na utilização de capital que não provenha de recursos naturais, fazendo com que, por exemplo, se possa substituir um determinado volume de recursos naturais utilizados por maior eficiência de capital produzido. Ou seja, para que haja sustentabilidade é necessário que o volume de **K** seja sustentado, independente da sua composição, isto é, ao longo do tempo podemos ter diversas composições de capital natural, capital produzido etc., que formam o estoque total de capital (**K**). Essa “substituição” ocorrerá uma vez que o preço dos recursos naturais se eleve ao longo do tempo - devido ao fato de que seu estoque é limitado -, até um nível em que se tornará mais atrativo “encontrar” alternativas para melhorar a eficiência na utilização de cada unidade de recurso natural, reduzindo o volume utilizado desse tipo de recurso ao longo do tempo.

Solow (1993) afirma que, embora seja extremamente difícil produzir um bem sem a utilização de algum recurso natural, é perfeitamente possível substituir grandes quantidades de recursos naturais utilizados por pequenos *inputs* de capital fixo (capital produzido). Sendo

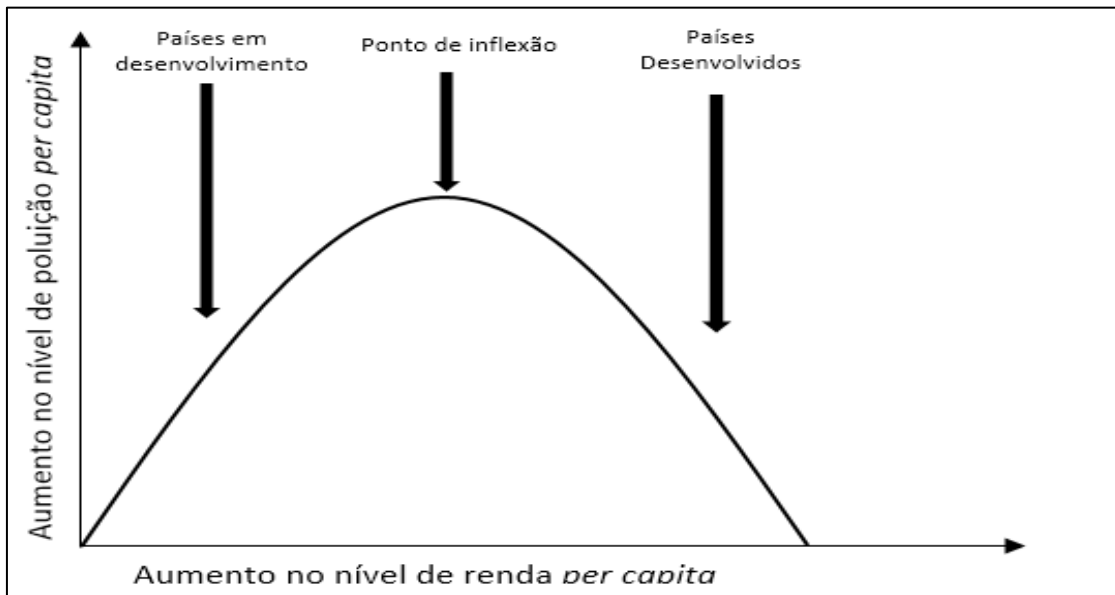
assim, a discussão principal deveria se pautar na busca por indicadores macroeconômicos² que pudessem expressar de maneira mais “realista” a relação entre crescimento e utilização de recursos naturais. A utilização de “indicadores inadequados” seria uma das “causas da crise ambiental”, pois a presença de distorções geradas pela utilização desses indicadores leva a uma atribuição de preço incorreta para os recursos naturais, afetando o equilíbrio do mercado. Uma vez construídos novos indicadores macroeconômicos, seria possível desenvolver um modelo que comportasse o desenvolvimento sustentado, ou seja, um modelo no qual o nível de recursos naturais utilizados pudesse garantir a continuidade do crescimento econômico e manutenção de bem-estar para as gerações futuras pela preservação do estoque de capital total (**K**).

Ainda dentro da perspectiva da economia ambiental - otimista do ponto de vista tecnológico -, podemos citar os trabalhos de Grossman e Krueger (1991;1995), que buscaram evidências empíricas para trabalhar a relação entre crescimento econômico e meio ambiente e assim, pioneiramente, propuseram uma relação descrita pela Curva Kuznets Ambiental³ (CKA). Esta nos mostra que a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental pode ser descrita por uma curva em formato de “U” invertido, relacionando os diferentes estágios de desenvolvimento econômico e utilização de recursos naturais (ver figura 1). Sob essa perspectiva, a poluição faz parte de um processo por que todos os países vão passar para alcançar um estágio de desenvolvimento superior, de forma que no final desse processo o nível de poluição estará em patamares reduzidos.

² Para mais informações sobre indicadores macroeconômicos ambientais ver Tyceta (1996).

³ A CKA recebeu essa denominação pois seu formato se assemelha ao da Curva de Kuznets que trata da relação entre crescimento econômico e níveis de distribuição de renda. Para mais detalhes ver Kuznets (1955) e Dinda (2002).

Figura 1- Curva de Kuznets Ambiental: formato de “U” invertido



Fonte: Elaboração própria com base em Grossman e Kruguer (1991).

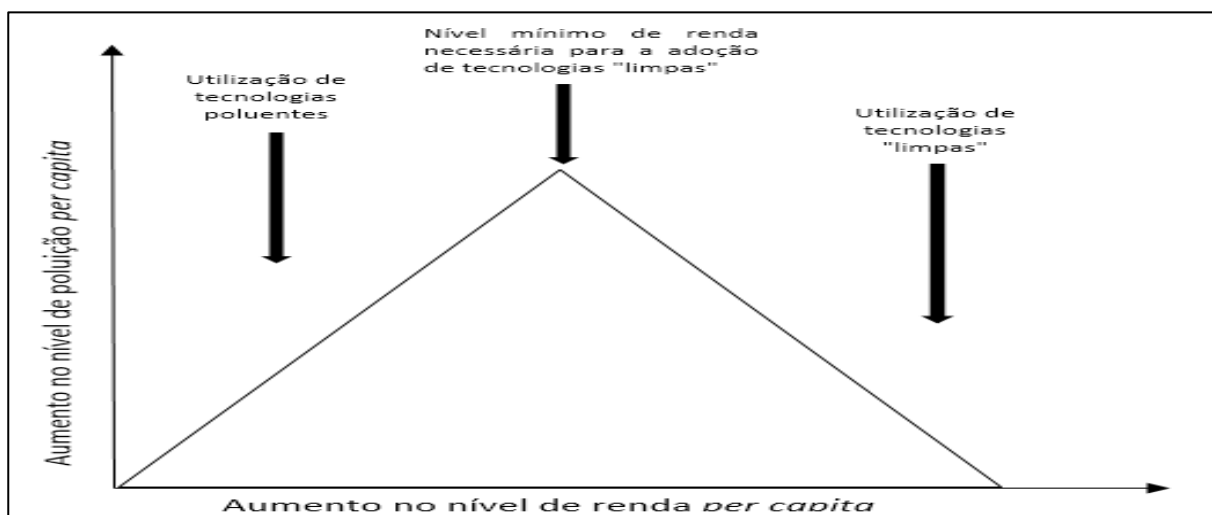
A explicação para essa relação está pautada em três efeitos: escala, composição e tecnológico. O primeiro efeito representa a ampliação da escala de produção, que por sua vez gera uma pressão negativa sobre o meio ambiente, já que, ao longo do tempo, a ampliação da escala de produção e consumo vão gerar uma pressão pelo aumento da demanda por recursos naturais bem como a elevação da poluição advinda dos processos de produção em larga escala. O efeito composição representa o processo de transição entre os setores da economia, como por exemplo, a mudança de uma economia rural - com menor nível de degradação ambiental - para uma economia industrial e desta para uma economia especializada no setor de serviços. Por fim, o efeito tecnologia representa as opções de mudanças tecnológicas que podem gerar a modernização dos processos produtivos e conseqüentemente um maior nível de eficiência (inclusive em padrões ambientais), ao permitir utilizar uma quantidade menor (e de forma mais eficiente) dos recursos naturais disponíveis (GROSSMAN; KRUEGER, 1991, 1995).

Podemos observar que o processo de transição de uma economia em desenvolvimento para uma economia desenvolvida “carrega” esse “componente de poluição”, pois a ideia é que, nos primeiros estágios de industrialização, a poluição cresce, pois o foco do desenvolvimento econômico reside mais em elevar o nível de renda, produto e emprego do que em preservar a qualidade do ar que respiramos ou da água que bebemos (DASGUPTA *et al.*, 2002).

Na mesma linha de raciocínio, Stokey (1998) apresenta um modelo no qual o formato da curva que representa a relação entre crescimento econômico e meio ambiente pode ser descrito pelo tipo de tecnologia de produção utilizada (tecnologia “poluente” ou tecnologia “limpa”). A adoção de cada tipo de tecnologia está relacionada ao nível de atividade econômica alcançado por cada país. Sua suposição principal é a de que, abaixo de um nível mínimo de atividade econômica, somente tecnologias “poluidoras” poderão ser utilizadas, já que o acúmulo de conhecimento e infraestrutura só comportariam o desenvolvimento deste tipo de tecnologia.

Na medida em que a economia vai crescendo, a degradação ambiental também vai aumentando de acordo com a elevação no nível de renda. Isso irá ocorrer até que o nível mínimo de atividade econômica seja ultrapassado, possibilitando a utilização de tecnologias “limpas”, ou que, pelo menos, poluam menos que as anteriores. O formato da curva que apresenta a relação entre crescimento e meio ambiente apresentaria a forma de um “V” invertido (ver figura 2), cujo ponto de inflexão seria a posição em que o nível mínimo de atividade econômica necessária para a adoção de tecnologias mais “limpas” seria ultrapassado, permitindo a continuidade do crescimento econômico sem incorrer em altos níveis de degradação ambiental.

Figura 2 - Curva de Kuznets Ambiental em formato de “V” invertido



Fonte: Elaboração própria com base em Stokey (1998).

Avançando nos trabalhos que consideram a tecnologia um fator-chave para conciliar crescimento econômico e preservação ambiental, Andreoni e Levinson (1998) argumentam que um elemento importante a ser considerado na adoção de tecnologias “limpas” é a sua eficiência. Eles mostram que o formato da curva que representa a relação entre crescimento

econômico e meio ambiente pode ser derivado das características tecnológicas e dos esforços realizados pelos países em prol da diminuição da poluição. Dessa maneira, o formato da CKA variará de acordo com os retornos apresentados pelas tecnologias limpas: caso elas apresentem retornos crescentes a curva terá formato de “U” invertido; se apresentarem retornos decrescentes a curva terá o formato de uma reta crescente. Sendo assim a preservação ambiental estaria intrinsecamente relacionada com a eficiência das tecnologias “limpas” que seriam adotadas e não simplesmente ao fato de adotar-se uma tecnologia menos poluente.

Na mesma perspectiva, Smulder e Bretschger (2001) evidenciam o papel da tecnologia para explicar a relação “crescimento-meio ambiente”, mas além desse elemento eles também trabalham o papel do Estado e das regulações para garantir a preservação ambiental, direcionando a economia para o uso de tecnologias limpas e onerando os processos produtivos mais poluentes. Os seus estudos foram baseados na ideia de “*quality leader*” de Grossman e Helpman (1991). Eles analisam a CKA sob a ótica das mudanças tecnológicas inseridas em um contexto de crescimento endógeno. De acordo com os autores, três elementos-chave seriam responsáveis por essa relação: i) a capacidade de as mudanças tecnológicas gerarem um nível de poluição menor; ii) as alterações nos setores que possibilitam a incorporação de novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas; e iii) as mudanças intra-setoriais oriundas da evolução da consciência ambiental e de políticas que visam melhorias de qualidade ambiental.

De acordo com essa lógica, eles identificam quatro períodos distintos de acordo com o estágio e combinação desses três elementos-chave. Esses períodos representam quatro fases da CKA: a primeira representa a fase na qual as tecnologias utilizadas não causam poluição no meio ambiente; a segunda configura-se na fase em que se inicia o processo de introdução de tecnologias que possibilitam o aumento no nível de produtividade a um custo menor, mas que, em contrapartida, geram degradação ambiental - embora o nível de poluição ainda não seja de conhecimento geral; já a terceira fase se inicia quando os níveis de poluição gerados pelas tecnologias utilizadas nos processos produtivos são de conhecimento público. A partir deste momento, o governo passa a onerar as firmas poluidoras por meio de impostos e de controles de poluição, impulsionando, dessa forma, a busca por tecnologias “limpas”, cujo nível de poluição seja inferior ao das tecnologias utilizadas anteriormente. Com a introdução gradativa dessas tecnologias “limpas” se inicia a quarta fase, que é caracterizada por um processo de melhoria nos padrões ambientais, ou seja, uma fase na qual os processos

produtivos nos diferentes setores da economia são mais eficientes na utilização dos recursos ambientais e nos níveis de poluição emitidos (SMULDER; BRETSCHEGER, 2001).

Em todos esses estudos percebemos a importância dada à tecnologia, pois é atribuída a ela a capacidade de mitigar a relação negativa entre crescimento econômico e o meio ambiente. Todas essas pesquisas possuem um ponto em comum: estão baseadas no crescimento material incremental e na substitutibilidade entre os fatores, por meio do uso de tecnologias “limpas”, ampliando a eficiência dos outros fatores de produção e causando menos danos ao meio ambiente. Além disso, a degradação ambiental é considerada parte do “processo” de desenvolvimento econômico de cada país.

1.2-Economia Ecológica

Em contraposição à visão otimista da economia ambiental sobre o papel da tecnologia, está a economia ecológica⁴. O precursor desta corrente de pensamento, Georgescu- Roegen, em seu trabalho seminal intitulado *The entropy law and the economic process* (1971), compreende que o crescimento da economia está condicionado aos limites biofísicos da terra. Nesta perspectiva, a economia, assim como os sistemas naturais, deve parar de crescer quando atingir esses limites, isto é, o crescimento econômico deve “cessar” para se adequar aos limites fundamentais da Terra, e o progresso técnico não é capaz de romper com a barreira imposta por esses limites (COSTANZA *et.al.* 1994).

Além disso, o desenvolvimento tecnológico é visto como um dos elementos que aprofundaram os níveis de degradação ambiental, uma vez que grande parte das tecnologias que foram desenvolvidas, principalmente durante o processo de industrialização, carregam um componente poluidor, ou seja, se baseiam na utilização de materiais tóxicos e no uso intensivo de recursos naturais. Meadows *et al.* (1972) afirmam que o otimismo tecnológico é a reação mais comum e mais perigosa às nossas descobertas, pois a tecnologia pode amenizar os sintomas de um problema sem afetar as causas subjacentes e pode, assim, desviar nossa atenção do problema mais fundamental: o problema do crescimento num sistema finito.

⁴ A Economia ecológica se dedica ao estudo da relação entre economia e o meio ambiente inserindo em sua análise elementos da física e da biologia. Dessa forma, a análise consegue englobar os limites biofísicos do planeta Terra, gerando resultados diferentes caso eles não fossem incluídos na análise.

Meadows *et al.*(1972) também alertavam sobre os riscos que a tecnologia pode colocar ao ambiente. Discutia-se o fato de que as tecnologias desenvolvidas e aplicadas com objetivos de aumentar o bem-estar da sociedade, como as tecnologias agrícolas voltadas para o aumento da produtividade das culturas, manifestam, com o tempo, efeitos indesejáveis. Um exemplo citado são os “efeitos colaterais” do uso de pesticidas como, por exemplo, sua ação prejudicial sobre a qualidade da água, sua cumulatividade na cadeia trófica e os danos que podem provocar à saúde humana.

Os alertas sobre os efeitos indesejáveis de tecnologias como a dos pesticidas feriam, por certo, interesses das indústrias que se beneficiavam de sua difusão. Feriam, também, as crenças daqueles que viam na tecnologia a possibilidade de superação de problemas sérios, como a fome, em que o discurso se baseava no fato que a proibição do uso de produtos químicos devido a uma regulação retrógrada não levaria a uma catástrofe mundial causada pelo envenenamento químico, mas, sim, causada pela fome, uma vez que abrir mão da utilização desses produtos significava abrir mão de um nível de produtividade mais elevado (McCORMICK, 1992).

A crença amplamente difundida desde o final dos anos 60 de que havia um desequilíbrio entre a disponibilidade de recursos essenciais para o desenvolvimento e sua crescente demanda futura se chocava com a ideia de que o desenvolvimento tecnológico proveria instrumentos para a superação dos limites. O final dos anos 60 e início dos 70 foi um período de intensa reflexão sobre as relações entre meio ambiente e crescimento econômico.

Dessa forma, o foco de análise deveria se concentrar em novos níveis de padrões de consumo sob uma nova ótica de desenvolvimento econômico que não seja baseado em um crescimento material exacerbado (VENKATACHALAM, 2006). Até porque os fatores de produção (grosso modo - capital, trabalho e recursos naturais) são complementares entre si e não substituíveis. Segue-se que, em algum ponto no tempo, o avanço das atividades econômicas nos moldes atuais irá “esbarrar” na existência de limites biofísicos dados pela finitude do planeta, pela entropia e pela interdependência ecológica das atividades humanas (DALY, 1997).

Foi Roegen (1971) o pioneiro na inclusão da lei da entropia para o estudo das limitações biofísicas da Terra e a sua relação com as atividades econômicas. Pautado nessa

ideia, os fluxos materiais que compõem a economia estão sujeitos às leis da termodinâmica, sendo elas:

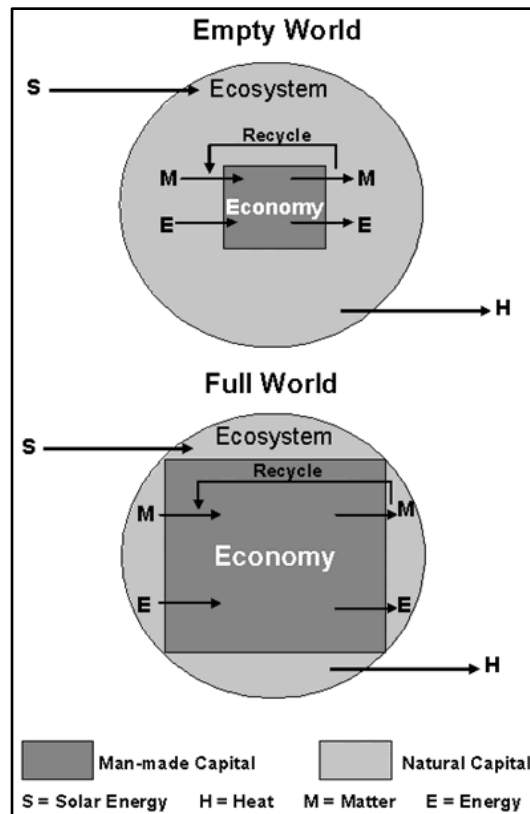
- Primeira lei - da conservação: o fluxo de energia total do universo que é encontrada sob diversas formas é invariável;
- Segunda lei – da entropia: a energia disponível, tende a diminuir, pois mesmo que a energia seja invariável, a utilização da mesma pelos seres humanos e animais gera uma depreciação constante da sua qualidade, pois uma parte de todas as formas de energia quando são utilizadas converte-se em calor que é dissipado no meio ambiente se tornando indisponível para o seu uso no futuro.

As atividades humanas demandam *inputs* de baixa entropia e geram *outputs* de alta entropia depositados no sistema, que é finito e tem limites tanto de fornecimento (insumos) quanto de recepção (rejeitos). Dessa forma, a sustentabilidade será encontrada quando o nível de *throughput* - definido como o fluxo de recursos naturais de baixa entropia (*inputs*) que sofre as transformações da produção e do consumo e retorna ao ecossistema sob a forma de resíduos (*outputs*) - estiver dentro dos limites ecossistêmicos do planeta (DALY, 1997).

Para analisar a sustentabilidade de uma maneira mais profunda é necessário compreender de forma mais realista a relação entre a esfera econômica e a esfera ambiental, de maneira que se chegue à conclusão de que a macroeconomia não é um sistema “aberto”, mas sim condicionado à esfera ambiental e à sua capacidade de renovar os seus recursos naturais; somente assim podemos chegar à definição de qual é a escala desejável (DALY, 1997).

O que tem sido verificado, ao menos no último século, é o aumento da intensidade na utilização dos recursos, no tamanho da população, ou em ambos os fatores, incorrendo na mudança de um “mundo vazio” para um “mundo cheio”, tal qual definido por Daly (1997), Daly & Farley (2004) e ilustrado na figura 3 abaixo.

Figura 3- Mundo “cheio” e mundo “vazio”



Fonte: Daly (1997), Daly & Farley (2004)

Segundo Daly (1996), o fluxo de *throughput* deve ser mantido a um nível ecologicamente sustentável que garanta vida longa a uma população e seja suficiente para que esta goze de um bom nível de bem-estar. Sendo assim, nos resta tentar encontrar a escala sustentável, na qual o bem-estar da população e o respeito aos limites ecossistêmicos são alcançados. O bem-estar da população pode ser definido como o serviço decorrente da utilização do estoque de capital, seja ele natural ou feito pelo homem.

$$\frac{\text{Serviços}}{\text{Throughput}} = \frac{\text{Serviços}}{\text{Estoque}} + \frac{\text{Estoque}}{\text{Throughput}}$$

Dessa forma, o maior nível de bem-estar social será o resultado do crescimento qualitativo – capaz de gerar altos níveis de bem-estar sem incorrer no crescimento material incremental (ou seja, desenvolvimento sustentável) é resultado do crescimento dos serviços decorrente de um aumento na eficiência na utilização dos estoques, mantendo o *throughput* constante (DALY, 1997).

Herman Daly define o “*steady state*” (estado estacionário) pela manutenção de estoques físicos constantes de riqueza e de uma população também constante, num determinado nível escolhido. A durabilidade das riquezas, com baixas taxas de depreciação, e

a longevidade das pessoas, com baixa taxa de natalidade, são características do estado estacionário.

Segundo Daly (1974), o estado estacionário não está associado a uma tecnologia estática, mas sim à capacidade de administração dos recursos dentro dos limites biofísicos do planeta Terra (DALY, 1974, p.16). Sendo assim, ele destaca três fatores que podem aumentar a eficiência dos serviços: o *design* da tecnologia, a alocação eficiente desses recursos e a questão distributiva (pois uma mesma massa de renda distribuída igualmente possibilitará maior serviço a todos). Dessa forma, a tecnologia pode contribuir para a construção do estado estacionário, ou seja, crescimento zero do *throughput*, ampliando a eficiência da utilização desse fluxo de matéria e energia. Diferentemente do que defendem alguns economistas neoclássicos, o capital natural deverá permanecer constante e não há possibilidade da economia se descolar de sua base material (JACKSON, 2009).

Daly argumenta que, em um dado momento do tempo, o crescimento econômico pode não ser benéfico para a sociedade; melhorias qualitativas nos levariam a alcançar patamares mais elevados de bem-estar social, mesmo que isso signifique não incorrer em aumento da produção e consumo. Sendo assim, o nível de bem-estar social deve ser analisado utilizando-se indicadores que remetam a melhorias qualitativas, e não quantitativas como a evolução do PIB *per capita* ou a elevação do nível de consumo, até porque o volume de recursos naturais que podemos utilizar sem incorrer em danos ambientais graves e/ou comprometer o direito das gerações futuras está em um patamar que nos possibilita no máximo manter o nível de capital e produção atuais e não ampliá-los, sendo que a revisão dos padrões de consumo atuais possui grande importância para que se alcance o desenvolvimento sustentável.

Nesta perspectiva, compreende-se que o papel da tecnologia possui uma dualidade: por um lado, ela apresenta um aspecto negativo, ao gerar externalidades negativas não conhecidas, como novas formas de poluição envolvendo dejetos e materiais tóxicos que não eram utilizados anteriormente, bem como o fato de que os avanços no desenvolvimento tecnológico impulsionam o aumento no ritmo e ampliação da escala de produção e consumo.

O setor de microeletrônica é bastante ilustrativo desse processo. As externalidades negativas geradas atualmente pelo setor de microeletrônica não poderiam ser detectadas décadas atrás. A princípio, esse setor foi considerado não poluente quando comparado a outros (LAURIDSEN; JORGENSEN, 2010); as tecnologias desenvolvidas e adotadas pelo setor não geravam grandes impactos ambientais à primeira vista, mas com a sua ampliação e

desenvolvimento ao longo dos anos foram identificados graves problemas ambientais, entre eles o direcionamento e tratamento dos resíduos sólidos da microeletrônica, que contêm diversos componentes tóxicos e são gerados em quantidades gigantescas, em razão da obsolescência tecnológica precoce dos produtos deste setor. - tais como os celulares, televisores, DVDs, microcomputadores, entre outros.

Por outro lado, a tecnologia pode ser uma aliada na busca pelo desenvolvimento sustentável, pois quando desenvolvida buscando padrões ambientais mais elevados ela pode substituir outras tecnologias poluentes atualmente adotadas, contribuindo para a redução dos níveis de degradação ambiental. Mesmo assim, isso não significa que os avanços tecnológicos possuam intrinsecamente a capacidade de transpor as barreiras biofísicas do planeta.

1.3-Economia Evolucionista

A escola evolucionista compreende que o processo de crescimento econômico está intrinsecamente relacionado ao de desenvolvimento tecnológico, sendo este último o grande responsável por ditar o ritmo como essas mudanças ocorrem. Ademais, considera-se que a economia e o desenvolvimento tecnológico são complexos e endógenos ao sistema, afetando e sendo afetados ao mesmo tempo por ele. Além disso, o processo de desenvolvimento tecnológico é não-linear e dependente de conhecimentos previamente acumulados ao longo do tempo, configurando trajetórias tecnológicas que são os “caminhos” que o desenvolvimento tecnológico percorre ao longo do tempo.

De acordo com Perez (1985), a tecnologia é o “como” e “o quê” (*how and what*) da produção e, sendo assim, está sujeita a determinações de ordem social e econômica. Avançando nessa perspectiva são apontados os conceitos de tecnologias de produto e de processo (que mais tarde dão origem às inovações de produto e processo), sendo a primeira o estoque de conhecimento sobre como criar ou melhorar os produtos e a segunda o estoque de conhecimento sobre como produzi-los. Já para Dosi (2006) a tecnologia como é “um conjunto de parcelas de conhecimento de *know-how*, métodos, procedimentos, experiências de sucessos e insucessos e também, é claro, dispositivos físicos e equipamentos”. Nessa linha de pensamento também estaria incluso no seu conceito a “percepção” acerca das alternativas tecnológicas futuras, composta pelas soluções tecnológicas do passado juntamente com o

conhecimento e realizações do *state of art* (última geração) de determinada tecnologia. De maneira complementar, Rosenberg (2006) define a tecnologia como sendo o conhecimento de técnicas e métodos que funcionam de maneiras determinadas e com consequências determinadas, mesmo quando não conseguimos explicar exatamente o porquê do processo ocorrer assim.

A partir dessas definições de tecnologia, diversos autores e organizações desenvolveram suas definições de tecnologias ambientais. Para muitos o conceito de inovação ambiental (IA), está intrinsecamente conectado com as políticas de crescimento “verde”, simbolizando uma sinergia ente o meio ambiente e políticas de inovação (Kemp & Andersen, 2004; Andersen, 2006; Andersen and Foxon, 2009, OECD, 2009). De acordo com a OECD (1997), inovações ambientais compreendem todos os tipos de inovações que geram externalidades positivas sobre o meio ambiente, sejam elas intencionais ou não, o que inclui processos, produtos e inovações organizacionais. Ainda não há nenhum consenso estabelecido e amplamente aceito sobre a definição do conceito de inovação ambiental (IA), pois não se sabe ao certo as diferentes formas de IA e seus impactos no meio ambiente. Além disso, essa distinção entre IA e inovação que não gera redução dos impactos ambientais não é tão nítida .

But whatever the term, environmental innovations are generally distinguished from innovation in general and so studied separately. Why such a distinction? Is it just because environmental innovations have initially been studied by researchers coming from the field of environmental economics? Or is it motivated by a real specificity of environmental innovations which calls for specific concepts and analytical tools? The answer to these questions requires a clarification of the definition of environmental innovations, as well as thorough analysis of their properties and determinants.
(OLTRA, 2008, p.4)

Para fins deste trabalho, utilizamos uma definição mais estrita do que a da OECD, qual seja: as inovações tecnológicas ambientais são todo processo novo ou modificado, equipamentos, produtos, técnicas e administração de sistemas que são desenvolvidos dentro de uma trajetória tecnológica, cujo foco seja a busca por padrões ambientais mais elevados, implicando redução nos níveis de degradação ambiental e/ou maior eficiência na utilização dos recursos naturais nos processos produtivos (ANDRUEL; KEMP 1998). A principal diferença entre as duas definições é que nesta última as inovações tecnológicas são intencionais.

Arundel *et. al.* (2006) desenvolveram uma classificação para os diferentes tipos de tecnologias ambientais. Primeiramente, eles as dividem em duas categorias: as inovações organizacionais e as inovações técnicas. As primeiras estão relacionadas com as mudanças estruturais na organização da firma, instituindo novos hábitos e rotinas. Já as inovações ambientais técnicas são aquelas que envolvem novos equipamentos, produtos ou processos produtivos. Esta categoria de inovações tecnológicas é detalhada por meio da seguinte tipologia:

- *Clean products* (Produtos limpos): são produtos cujo *design* foi desenvolvido para minimizar impactos ambientais durante a utilização e posterior descarte do produto no meio ambiente, ou seja, visa reduzir as externalidades ambientais negativas decorrentes do consumo do produto e da sua destinação final pós-consumo (na forma de lixo ou resíduo);
- *Cleaner production* (Produção limpa): são processos integrados com mudanças no sistema de produção que visam reduzir o volume de poluentes e desperdício de materiais – incluindo recursos naturais – durante o processo produtivo;
- *Pollution Control* (Controle da poluição): tecnologias que visam prevenir de forma direta a eliminação de materiais tóxicos e poluentes no meio ambiente;
- *Recycling* (reciclagem): são novos processos produtivos que utilizam materiais que antes eram considerados resíduos, visando reduzir a quantidade de material que é despejado no meio ambiente;
- *Wastes management* (controle de dejetos): são sistemas desenvolvidos para gerenciar e tratar de todos os tipos de dejetos.
- *Clean-up* (tecnologias de limpeza): tecnologias desenvolvidas para tratar de uma área que já sofreu poluição, como por exemplo, uma área que sofreu derramamento de petróleo.

Dessas tecnologias, consideramos que as do tipo *Clean products* e *Cleaner production* são radicais, e por isso estão sujeitas aos problemas de rigidez de mercado. Já as demais podem ser consideradas incrementais ou, nas palavras de Kemp (1992), do tipo *end-of-pipe*, que na tradução literal significa tecnologias do “fim do cano”, sendo mais facilmente adotadas, pois não exigem mudanças de hábitos e rotinas e os custos de sua adoção são inferiores.

Além disso, grande parte das tecnologias “tradicionais” passou por um longo período de adaptação e inovação incremental, o que as torna superiores em vários aspectos (custo de produção, preço, desempenho), quando comparadas com as novas tecnologias “limpas”. Essa situação desestimula a adoção destas novas tecnologias, o que por sua vez reduz as

oportunidades de investimento no desenvolvimento incremental das mesmas (o que poderia eventualmente reduzir o diferencial de desempenho entre ambas), configurando-se no problema de falta de incentivos para incorrer em mudanças no sistema. Dessa maneira, é importante utilizar uma análise que englobe todas as relações envolvidas no processo de desenvolvimento de tecnologias ambientais, para que possamos identificar as mudanças que ocorrem no sistema, que fazem com que elas sejam desenvolvidas.

Segundo os principais autores da corrente neo-schumpeteriana (Dosi, 1988; Nelson & Winter, 1982; Perez, 1985; Pavitt, 1984), cada tecnologia tem características distintas no que se refere às suas condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade, irreversibilidade e outras externalidades que compõem as principais causas das diferenças inter-setoriais no que se refere aos processos de mudança tecnológica, assim como o conhecimento técnico utilizado nesses processos também tem certas características (especificidade, complexidade e tacitividade) que implicam que as oportunidades de inovação e as capacitações para persegui-las sejam locais e específicas às firmas. Dessa forma, cada tecnologia (definida por Dosi como um *paradigma tecnológico*) tem uma determinada “produtividade inovativa” e determinadas oportunidades específicas, influenciadas, por exemplo, pela base de conhecimento e pelas interações entre clientes e fornecedores. A ideia geral é que as oportunidades tecnológicas são restritas a cada tecnologia e que o aparecimento destas varia entre os diversos setores da economia.

De acordo com Freeman (1986), uma forma de classificação dos processos de mudança tecnológica se inicia com a distinção entre inovações incrementais, inovações radicais e revoluções tecnológicas. As primeiras se referem a pequenas e contínuas melhorias nos produtos ou nos processos de produção já existentes, sem alterações significativas na estrutura produtiva e do mercado. Já as segundas se referem à introdução de novos produtos ou processos de produção, eventos descontínuos que podem eventualmente levar as firmas de um ou mais setores a fazerem sérios ajustes tanto no modo de produção quanto no produto em si. Por último, as revoluções tecnológicas seriam provocadas por mudanças tecnológicas profundas, com a emergência de grupos inteiramente novos de produtos ou processos, transformando de forma radical os métodos de produção e as estruturas de custo das firmas como, por exemplos, a introdução da eletricidade e o surgimento do circuito interno na microeletrônica.

Na economia evolucionista destaca-se a abordagem de SI. Essa abordagem vem sendo amplamente utilizada para o estudo da inovação tecnológica, à medida que se reconhece a importância de compreendê-la não como um processo linear e restrito às firmas, mas sim como um processo sistêmico e complexo no qual diversos elementos se influenciam e se complementam, evoluindo de forma conjunta e moldando as trajetórias tecnológicas. De forma geral, um SI pode ser definido como uma rede de organizações públicas e privadas cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1987; EDQUIST, 1997). Um desdobramento do SI é a abordagem de Sistemas Setoriais de Inovação (SSI), que tem como objetivo principal analisar os processos de inovação tecnológica relacionados a um determinado setor da economia (MALERBA, 2002).

Para compreender a dinâmica e as fronteiras de um SSI, é necessário analisar as transformações nas diferentes dimensões⁵ (*building blocks*) que formam sua estrutura, sendo elas: 1) o comportamento da demanda do mercado; 2) o regime tecnológico e a base de conhecimentos utilizados nas atividades inovativas do setor; 3) os atores e suas relações e 4) as instituições que determinam o comportamento dos atores e da demanda (BRESCHI; MALERBA, 1997; MALERBA, 2002; MALERBA; MANI, 2009).

Quanto à primeira dimensão, as diversas rotinas, inércia e hábitos que os consumidores/usuários adotam em relação ao consumo têm o poder de estimular a criação de novos mercados (demandando o desenvolvimento de novos produtos para nichos específicos, por exemplo) e desencadear (ou impedir) mudanças nos produtos existentes (influenciando as respectivas trajetórias tecnológicas) através dos seus hábitos de consumo e da percepção das firmas sobre as expectativas e valores dos consumidores. O comportamento da demanda pode modificar-se devido a mudanças no ambiente econômico, social e cultural, bem como em virtude de alterações no nível de conhecimento dos consumidores, ao exigir produtos de maior qualidade ou que atendam a gostos específicos, fatores que exigem das firmas constantes investimentos em diferenciação ou criação de novos produtos. A demanda também influencia os processos inovativos por meio das capacitações absorptivas dos usuários responsáveis por testar novos produtos (*experimental users*): são consumidores que mantêm contato direto com as firmas e conseguem identificar falhas e oportunidades em seus produtos, gerando conhecimentos importantes para seus processos de desenvolvimento incremental.

A segunda dimensão setorial diz respeito à identificação das características do regime tecnológico, em termos de domínio tecnológico, da base e dos fluxos de conhecimento⁶ utilizados pelos diversos atores em seus processos inovativos num determinado setor. O regime tecnológico (RT), que de acordo com a definição de Nelson e Winter (1982) basicamente representa procedimentos e características usuais das estratégias de inovação das firmas, tem um papel fundamental na definição da estrutura industrial de um sistema setorial de inovação: suas características fundamentais (condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade do conhecimento e a natureza da base de conhecimento) determinam parcialmente⁷ a dinâmica e a intensidade dos processos de competição e seleção, além das fronteiras setoriais.

A base de conhecimentos do setor também define parcialmente sua dinâmica inovativa em função das oportunidades de desenvolvimento de novos produtos ou processos, a partir da criação ou recombinação dos pacotes de conhecimentos que são o resultado das pesquisas aplicadas desenvolvidas pelos atores do sistema (os quais incluem as universidades e centros de pesquisa públicos) ou mesmo pela absorção de conhecimentos técnicos advindos de outros setores. Adicionalmente, a falta de conhecimentos necessários para se desenvolver determinada tecnologia também pode ser uma importante fonte de falhas no sistema, ainda que todos os outros elementos (demanda, instituições, atores) trabalhem no sentido de encorajar tal desenvolvimento.

Os atores, a terceira dimensão do SSI, são efetivamente os responsáveis pelos processos de mudança tecnológica. Suas características e suas inter-relações constituem também determinantes da dinâmica inovativa do setor. Em geral, os “atores principais” (*key actors*) são as firmas produtoras dos bens que caracterizam o setor e/ou seus componentes. Estas são as principais geradoras e usuárias das novas tecnologias e a unidade de análise básica dos estudos industriais. No entanto, outras instituições, como universidades, agências de financiamento e organizações governamentais, também têm um papel importante. Esses atores, muitas vezes considerados como “coadjuvantes”, dão suporte fundamental às firmas nos processos de inovação – incluindo a difusão tecnológica, especialmente nos casos em que a geração de conhecimentos mais básicos se faz necessária para o desenvolvimento inovativo do setor.

⁶ Não apenas o conhecimento tecnológico, mas o conhecimento acerca da demanda do mercado, conhecimento organizacional etc.

⁷ As fronteiras setoriais e os mecanismos de seleção também são determinados pela dinâmica da demanda, e a competitividade também é determinada pela organização interna das firmas.

O papel de cada um desses atores pode variar de acordo com o tempo e o setor analisado, tendo maior ou menor importância no sistema dependendo de como se comportam algumas variáveis, como as restrições de capital, a importância da pesquisa científica e o papel de cada firma na cadeia de valor. Além disso, cada um tem diferentes objetivos, competências e comportamentos que influenciam o sistema.

Por último, a dimensão referente às instituições, segundo a definição mais aceita pela abordagem de SI (EDQUIST, 1997; MALERBA, 2002) consiste nas normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, contratos, regras, leis e demais padrões que influenciam a visão, os gostos e o comportamento dos agentes e da demanda. Estes, por sua vez, alteram a dinâmica dos processos inovativos, seja por meio de exigências técnicas ou incentivos à atividade inovativa pelos agentes, seja pelas formas de proteção da propriedade intelectual que garantem às firmas inovadoras a apropriação dos lucros derivados das tecnologias desenvolvidas.

Para facilitar a análise empírica, as instituições podem ser divididas em duas categorias: as do tipo *hard* e as *soft* (NORTH, 1990). As primeiras são instituições formais que estimulam (ou restringem) os esforços inovativos dos atores do sistema, como os instrumentos políticos (legais). As segundas são as normas implícitas que regem o comportamento dos atores e da demanda, como as regras sociais, o espírito firmarial, a atmosfera cultural, aversão ao risco etc. As principais instituições do tipo *hard* são as instituições de política, que representam as diversas formas pelas quais os formuladores de políticas influenciam direta e indiretamente nos processos de inovação dos diversos setores da economia. São exemplos de instituições de política as leis de inovação e proteção da propriedade intelectual e incentivos fiscais relacionados às atividades inovativas pelas firmas, além de normas e padrões técnicos, impostos, tarifas alfandegárias, leis e políticas ligadas à competitividade e infraestrutura etc. De maneira geral, são instituições formais baseadas em fundamentos legais, criadas conscientemente pelos *policy makers* em diversos níveis (nacional, regional, setorial, local). Dependendo dos instrumentos utilizados e do contexto em que são aplicadas, as instituições podem incentivar ou restringir os processos de mudança tecnológica. Na verdade, um mesmo instrumento pode exercer diferentes impactos na inovação dependendo do setor analisado (OLTRA; SAINT JEAN, 2008).

Todas as dimensões de um SSI interagem e se influenciam mutuamente em determinado nível, específico a cada setor. As firmas têm reações de vários tipos na tentativa de “sobreviver” aos mecanismos de seleção inseridos nesse ambiente particular, e suas

estratégias acabam por influenciar o próprio ambiente. Nos SSI também se verifica a presença de problemas de rigidez (*hardness*): os processos de criação e desenvolvimento de novas tecnologias dependem, dentre outros fatores, das capacitações tecnológicas das firmas e do estoque de conhecimentos disponível, que por sua vez são marcados por dependência da trajetória (*path dependence*) (DOSI, 1988). Esses fatores, por vezes, impedem ou dificultam a transição entre diferentes estágios do desenvolvimento tecnológico e são geralmente relacionados a fenômenos como a dependência da trajetória, de acumulação de conhecimento, a existência de *lock-ins*, a incapacidade das firmas de se adaptarem a novos ambientes, a dificuldade de alterar uma infraestrutura (física e/ou institucional) estabelecida, entre outros.

Dentre os principais problemas de rigidez, Woolthuis *et al.* (2005) e Weber e Rohracher (2012) destacam dois grandes grupos: rigidez estrutural e rigidez transformacional. No primeiro grupo, que compreende as falhas relacionadas à estrutura do sistema, podemos identificar as seguintes:

- rigidez na infraestrutura: déficits na infraestrutura física necessária para desenvolver as atividades inovativas, pois a infraestrutura existente está moldada de acordo com o padrão tecnológico existente;

- rigidez institucional: falta de estrutura institucional necessária para a criação/difusão de novas tecnologias. A estrutura institucional refere-se tanto às instituições do tipo *hard*, ou seja, os instrumentos políticos, quanto as instituições do tipo *soft*, referentes a questões culturais, normas sociais e valores fundamentais da sociedade;

- rigidez na interação: deficiência nas interações (entre os atores) necessárias para desenvolver as novas tecnologias. Muitas vezes, elas não estão relacionadas à falta de interação entre os atores, pelo contrário, elas podem estar ligadas à existência de interações muito densas, embora relacionadas às tecnologias “tradicionais”. Portanto, existiria uma dificuldade em gerar e difundir conhecimentos acerca de novas tecnologias nessas redes complexas;

- rigidez nas capacitações: refere-se à falta de capacitações tecnológicas, absorptivas e organizacionais necessárias para as firmas se adaptarem a mudanças no ambiente e a novas oportunidades tecnológicas;

Os problemas de rigidez transformacional, por sua vez, não estão necessariamente relacionados à estrutura, mas sim às características de cada processo de transição. Os autores identificam as seguintes falhas:

- rigidez direcional: não é preciso apenas gerar inovações eficientemente, mas também gerar inovações que contribuam para direções específicas de mudança tecnológica que atendam às necessidades da sociedade, nem sempre relacionadas à eficiência técnica e econômica. Muitas vezes essa rigidez é verificada nos casos em que existe “miopia” por parte das firmas e dos *policy makers*, que formulam suas estratégias baseados em cenários de curto prazo. É possível também que não haja consenso suficiente entre os diversos atores envolvidos sobre qual direção o desenvolvimento tecnológico deve seguir, sendo assim opta-se por seguir o panorama tecnológico existente ao invés de direcionar suas atividades para o desenvolvimento de tecnologias que requerem modificações desses panoramas.

- rigidez de articulação da demanda: refere-se à incapacidade por parte das firmas em antecipar e reconhecer as necessidades de seus usuários e utilizar esse conhecimento no desenvolvimento de novos produtos.

- rigidez de coordenação política: insuficiência de coordenação das políticas necessárias ao desenvolvimento de novas tecnologias nos diferentes níveis (setorial, nacional, local e supranacional).

- rigidez reflexiva: está associada à incerteza fundamental que envolve os processos de mudança tecnológica. Trata-se da falta de auto governança entre os atores do sistema e monitoramento dos progressos em direção aos objetivos do sistema, uma vez que suas transformações já estejam em curso.

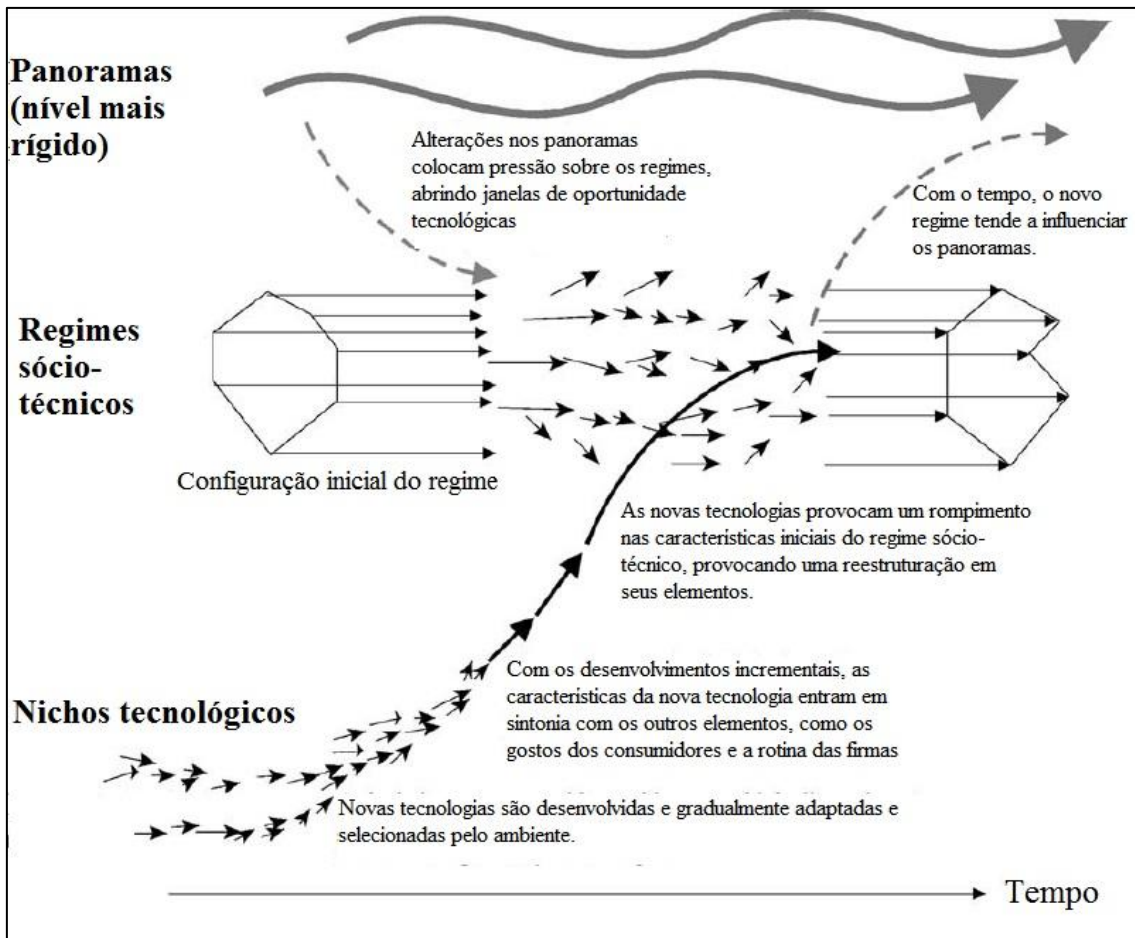
Recentemente, diversos autores vêm contribuindo com novos elementos para a análise de SSI, visando especialmente explicar o fenômeno das transições tecnológicas rumo ao desenvolvimento sustentável. Um exemplo é o dos autores que tratam das transições sistêmicas, ou seja, a forma com que um sistema de inovação transforma sua estrutura e funcionamento ao longo do tempo como resultado de alterações no comportamento e natureza dos seus elementos (WEBER & ROHRACHER, 2012). Essa abordagem utiliza o conceito de sistemas sociotécnicos: segundo Geels (2004), os sistemas sociotécnicos ampliam a análise de SSI, englobando - além das dimensões econômica e técnica- também a dimensão social da mudança tecnológica, ou seja, a forma como as tecnologias influenciam (e de certa forma, determinam) o comportamento da sociedade e vice-versa.

Nesse sentido, destaca-se a abordagem de *multi-level perspectives* (perspectivas multi-níveis, numa tradução livre), que busca entender de forma ainda mais ampla como se dá a introdução e difusão de uma inovação tecnológica radical, desde sua introdução no mercado através de nichos tecnológicos até sua incorporação pelos “regimes sociotécnicos” e “panoramas” (*landscapes*), tornando-se uma tecnologia amplamente difundida (Ver Figura 4) (RIP & KEMP, 1998; GEELS, 2002; GEELS 2004). Os nichos seriam as “incubadoras” para gestação das novas tecnologias, protegendo-as da seleção do mercado “principal” (*mainstream market*) e criando um ambiente no qual os agentes têm tempo e espaço para aprender mais sobre o funcionamento e as características técnicas e aumentar a sintonia entre tais características e os outros elementos, como os gostos dos consumidores e o ambiente institucional. Nos nichos, as regras e instituições são flexíveis e o comportamento das firmas privilegia a experimentação ao invés da adoção de rotinas.

À medida que o *design* e as características de uma tecnologia vão se consolidando, ela vai se difundindo e passa a influenciar os “regimes sociotécnicos” (Ver Figura 4), que são os caminhos pelos quais o desenvolvimento tecnológico percorre e que se diferenciam dos nichos pelo estabelecimento de *networks* entre os agentes, por terem regras menos flexíveis e um compromisso maior com a adoção de rotinas de desenvolvimento tecnológico e comportamento das firmas, demanda e instituições. Em outras palavras, a adoção contínua das novas tecnologias faz com que as atividades de desenvolvimento tecnológico de um setor passem a considerá-las como elementos cada vez mais importantes.

Por fim, quando uma tecnologia é amplamente adotada num setor, ela passa a influenciar os “panoramas”, que são os aspectos exógenos que influenciam o desenvolvimento tecnológico e se caracterizam por serem os elementos mais rígidos. Compõem os panoramas, entre outros fatores, os valores e as crenças compartilhadas pelos consumidores e a infraestrutura material que dá suporte às tecnologias estabelecidas (GEELS, 2004). Portanto, segundo essa abordagem, as mudanças tecnológicas mais profundas teriam início a partir do desenvolvimento de novos nichos ou a partir de mudanças exógenas nos panoramas setoriais.

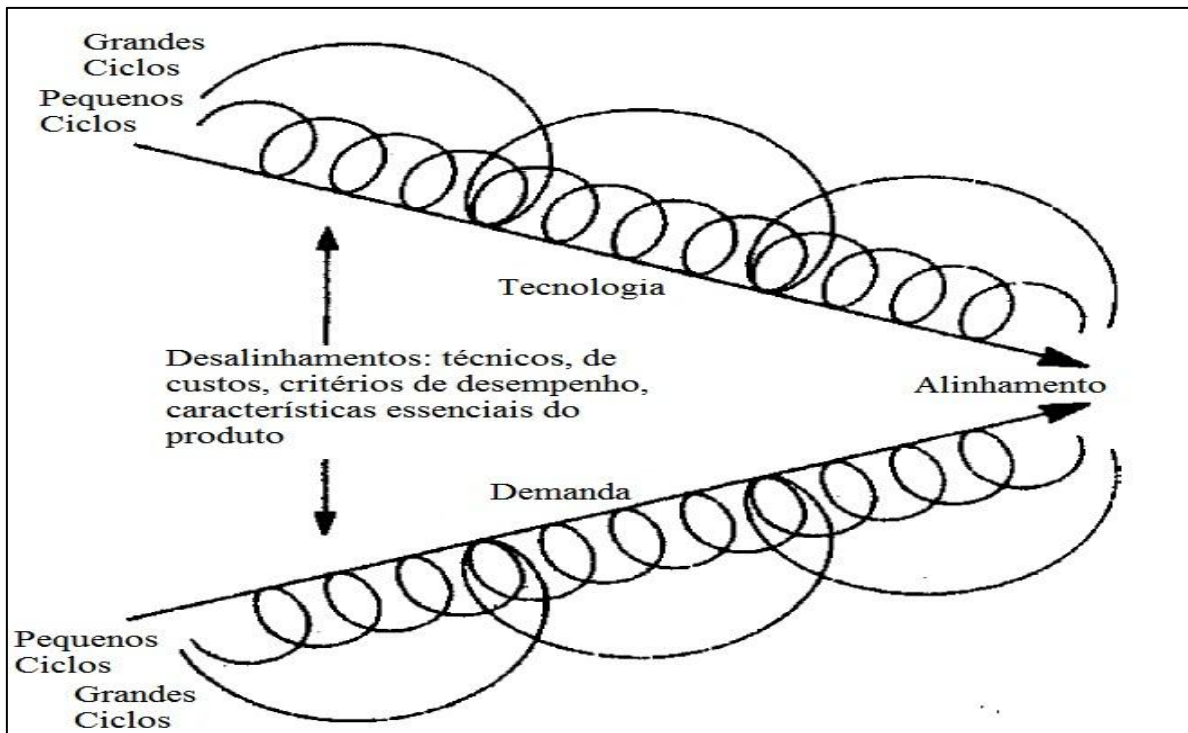
Figura 4- A perspectiva “multi-níveis” da dinâmica tecnológica



Fonte: Adaptado de Geels (2004).

Uma das vantagens dos sistemas sociotécnicos é a melhor compreensão dos processos de múltiplas adaptações e *feedbacks* (co-evolução) entre o regime tecnológico e o comportamento da demanda, um fenômeno importante para explicar a transição para tecnologias “limpas”. Estes processos são marcados por ciclos curtos e longos de adaptação tecnológica incremental e de adaptação do comportamento dos usuários. Uma vez que o comportamento dos usuários esteja alinhado com as características técnicas dos produtos, é muito difícil recomeçar o processo (o que significaria alterar características do “panorama” a partir da introdução de novas tecnologias), introduzindo uma tecnologia que esteja desalinhada do comportamento dos usuários (Figura 5).

Figura 5- A co-evolução da tecnologia e da demanda



Fonte: Adaptado de Leonard-Barton (1988 *apud* GEELS, 2004).

A abordagem de perspectivas multi-níveis consegue interligar a dinâmica do sistema em diversos níveis, desde os micro-processos de formação de nichos tecnológicos, passando pela transformação dos regimes sociotécnicos (meso-processos) até os macro-processos de transformação dos panoramas (*landscapes*), que seriam uma descrição do ambiente setorial de forma ampla. Entretanto, essa abordagem não possui o rigor analítico da abordagem de SSI. Nesse sentido, trabalhos como o de Weber & Rohracher (2012) e Markard & Truffer (2008) defendem a combinação de elementos das abordagens de SSI e Perspectivas Multi-níveis para que se possa compreender a dinâmica inovativa dos setores, principalmente em relação à introdução e difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis: a construção da análise de SSI através dos seus respectivos *building blocks* seria acompanhada da análise dos nichos, regimes sociotécnicos e panoramas referentes ao setor em questão. Esta combinação geraria um conjunto de instrumentos analíticos satisfatórios para a investigação das transições tecnológicas rumo a padrões ambientalmente sustentáveis.

1.4 – Determinantes das Inovações Ambientais

Embora diversos problemas de rigidez estejam presentes no processo de desenvolvimento de uma tecnologia ambiental, existem, também, motivações para o seu desenvolvimento. Como foi dito anteriormente, a opção de desenvolver uma IA não se baseia, exclusivamente, na busca por redução dos custos de produção e maior eficiência ou *performance* do produto. Sendo assim, os outros agentes envolvidos no processo de desenvolvimento tecnológico possuem papel de destaque, a saber, os consumidores quando expressam suas preferências por produtos verdes e as instituições que geram incentivos e sinalizam o direcionamento do desenvolvimento tecnológico. Os elementos que influenciam o desenvolvimento de inovações ambientais também se diferem entre os que estão relacionados ao desenvolvimento de processos e os que estão relacionados com o desenvolvimento de produtos, sendo o último influenciado em maior grau por consumidores e pela disponibilidade a pagar por bens ecologicamente corretos; já as inovações ambientais de processo são influenciadas em maior grau pelas estratégias de inovação de cada firma (LUSTOSA, 1999).

Diversos autores apontam a regulação como o principal determinante das inovações tecnológicas ambientais, pois ela consegue “sinalizar” para as firmas qual trajetória deve ser seguida, rompendo o *lock-in* de determinadas trajetórias tecnológicas. A forma, como ela “sinaliza” e atua pode incentivar o desenvolvimento de mais tecnologias do tipo *end-of-pipe*, ou pode gerar novas tecnologias que também gerem vantagens competitivas, ou seja, pode caracterizar uma situação ‘*win-win*’ tal qual definida pela “hipótese de Porter” (PORTER & VAN DER LINDE, 1995). De acordo com estes autores, as inovações tecnológicas ambientais induzidas por regulações mais rigorosas podem gerar benefícios econômicos e ambientais ao mesmo tempo, rompendo com a ideia de relação conflitiva (*trade-off*) entre a busca de lucros privados e melhorias ambientais⁸.

Os resultados da regulação dependem, portanto, do tipo de instrumento regulatório adotado, além do contexto e da estrutura na qual ele é inserido. Dependendo da forma como essa regulação é desenvolvida, ela pode não gerar nenhum incentivo ao desenvolvimento de processos ou produtos mais limpos, não gerando nenhum tipo de impacto positivo sobre o meio ambiente (ARUNDEL, *et al.*, 2007). Além disso, é necessário que a regulação tenha levado em consideração todos os problemas ambientais relacionados a cada tipo de tecnologia (JAFFE *et al.*, 2000), o que é difícil de analisar, uma vez que o desenvolvimento das

⁸ Sobre a “hipótese de Porter” e sua vinculação ao debate sobre inovação tecnológica na transição para uma economia verde, ver ALMEIDA (2012).

tecnologias modernas é tão complexo, envolvendo tantos elementos, que não é possível prever as externalidades que cada uma delas vai gerar para o meio ambiente ao longo dos anos (KEMP& SOETE, 1992).

Sendo assim, podemos inferir que as inovações tecnológicas ambientais não se limitam a uma resposta direta às regulações vigentes; é algo mais complexo que exige esforços adicionais de estudos e pesquisas para sua compreensão. O quadro abaixo faz um resumo dos determinantes das inovações tecnológicas ambientais; embora não apresente esses determinantes numa visão sistêmica, pode auxiliar na compreensão desses fatores.

Quadro 1 - Determinantes das inovações tecnológicas ambientais

Regulações e determinantes de políticas	Instrumentos de política ambiental: instrumentos econômicos e regulatórios Antecipação das regulações ambientais Design da regulamentação: rigor, flexibilidade, tempo
Determinantes do lado da oferta	Redução de custos, aumento da produtividade Inovações organizacionais: sistema de gestão ambiental, extensão da responsabilidade do produtor Atividades de P&D Relações industriais, pressão da cadeia de abastecimento, <i>network</i>
Determinantes do lado da demanda	Consciência ambiental e preferência dos consumidores por produtos ambientalmente responsáveis Aumento esperado do <i>market-share</i> ou abertura de novos mercados

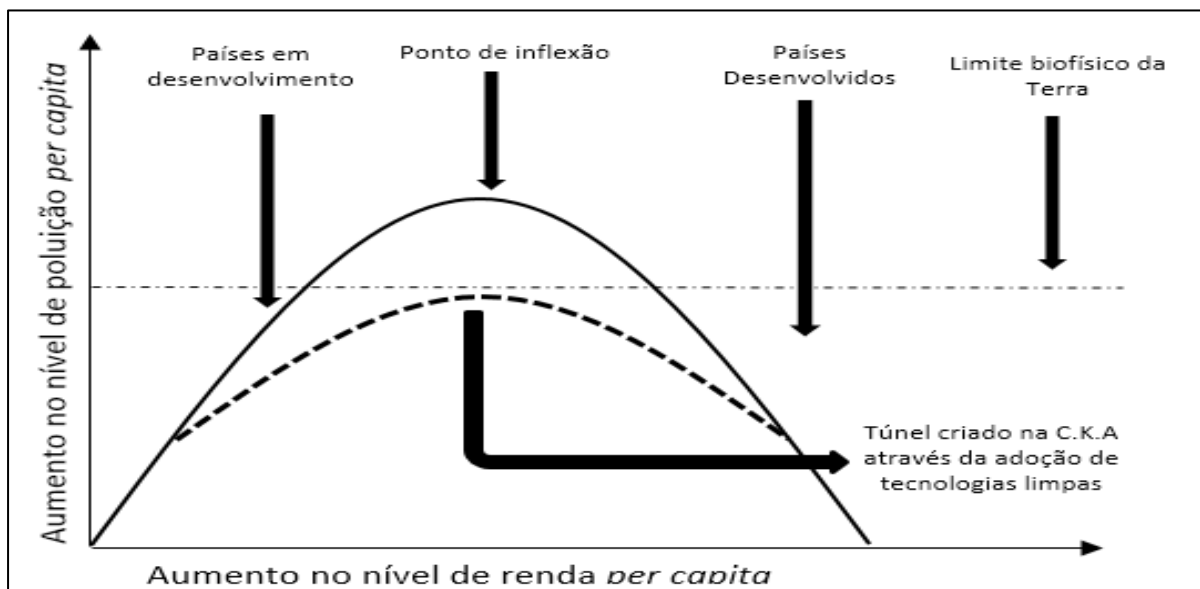
Fonte: OITRA (2008)

Deve-se lembrar que o regime tecnológico tem grande influência na trajetória tecnológica. Assim, de acordo com Oltra (2008), a ideia básica é que ‘regimes tecnológicos e ambientais’ moldam padrões setoriais de inovação tecnológica. Vale ressaltar que nem todas as firmas da indústria seguem necessariamente o mesmo padrão, pois elas podem ter diferentes trajetórias tecnológicas. Ainda segundo a autora, existem determinantes tecnológicos que devem ser levados em consideração na análise setorial, quais sejam: oportunidades tecnológicas relacionadas ao meio ambiente, barreiras tecnológicas à entrada, condições de apropriabilidade, cumulatividade, base de conhecimento, etc.

1.5 Iniciativa “Rumo à Economia Verde”: importância da inovação ambiental no processo de *Decoupling*

Recentemente, trabalhos da *United Nations Environment Programme* (UNEP/PNUMA) se concentram em estudar a contribuição de tecnologias menos poluentes para um desenvolvimento sustentável. Entre eles, destaca-se a ideia de *decoupling* (desacoplamento), pela qual a adoção de tecnologias “verdes” no lugar das tecnologias tradicionais seria capaz de gerar o desacoplamento entre crescimento econômico e degradação ambiental, possibilitando a continuidade da expansão da economia, sem incorrer em maiores níveis de poluição ou elevação de demanda por recursos naturais. Dessa forma, todos os países em desenvolvimento poderiam, mediante a adoção de tecnologias “verdes”, dar continuidade à expansão dos seus processos produtivos sem “esbarrar” nos limites biofísicos da Terra, ou seja, a adoção desse tipo de tecnologia possibilitaria a construção de um “túnel” na CKA, de forma que os países pudessem passar da primeira fase da curva para a última sem alcançar seu ponto máximo (ver figura 6).

Figura 6 - Túnel criado na Curva de Kuznets Ambiental através da adoção de tecnologias “limpas”

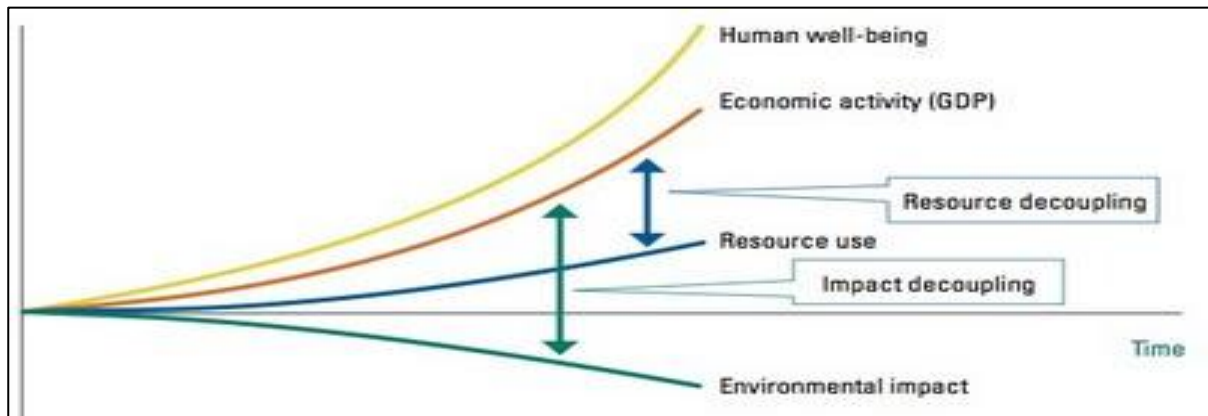


Fonte: Formatação própria com base em UNEP (2011).

A iniciativa “rumo à economia verde” da UNEP foi lançada após a crise econômica de 2008, com o objetivo de promover o crescimento econômico sustentável, que ocorreria por meio do desacoplamento (ver figura 7), de duas maneiras: i) desacoplando o crescimento econômico de pressões ambientais decorrentes da demanda por recursos naturais (*inputs*); e ii) desacoplando o crescimento econômico da geração de poluição (*outputs*). O “carro-chefe”

para a concretização desse processo seria um crescimento orientado por normas e regulações que incentivassem o desenvolvimento e adoção de tecnologias “verdes” em setores chaves, tais como: agricultura, edificações, energia, pesca, silvicultura, indústria, turismo, transporte, água e gestão de resíduos.

figura 7- Desacoplamento entre crescimento econômico e degradação ambiental



Fonte: UNEP (2011).

De acordo com UNEP (2011), o grande entrave para que o processo de *decoupling* ocorra reside no fato de que a maior parte das inovações ambientais detectadas pela UNEP até então focam no que ela chama de “*impact decoupling*”, ou seja, priorizam o desenvolvimento de soluções tecnológicas para redução do impacto nos níveis de poluição, sendo que também é fundamental para o processo de *decoupling* o avanço no desenvolvimento de tecnologias que aumentem a eficiência na utilização dos recursos naturais (*resource decoupling*)

As inovações que foram desenvolvidas até o presente, em sua grande maioria, se preocupavam com a competitividade e com o crescimento econômico, contribuindo para um aumento “extraordinário” da produtividade (produção), consumo e atividade econômica, além de melhores níveis de qualidade de vida. Entretanto, isso vem ocorrendo em uma trajetória insustentável. Sendo assim, as inovações precisam ser direcionadas para aumento da produtividade dos recursos naturais utilizados nos processos produtivos e recuperação ambiental. Ainda de acordo com UNEP (2011), esse desequilíbrio ocorreu, pois a primeira geração de investimentos em inovação focou na produtividade do trabalho e melhor eficiência e *performance* dos produtos. Devido a isso, a segunda geração de tecnologias precisa focar na produtividade dos recursos naturais para a transição a uma economia verde.

Em síntese, o grande gargalo para que se alcance um desenvolvimento sustentável com crescimento econômico está na capacidade de gerar inovações tecnológicas ambientais,

que elevem a produtividade dos recursos. Dessa maneira, acredita-se então que é necessária uma coordenação entre os diversos agentes envolvidos no processo de desenvolvimento tecnológico, para fomentar esse tipo de tecnologia. Ainda nessa perspectiva, o papel de coordenador-chave caberia ao Estado, além de manter o marco regulatório, atribuindo-lhe as funções de direcionar os recursos financeiros para esta finalidade, bem como de principal financiador das atividades inovativas. Sendo assim, esta é uma oportunidade para desenvolver "sistemas sustentáveis de inovação" ou "sistemas de sustentabilidade orientadas para a inovação" (Stamm et al, 2009 apud UNEP, 2011) no qual a coordenação entre os agentes, mediada pelo Estado, é capaz de desenvolver de "tecnologias verdes" com as características necessárias para fazer a dissociação entre crescimento econômico e degradação ambiental. Esta pode ser uma alternativa de modelo de desenvolvimento econômico, principalmente para os países em desenvolvimento, que poderiam aproveitar essa oportunidade para fazer o "catching up" rumo a uma economia verde, tal qual definida pela UNEP (2011).

1.6 - Considerações Parciais

A relação entre o avanço tecnológico e o meio ambiente é complexa e paradoxal (HEKKERT *et al.*, 2007). De um lado, grande parte da agressão ao meio ambiente pode ser atribuída às modernas tecnologias de produto e de processo, que foram desenvolvidas e gradualmente melhoradas ao longo de décadas sem, no entanto, levarem em consideração a questão ambiental. Por outro lado, o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes certamente é um dos maiores aliados na busca pela redução do impacto ambiental.

Nesse sentido, aumenta o consenso de que seriam necessárias mudanças radicais nas tecnologias de produto e processo atuais, de forma a utilizar com mais eficiência os recursos naturais e reduzir significativamente seu impacto sobre o meio ambiente. Dessa maneira, devido à alta complexidade existente nos processos de desenvolvimento tecnológico atuais, os estudos sobre tecnologia devem compreender os seus processos de criação, seleção e desenvolvimento. Sendo assim, não devemos nos ater ao estudo da tecnologia em si, mas em suas relações socio-técnicas, considerando também o papel da sociedade e seus atores, tais como: a estrutura da demanda e da oferta, a infraestrutura, entre outros; pois a tecnologia utilizada precisa estar em equilíbrio com esses fatores (KEMP; SOETE, 1992).

A cada dia aumenta-se o consenso de que serão necessárias mudanças radicais nas tecnologias de produto e processo atuais, de forma a utilizar com mais eficiência os recursos naturais e reduzir significativamente seu impacto sobre o meio ambiente. Como apontam

Kemp et al. (2007), o desenvolvimento sustentável é um processo que envolve múltiplas transições tecnológicas. Cada uma dessas transições envolve, por sua vez, processos de co-evolução entre os elementos dos sistemas de inovação de cada setor.

O fato é que, talvez pela primeira vez na história moderna, tenta-se alterar deliberadamente a trajetória de desenvolvimento tecnológico em direções que não geram, necessariamente, produtos superiores ou processos mais eficientes do ponto de vista do bem estar material da sociedade e dos custos de produção. Nesse processo, estão presentes diversas “rigidezes” (*hardness*): os processos de criação e desenvolvimento de novas tecnologias dependem, dentre outros fatores, das capacitações tecnológicas das firmas e do estoque de conhecimentos disponível, que por sua vez são marcados por dependência da trajetória (DOSI, 1988). Além disso, grande parte das tecnologias “tradicionais” passou por um longo período de adaptação e inovação incremental, o que as torna superiores em vários aspectos (custo de produção, preço, desempenho), quando comparadas com as novas tecnologias “limpas”. Essa situação desestimula a adoção dessas novas tecnologias, o que por sua vez reduz as oportunidades de investimento no desenvolvimento incremental das mesmas (o que poderia eventualmente reduzir o diferencial de desempenho entre ambas), configurando-se num problema do tipo *chicken and egg*, em que não há incentivos para incorrer em mudanças no sistema.

As rigidezes mencionadas não se manifestam apenas em aspectos técnicos, pois as tecnologias não são “instrumentos neutros”, mas sim elementos que alteram gradualmente nossas percepções, padrões de comportamento e atividades. Esta relação ocorre também no sentido inverso: o comportamento e as percepções da sociedade têm o poder de alterar ou ainda dificultar a alteração das trajetórias de desenvolvimento tecnológico, e o mesmo vale para o ambiente institucional.

Sendo assim, a cada dia a necessidade de mudanças tecnológicas profundas e contínuas visando alcançar estágios superiores de desenvolvimento sustentável e torna mais aparente e por sua vez, vem sendo defendida por autores de diversas escolas de pensamento sob diferentes pontos de vista. Especificamente dentre os autores que tratam de temas relacionados à Economia da Inovação e Organização Industrial, merece destaque o trabalho de Christopher Freeman, que já em 1996 defendia a idéia de que mudanças na trajetória tecnológica rumo ao desenvolvimento sustentável seriam indispensáveis (FREEMAN, 1996), bem como diversos outros trabalhos de autores respeitados (KEMP & SOETE, 1992; MOWERY et. al., 2010; PORTER & van der LINDE, 1995) que também discutem a questão

da mudança tecnológica e sustentabilidade. Entretanto, há um consenso geral entre os autores citados de que esse processo de mudança tecnológica possui um caráter complexo e sua análise – particularmente a análise dos mecanismos que induzem ou dificultam essa mudança - ainda é bastante limitada, o que implicaria na necessidade de uma perspectiva analítica igualmente complexa e dinâmica.

Além disso, devido à alta complexidade envolvida nos processos de desenvolvimento tecnológicos atuais, estes podem trazer consigo externalidades negativas sobre o meio ambiente que só conseguimos captar após seu amplo processo de difusão. Este é o caso, por exemplo, das tecnologias desenvolvidas no setor eletrônico, que inicialmente foi considerado não poluente, quando comparado a outros setores, principalmente os da indústria de extração. Mas ao longo do tempo, na medida em que o setor foi crescendo e se desenvolvendo, as externalidades negativas causadas por ele se tornaram visíveis, de forma que, atualmente, existe uma grande discussão acerca do tratamento dos resíduos sólidos do setor, uma vez que seus produtos possuem elementos tóxicos em sua composição.

Sendo assim, para evitar a poluição através desses resíduos tóxicos é necessária a incorporação de uma tecnologia que fabrique novos produtos livres desse tipo de substância, entretanto, para que as firmas desenvolvam e incorporem essas novas tecnologias são necessárias modificações profundas, como por exemplo, alterações na infraestrutura das fábricas, bem como o estabelecimento de novas relações com novos fornecedores de matérias-primas.

CAPÍTULO 2 – O SETOR ELETRÔNICO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

Este capítulo analisa os problemas ambientais relacionados ao setor eletrônico focando na importância do desenvolvimento de inovações tecnológicas ambientais para a busca de um padrão ambiental mais elevado. O principal objetivo deste capítulo é apontar e discutir os principais problemas ambientais existentes e suas possíveis soluções, além disso, também é feita uma discussão das principais regulações existentes e sua contribuição para o desenvolvimento de inovações tecnológicas ambientais. Para desenvolver essa análise, a metodologia deste capítulo se baseia em uma revisão bibliográfica e em dados secundários do IBGE, OECD, PINTEC, *DECISION*, BNDES, entre outros.

A estrutura do capítulo está dividida em quatro seções. A primeira seção identifica o setor eletrônico e o escopo de análise deste trabalho, apontando brevemente as características básicas do setor eletrônico global e nacional. Adicionalmente, a análise desta primeira seção destaca dois aspectos fundamentais: i) a importância do Brasil no setor eletrônico; ii) o consumo, visto que ambos estão intrinsecamente relacionados aos problemas ambientais do setor. A segunda subseção aponta quais são os principais aspectos relacionados à dinâmica inovativa do setor eletrônico brasileiro, isso é importante, pois a inovação ambiental (IA) resulta de um processo dinâmico e interativo entre instituições, tecnologia e indústria, refletindo um caráter sistêmico e setorial (OLTRA, 2008; OLTRA, JEAN, 2009).

Na terceira e última subseção é feita uma análise mais detalhada dos problemas ambientais relacionados ao setor eletrônico, além disso, são apontadas algumas soluções potenciais para estes problemas. Esta seção também analisa as regulações e políticas ambientais e levanta uma discussão acerca do papel do setor e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável através da adoção de eco inovações, aqui destaca-se a deficiência das políticas brasileiras em incentivar o desenvolvimento inovativo em moldes sustentáveis. Por fim, a última seção contém as considerações parciais do capítulo.

2.1- O Setor Eletrônico: Características Gerais

O setor eletrônico⁹ é definido pelo BNDES como o conjunto de segmentos industriais que possuem uma base técnica similar – a microeletrônica – que geram impactos diretos e indiretos sobre o sistema econômico como um todo (BNDES 2012). Este trabalho no geral

⁹ O setor eletrônico, segundo a definição usada pelo BNDES, envolve os segmentos de componentes; informática e automação industrial; equipamentos de telecomunicações e eletrônica de consumo.

tratará do setor eletrônico e fará menções aos equipamentos eletroeletrônicos¹⁰, mas para fins de análise, o foco será o universo de firmas englobadas nas categorias CNAE 2.0 subclassificação 3.26¹¹. Sendo elas:

Tabela 1– Subclassificações de Equipamentos informática, produtos eletrônicos e ópticos

26.1	Fabricação de componentes eletrônicos
26.2	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
26.3	Fabricação de equipamentos de comunicação
26.4	Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo
26.5	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle; cronômetros e relógios
26.7	Fabricação de aparelhos eletro médicos e eletro terapêuticos e equipamentos de irradiação
26.8	Fabricação de equipamentos e instrumentos ópticos, fotográficos e cinematográficos
26.8	Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas

Fonte: Elaboração própria com base nas subclassificações CNAE 2.0

A escolha deste grupo se justifica basicamente pelo “fato de o setor ser considerado inovador e de grande influência junto às demais indústrias...” (SCANDELARI, 2011, p. 163). Além disso, as questões relacionadas à sustentabilidade estão presentes no setor, tendo em vista que é um setor com participação efetiva na consecução de projetos de economia de energia para preservação dos recursos naturais, pela reutilização e/ou reciclagem do lixo eletrônico para prevenção de danos ambientais a ele relacionados.

Como dito, o setor eletrônico é considerado dinâmico e inovador e suas inovações permeiam diversos segmentos industriais¹². O dinamismo que caracteriza o setor eletrônico pode ser observado através das taxas de crescimento percentuais no período de 20 anos (ver gráfico 1): durante esse período o complexo cresceu a taxas acima do PIB mundial. O setor eletrônico global cresce a taxas acima dos índices de crescimento médio anual da indústria de

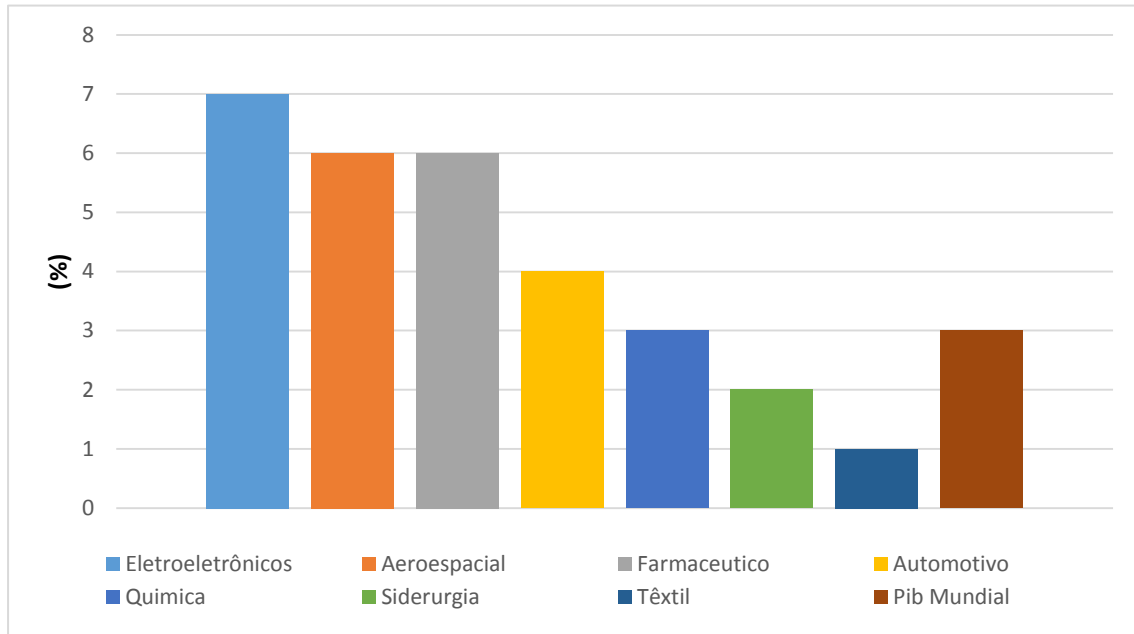
¹⁰ De acordo com a ABINEE, o setor de equipamentos eletroeletrônicos é mais amplo que o setor eletrônico, pois também inclui a geração, transmissão e distribuição de energia, equipamentos industriais, material elétrico de instalação e serviços de manufatura.

¹¹ CNAE – “Classificação Nacional de Atividades Econômicas - é o instrumento de padronização nacional dos códigos de atividade econômica e dos critérios de enquadramento utilizados pelos diversos órgãos da administração tributária do país, esta versão da classificação CNAE foi desenvolvida para se tornar compatível com as classificações internacionais. Trata-se de um detalhamento da CNAE, aplicada a todos os agentes econômicos que estão engajados na produção de bens e serviços, podendo compreender estabelecimentos de firmas privadas ou públicas, estabelecimentos agrícolas, organismos públicos privados, instituições sem fins lucrativos e agentes autônomos” (IBGE-2013)

¹² Por exemplo: controle de processos produtivos, em bens de capital, atividades agropecuárias, comércio, serviços de saúde, mercado financeiro, projetos de engenharia, mecânica entre outros setores.

transformação em geral. Suas taxas em porcentagem são comparáveis aos 6% a.a. da área farmacêutica e aeroespacial, acima da indústria química e siderúrgica.

Gráfico 1- Taxa de Crescimento anual, diversos setores Últimos 20 anos.



Fonte: Elaboração própria com Base em REE 2013.

O setor eletrônico global é responsável pela produção de bens indispensáveis ao padrão atual de produção de bens e serviços e à própria essência da sociedade contemporânea. Os bens eletrônicos são elementos-chave ao provimento dos serviços de informação, telecomunicações, entretenimento, transportes e trocas de informações, crescentemente centrados na Internet. Os usos – e portanto a produção destes bens de eletrônica e de tecnologias de informação e comunicação (TIC) – são componentes indissociáveis do funcionamento de quase todas as atividades da sociedade industrial e pós-moderna (BAMPI, 2009). De acordo com Gutierrez (2004),

“(...)Sua importância também se justifica devido aos ganhos de produtividade em setores industriais e pós-industriais à medida que se faz presente em quase todas as atividades da sociedade contemporânea, irradiando avanços tecnológicos e alterando modos de produzir” (Gutierrez, Leal, 2004, p. 3),

A associação entre o setor eletrônico e as novas tecnologias de TIC (tecnologias de informação e de comunicações) e, por conseguinte, à própria sociedade da informação é praticamente direta. Nas últimas quatro décadas estas inovações revolucionaram o mundo industrial, modificaram fortemente o padrão de produção da sociedade pós-industrial. A indústria eletrônica teve um papel central em ciclos de recuperação e de expansão econômica em economias avançadas, e no incremento da produtividade do trabalho (BAMPI, 2009).

A importância da introdução destas tecnologias de eletrônica de forma transversal em todos os setores é evidenciada pelo estudo dos indicadores globais de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Segundo o levantamento “*Global Innovation 1000*”, referente a 2007, da consultoria Bozz & Company (Jaruzelski, Dehoff, 2008), do montante investido em P&D pelas mil firmas amostradas, 29% foi aplicado na área de computação e de bens eletrônicos o que evidencia a integração deste setor com os outros setores da economia.

No panorama global, pode-se dizer que até os anos 1960 o desenvolvimento do setor eletrônico se concentrou nos países da TRIADE¹³, com destaque para grandes firmas como Siemens, AEG, Telefunken, Bosch, Philips, Thomson e GE (Ansanelli 2006). Mas, esse cenário se modifica devido a três fatores principais:

i) as mudanças institucionais ocorridas nas últimas décadas (liberalização do comércio, fluxos internacionais de capital e de investimento direto no exterior, privatizações etc.) que ampliaram a mobilidade da produção;

ii) ao papel da difusão das tecnologias da informação, ao aproximar mercados e processos segmentados e possibilitar o crescimento industrial;

iii) a troca de conhecimentos em países em desenvolvimento e a concorrência internacional, que pressionou por mais eficiência e menores custos (Ernst e Kim, 2001).

Do ponto de vista da cadeia produtiva do setor eletrônico, a característica técnica da modularidade dos produtos na eletrônica em geral, também facilitou a globalização da produção, pois a realocação internacional da produção foi acompanhada de um movimento de fragmentação internacional do processo produtivo, definida como a separação física de partes diferentes do processo de produção (Arndt e Kierzkowski, 2001).

Um exemplo significativo é o computador de mesa: dentro de seu gabinete, diferentes componentes são ligados à placa-mãe. Cada um dos componentes e dos subcomponentes pode ter sido manufaturado por fabricantes diferentes, em diferentes partes do mundo. Em escalas diferenciadas e mesmo que com algumas variações, essa lógica também pode ser vista em toda a gama dos equipamentos eletroeletrônicos. De lavadoras de roupas à telefones celulares, grande parte deles são modulares e integrados, com forte desverticalização da cadeia produtiva, com CEMs para bens, *foundries* para componentes, testadoras especializadas, firmas de software embarcado etc, todas contribuindo valor ao bem final (IBGE,2012).

¹³ Países da Europa, Estados Unidos e Japão.

A crescente conexão da “integração do comércio” com a “desintegração da produção”, segundo Feenstra (1998), decorreu da adoção, pelas firmas líderes dos países desenvolvidos, de um modelo mais avançado de organização, denominado de “cadeia produtiva global”, na qual é vigente os “sistemas de contratação OEM” (Hobday, 2008). Este padrão foi levado à máxima adoção e velocidade de implantação exatamente no setor eletrônico. Este modelo é uma evolução do anterior, de caráter mais “fordista”, que privilegiava a integração vertical e no qual firmas multinacionais instalam plantas específicas em diferentes países, porém com integração e transferências inter-companhia. Este modelo, por exemplo, é adotado na cadeia de produção pela Intel, que mantém integração vertical intra firma.

Esse processo de globalização da produção trouxe consigo a participação mais ativa de alguns países em desenvolvimento que se utilizaram das possibilidades de avanços tecnológicos para alcançar um patamar mais elevado de desenvolvimento econômico. Esse processo de avanços tecnológicos (*catching up*), abertos em momentos de mudanças de paradigmas tecno-econômicos, é apontado nas análises de Freeman e Pérez (1988) e de Pérez (1992; 2001). Entretanto, o fato de existir tais janelas de oportunidade não significa que está garantido o processo de absorção tecnológica, a proporcionar o tão almejado desenvolvimento econômico. Segundo Pérez (1992), além da oportunidade, deve existir capacidade para aproveitá-la, o que depende em muito do arranjo institucional e das firmas do país sendo que “[...] o maior salto ao desenvolvimento provavelmente não será dado pelos mais avançados, mas por aqueles países que consigam melhor correspondência entre o potencial tecnológico, consenso social e marco institucional” (PÉREZ, 1992, p. 40).

Dentre aqueles que conseguiram coordenar estratégias de *catching up* bastante positivas estão os países do leste asiático e principalmente a China que vem avançando desde os anos 1980, e atualmente é a maior produtora de eletroeletrônicos, seguida por outros países asiáticos, Europa, Estados Unidos e Japão (ver tabela 2).

Tabela 2– Produção de produtos eletroeletrônicos

Região	Participação na produção mundial de eletrônicos	Crescimento produção 2008 - 2013(%)
Europa	19%	-0,4%
China	32%	7,0%
Japão	13%	0,1%
América do Norte	14%	-2,0%
Ásia	19%	5,8%
Outros países	3%	2,7%

Fonte: Elaboração própria com base em *Decision*.2013

Esse avanço chinês pode ser explicado pelos incentivos oferecidos pelo Estado ao setor através de uma política de abertura paulatina e de zonas econômicas especiais cuja finalidade era atração de investimento direto estrangeiro, privilegiando o ingresso de capital estrangeiro atrelado ao capital nacional, através da formação de joint ventures. Observamos então, a importância de criar condições para que as firmas possam desencadear uma dinâmica de aprendizado tecnológico capaz de sustentar o crescimento da capacidade de absorção de tecnologia (ALBUQUERQUE, 1997). As companhias chinesas também 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).

2.2- Setor Eletrônico brasileiro

No Brasil¹⁴ o surgimento de segmentos que posteriormente se tornariam o setor eletrônico brasileiro se dá a partir dos anos 1950 se intensificando nos anos 1970. Dois elementos foram centrais para o desenvolvimento do setor eletrônico no país foram: as políticas industriais¹⁵ e o capital estrangeiro. Entretanto, o setor eletrônico se desenvolveu com uma certa fragilidade competitiva, principalmente, 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 e a forte participação de grandes firmas transnacionais em diversos segmentos. (ANSANELLI, 2008). O setor é caracterizado pela predominância de firmas de pequeno porte, em torno de 80% das firmas de eletrônica do país possuem menos de 100 funcionários, o país é grande importador de peças e componentes, pois grande parte das suas firmas se concentra na montagem de peças e componentes importados para a produção de bens finais. Esse caráter importador pode explicar em parte os déficits anuais do saldo da balança comercial do setor eletrônico brasileiro.

¹⁴ Este trabalho não abrange uma revisão histórica da formação do setor eletrônico Brasileiro, para um estudo detalhado deste tópico ver Nassif 2002.

¹⁵ lei da informática, para mais detalhes ver Nassif 2002.

Tabela 3- Indicadores de comércio do setor eletrônico brasileiro

INDICADORES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EXPORTAÇÕES (US\$ FOB milhões)	8.006	9.181	9.229	9.823	7.522	7.723	8.198	7.719
IMPORTAÇÕES (US\$ FOB milhões)	15.917	19.648	23.953	31.973	25.436	35.836	40.746	40.222
SALDO DA BALANÇA COMERCIAL (US\$ FOB milhões)	-7.911	-10.467	-14.724	-22.150	-17.915	-28.113	-32.548	-32.503
FLUXO DE COMÉRCIO (US\$ FOB milhões) ⁽¹⁾	23.922	28.828	33.182	41.796	32.958	43.558	48.945	47.941
EXPORTAÇÕES/FATURAMENTO (%)	21,0	19,2	16,1	14,7	13,4	10,9	9,9	10,4
IMPORTAÇÕES/MERCADO INTERNO DE BENS FINAIS (%)	16,7	16,4	17,7	19,6	20,0	21,4	21,0	21,6
EXPORTAÇÕES/TOTAL EXPORTAÇÕES DO PAÍS (%)	6,8	6,7	5,7	5,0	4,9	3,8	3,2	3,2
IMPORTAÇÕES/TOTAL IMPORTAÇÕES DO PAÍS (%)	21,6	21,5	19,9	18,5	19,9	19,7	18,0	18,0

Fonte: ABINEE (2013)

O faturamento do setor eletrônico no Brasil correspondeu a 4,3% do PIB, no período de 2005 a 2012, conforme evolução mostrada na Tabela 4 (ABINEE, 2013), segundo dados do Departamento de Economia da Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINEE). A produção da indústria eletroeletrônica no Brasil e as importações são essencialmente para atendimento da demanda interna, fazendo com que a produção doméstica do setor tenha permanecido estagnada como percentual do PIB nacional, mesmo durante o ciclo de expansão econômica mundial ocorrido no período 2003 a 2008, no qual o Brasil cresceu a taxas acima da média dos últimos 20 anos.

Tabela 4- Indicadores gerais do setor eletrônico Brasileiro

INDICADORES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
FATURAMENTO (R\$ bilhões)	92,8	104,1	111,7	123,1	111,8	124,4	138,1	144,5
FATURAMENTO (US\$ bilhões)	38,1	47,8	57,3	67,0	56,1	70,7	82,5	73,9
FATURAMENTO/PIB (%) ^{(1) (2)}	4,3	4,4	4,2	4,1	3,5	3,3	3,3	3,3
NÚMERO DE EMPREGADOS (em mil)	133,1	142,9	156,1	161,9	159,8	174,7	180,3	183,0
FATURAMENTO/EMPREGADO (US\$ mil)	286,6	334,6	367,3	413,8	350,8	404,7	457,5	404,1
INVESTIMENTOS EM ATIVO FIXO (porcentagem sobre o faturamento)	3,4%	3,1%	3,2%	4,0%	2,8%	2,9%	3,2%	2,6%
INVESTIMENTOS EM ATIVO FIXO (R\$ bilhões)	3,1	3,2	3,5	4,9	3,1	3,6	4,4	3,7

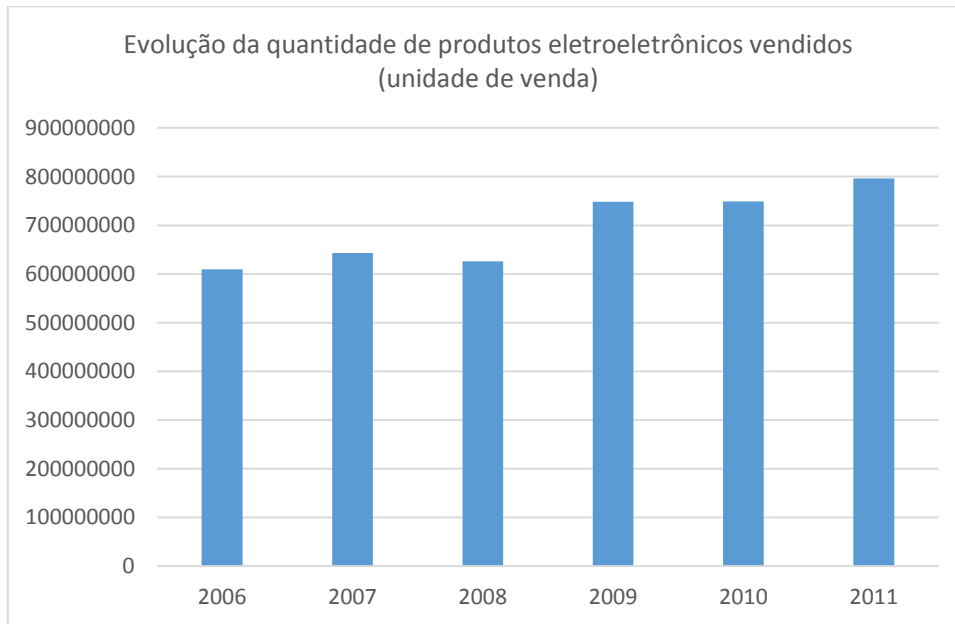
Fonte: ABINEE (2013)

Em suma, sua produção é dedicada majoritariamente à atender o mercado doméstico, com baixo coeficiente de exportação. Com pequenas exceções em poucos produtos eletrônicos: i) aparelhos celulares, e ii) moto compressores herméticos para utilidades domésticas ou industriais, os produtos eletrônicos fabricados no Brasil têm significativa exportação, acima de US\$ 2,2 bilhões em celulares, mais de US\$ 700 milhões em eletrônica embarcada, e acima de US\$ 640 milhões em moto compressores exportados, por ano (dados típicos de 2012 e 2013).

Sendo assim, no contexto mundial, o setor eletrônico brasileiro possui maior destaque como mercado consumidor, haja vista suas importações de componentes eletrônicos, bem como de peças. Em relação ao mercado consumidor brasileiro foi observado que este mesmo

em meio à crise internacional, testemunha crescimento em quantidade de produtos eletroeletrônicos vendidos (ver gráfico 02). Isso pode ser explicado em parte pela expansão do mercado interno, através de incentivos ao crédito e de isenções pontuais de tributação, bem como mudanças de comportamento na sociedade, que passaram a incorporar a cada dia mais a utilização destes bens em sua rotina (Vagner, 2010).

Gráfico 2- Produtos eletroeletrônicos vendidos.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE.

De acordo com Vagner (2010), com o aumento do poder de compra das classes¹⁶ C e D, milhões de famílias passaram a adquirir produtos que anteriormente não tinham condições de comprar. O mercado consumidor é extremamente importante para análise deste trabalho, haja visto que o consumo crescente destes produtos gera uma pressão negativa sobre o meio ambiente, principalmente por causa do reduzido ciclo de vida dos produtos o que faz com que seja crescente o volume de resíduos sólidos advindos do setor.

Por outro lado, os gostos dos consumidores exercem influência sobre quais tecnologias as firmas do setor devem manter o foco para continuarem competitivas. Em geral, a demanda pode se apresentar tanto como um estímulo quanto uma restrição aos processos de mudança tecnológica das firmas (MALERBA, 2005). Nesse sentido, o consumidor pode ser considerado um elemento-chave para incentivar o desenvolvimento de tecnologias com

¹⁶ Esta tendência foi verificada por VAGNER 2010, no qual ele cita e verifica a Consumo de baixa renda: ingresso de novos consumidores à economia de mercado e aumento da demanda por bens de consumo popular pelas classes de baixa renda (C, D e E) no Brasil;

padrão ambiental mais elevado. Em geral, a decisão sobre a compra de um produto eletroeletrônico costuma passar pelas seguintes etapas (Vagner, 2010):

- i) Reconhecimento da necessidade;
- ii) Busca de informação;
- iii) Avaliação das alternativas do produto;
- iv) Avaliação das alternativas de compra;
- v) Decisão de compra;
- vi) Comportamento pós-compra.

Cada fase possui intensidades e ritmos distintos de acordo com o tipo de produto alvo. Atualmente, diversas variáveis influenciam nesse sentido: comportamento social, publicidade, vida útil dos produtos, disposição individual, cenário macroeconômico, entre outros. Ademais, o uso e a opção de comprar equipamentos eletroeletrônicos são influenciados por fatores ambientais e subjetivos¹⁷. Após o consumo, os produtos podem ser descartados por diferentes motivos, quais sejam: a) não atendem mais às necessidades do consumidor; b) não são mais utilizados; c) são substituídos por produtos mais novos, econômicos e/ou eficientes. No Brasil, principalmente por falta da estrutura adequada de coleta e de informação a esse respeito, o consumidor não tem o hábito de dar a destinação adequada a seus resíduos eletroeletrônicos, tampouco o conhecimento do tipo de degradação causada pelos componentes tóxicos existentes nos produtos eletroeletrônicos¹⁸. Ainda são comuns os casos de descarte desses resíduos juntamente com o lixo doméstico ou até mesmo depositados diretamente no meio ambiente.

Em contraponto a esta tendência, Ventura (2010), em seu estudo sobre a evolução da demanda e perfil do consumo para os próximos 20 anos, elenca nove tendências com as quais as firmas terão de se adaptar; entre elas, a tendência ao consumo exigente, consumo responsável, consumo prático e consumo saudável. A primeira tendência mostra que a cada dia aumenta a exigência por produtos e serviços de qualidade, incluindo a valorização crescente da certificação e da rastreabilidade. A segunda se relaciona diretamente com problemas ambientais, sendo que, ela mostra o aumento da conscientização socioambiental do

¹⁷ Aqui o autor não explicita quais são estes fatores subjetivos, acredita-se que eles devem estar relacionados ao perfil psicológico do consumidor.

¹⁸ Para maior detalhamento sobre os componentes tóxicos existentes no eletroeletrônicos ver anexo III

consumidor e intensificação das exigências éticas e de eficiência no processo produtivo, incluindo a busca por produtos com certificado “verdes”. A terceira tendência nos mostra o aumento da demanda por produtos e serviços de elevada praticidade e que contribuam para a otimização do tempo e isso inclui também produtos com número menor de peças e componentes. E por último a tendência de consumo saudável na qual as decisões de consumo e aumento da demanda tendem a aumentar por produtos e serviços orientados a uma vida saudável e isso inclui produtos que não possuam componentes tóxicos, como é o caso dos eletroeletrônicos.

Além disso, Vagner (2010) cita a persistência de uma cultura do reuso, no Brasil, faz com que parte do material eletroeletrônico seja guardado, doado ou vendido. Além disso, a cada dia nota-se que a maior presença na mídia de discussões sobre resíduos sólidos, tem direcionado a opinião pública no sentido de uma maior atenção a tais assuntos. O consumo consciente é uma prática sugerida por diferentes organizações dedicadas à diminuição do impacto ambiental e do desperdício na sociedade.

Ele consiste em estimular o consumidor a buscar informações sobre práticas das firmas envolvidas na fabricação e na comercialização dos diferentes produtos, assim como pesquisar características específicas do próprio produto no que tange a sustentabilidade e respeito à legislação socioambiental.

A ideia é que esses elementos sejam levados em conta, juntamente às funcionalidades e preço dos produtos, na hora da decisão de compra, o que poderia se tornar um fator importante de diferenciação e competição. Deve-se destacar incentivos de organizações de preservação ambiental para aumentar práticas correntes de reuso de equipamentos, por parte dos consumidores. Além do papel do consumidor, é importante também compreender a dinâmica inovativa do setor eletrônico brasileiro, dessa forma, devemos destacar três tendências importantes que continuarão a acompanhar a trajetória do setor eletrônico pelas próximas décadas, quais sejam (BNDES, 2012):

- i) a exacerbada desverticalização da cadeia produtiva;
- ii) a fragmentação espacial da produção;
- iii) a crescente redução do ciclo de vida do produto eletrônico no mercado.

Estes elementos possuem relação direta com a dinâmica inovativa do setor eletrônico, uma vez que a globalização da produção tem impacto direto elevando o nível de competição e

acelerando a dinâmica inovativa do setor, pois o desenvolvimento de inovações se tornou mais rápido e mais amplamente difundido na economia, relacionando-se diretamente com o progresso científico (MALERBA, 2010). É importante lembrar que o dinamismo tecnológico da indústria eletrônica global resulta de uma alta taxa de inovação, característica do setor. Dessa forma, o gasto em pesquisa e desenvolvimento no setor eletrônico é imprescindível à sua sobrevivência.

Entretanto, nesse cenário, o setor eletrônico brasileiro se encontra distante da fronteira tecnológica, pois grande parte das suas firmas se concentram na montagem de kits importados para a fabricação dos produtos finais “absorvendo” tecnologias que foram desenvolvidas em outros países. Esta posição se reflete na dinâmica inovativa do setor que pode ser resumida da seguinte maneira (IBGE; BNDES; PINTEC):

- i) a inovação no setor eletrônico brasileiro limita-se à transposição, para uma indústria montadora, dos *designs* de produtos finais - e dos componentes a estes incorporados - e dos ganhos de produtividade já realizados pelas firmas no exterior, produtoras de componentes, sub-montagens e assemblados e desenvolvedoras dos produtos com liderança e competitividades globais;
- ii) possui baixa taxa de inovação local e insuficiente P&D próprio nos segmentos de maior expansão e dinamismo;
- iii) Ausência de *design* próprio das firmas líderes, em especial nas atividades de *design* realizadas no Brasil, já que as firmas transnacionais líderes no Brasil têm liderança por dominarem o *design* próprio e a inovação em suas operações globais, com as etapas de *design* de produto e *design* de componentes, realizadas nas operações no exterior;
- iv) insuficiente presença de uma indústria local na produção de componentes eletrônicos que são partes dos bens finais (BNDES,2012).

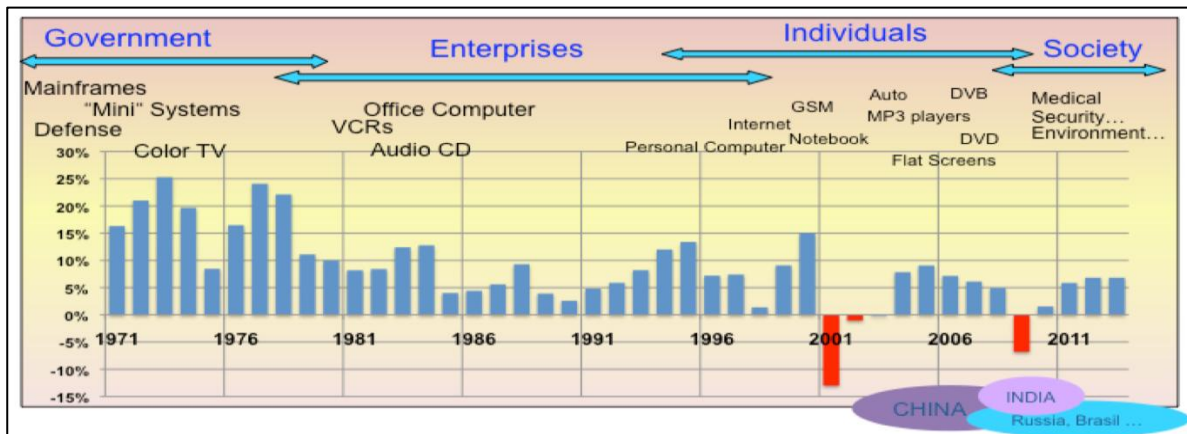
Essas características se refletem na forma de atuação das firmas brasileiras que não crescem baseadas na capacidade para realizar atividades de “*design*” e “*branding*”, pois estas por sua vez requerem diversas capacidades não encontradas nas firmas do setor eletrônico brasileiro quais sejam: a) a capacidade de antecipar tanto as tendências de consumo quanto das tecnologias associadas ao produto; b) a capacidade de inovar radicalmente, oferecendo produtos e serviços novos que criarão demanda no mercado, pelo simples fator “novidade” – um padrão típico, por exemplo, dos “produtos virtuais” que chegam via Internet; c) sofisticada

capacidade de engenharia de produto e até mesmo de P&D (pesquisa e desenvolvimento) avançados, o que implica capacidade gerencial, associação com parceiros tecnológicos globais e mais aptos. A ausência dessas características revela a fragilidade do setor no cenário competitivo global, pois o mesmo, em geral, se limita ao desenvolvimento de atividades de baixo conteúdo tecnológico (BNDES,2012; BAMPI, 2009). Como dito anteriormente, a inserção da indústria eletrônica (caracterizada por alto conteúdo tecnológico) na base produtiva de um país tem sistematicamente trazido a possibilidade de desencadear a captura de posições (*catching up*) em termos de avanço tecnológico em diversos setores industriais e, por conseguinte, na aquisição de vantagens absolutas. Nesse contexto, diversos documentos entre eles: BNDES(2012); ABINEE (2013) (BAMPI, 2009) têm apontando a importância do setor eletroeletrônico para o desenvolvimento econômico brasileiro, entre eles, alguns apontam que a expansão do setor no Brasil poderia ser o “carro-chefe” para o processo de *catching up*, mas para que isso ocorra seria necessário o desenvolvimento de uma política estrutural de investimento que incentive o desenvolvimento de segmentos com alto conteúdo tecnológico.

“Numa visão de futuro, recomenda-se fortemente transformar estruturalmente a indústria eletrônica no Brasil com um conjunto de políticas consistentes e permanentes para que, com outras indústrias de *tiers* além do manufatureiro, se possa inovar e ter presença expressiva no PIB brasileiro de cerca de 5% em 2022(...)” (Projeto PIB, 2009 pg 12)

Além disso, essa mudança estrutural deve também levar em consideração que as novas necessidades da sociedade, tais como a sustentabilidade, a segurança e a saúde estão confiando ao setor eletrônico muitas das soluções tecnológicas que ainda serão desenvolvidas, oferecendo perspectivas de crescimento de longo prazo para a indústria global para as próximas décadas. Embora a indústria de eletrônicos demonstre tendência de crescimento mais maduro, ainda é uma indústria jovem com grandes perspectivas de crescimento (DECISION, 2011).

Figura 8 - Ciclos de inovação complexo eletroeletrônico



Fonte: *Decision* 2011.

Sendo assim, o desenvolvimento de projetos de investimento no setor deve priorizar o avanço tecnológico que esteja atrelado às soluções tecnológicas das tendências descritas acima, isso significa que as políticas de desenvolvimento do setor devem estar alinhadas aos princípios da economia verde, através do crescimento econômico com maiores padrões ambientais (UNEP, 2011).

2.3– Problemas ambientais relacionados ao Setor Eletrônico brasileiro.

O principal problema ambiental relacionado ao setor eletrônico mundial está relacionado à crise em torno do lixo eletrônico. Este problema possui escala global visto que tais produtos estão presentes em qualquer parte do mundo, além disso, o aumento do descarte deste tipo de produto é crescente visto que tais produtos possuem ciclos de vida cada vez menores, esse fenômeno atrelado ao fato de que nem todo produto no pós consumo tem destinação correta se torna um grande problema. Este problema pode deve ser analisado tanto em termos do volume de resíduos sólidos quanto presença de elementos tóxicos em sua composição.

2.3.1- O problema do volume de resíduos eletroeletrônicos

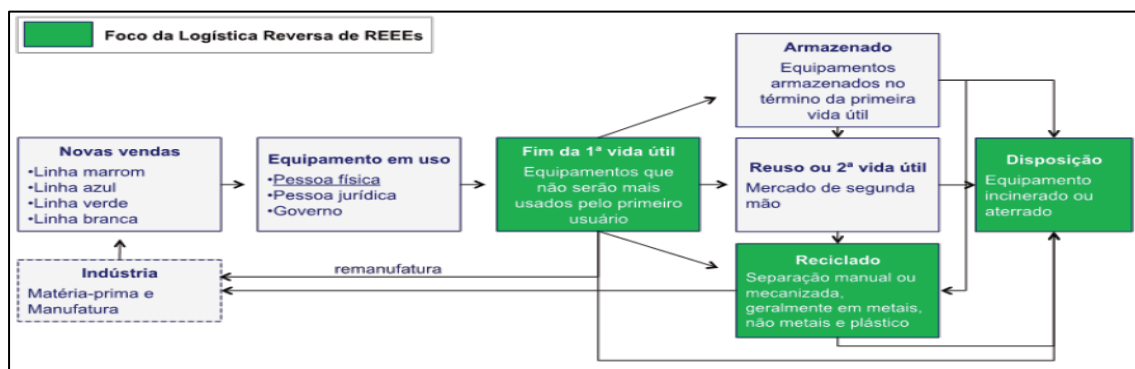
O grande volume de resíduos eletrônicos pode ser explicado, pelo fato de que a cada dia diversos segmentos industriais bem como a população mundial, incorporam a utilização de produtos eletrônicos. Além disso, a redução do ciclo desses produtos faz com que o número de unidades de obsolescência eletrônica seja muito grande. Recentemente foram descartados 400 milhões de itens por ano, só nos EUA, por exemplo. Em 2010, a União Europeia (UE)

estimou que o volume de lixo eletrônico produzido na região foi de cerca de 8,9 milhões de toneladas e o do Japão em 4,0 milhões de toneladas (Zoeteman et al., 2010). Yu *et al* (2010) prevê que até o ano 2030, os países em desenvolvimento descartarão duas vezes mais computadores pessoais anualmente, em comparação com os países desenvolvidos.

De acordo com estudo da ONU, em 2010, o Brasil foi o maior produtor de lixo eletrônico per capita (0,5 kg/cap\ano) entre os países em desenvolvimento, seguido do México e da China (0.4 kg/cap\ano). O Brasil possui problemas para lidar com os resíduos sólidos do setor eletrônico, pois os locais para tratamento e reciclagem deste tipo de resíduo são insuficientes. Atualmente existem 94 locais de reciclagem que tratam dos resíduos eletroeletrônicos e mesmo assim, muitos desses locais são desprovidos das tecnologias necessárias para realizar o tratamento completo dos resíduos, se concentrando em grande parte nos processos de trituração e moagem para posteriormente realizar a exportação dos resíduos para tratamento (ABDI, 2012). Em 2011 o Brasil exportou 21.579 toneladas de resíduos¹⁹, e em geral, mantém essa média, destacando o ano de 2008 em que exportou 38.693 toneladas resíduos eletrônicos (ABDI, 2012).

Uma saída para solucionar este problema pode estar na adoção da logística reversa. Ela é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (GURAUSKIENĖ, 2006). É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado pelo consumidor poderão retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima.

Figura 9 - Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos e o foco da logística reversa



Fonte: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial –ABDI

¹⁹Fonte: Aliceweb (Cesta de Produtos: 39151000, 39152000, 39153000, 39159000, 70010000, 72041000, 85481010)

De forma a viabilizar a logística todas as partes relacionadas ao processo deverão contribuir para o encaminhamento dos produtos em fim de vida útil para a reciclagem ou destinação final ambientalmente adequada. A legislação obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a investir no desenvolvimento, fabricação e colocação no mercado de produtos aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada e cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível; divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos; assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não incluídos no sistema de logística reversa.

Cabe ainda aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa podendo, entre outras medidas:

1. Implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;
2. Disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
3. Atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

O papel do consumidor nesse processo é o de efetuar a devolução de seus produtos e embalagens aos comerciantes ou distribuidores após o uso. Aos comerciantes e distribuidores compete efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos. Por sua vez, os fabricantes e os importadores deverão dar destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada (ABDI,2012).

O grande desafio da logística reversa reside no custo associado à operacionalização do sistema em um país de extensão continental e com suas particulares complexidades logísticas. É sabido que qualquer sistema que seja estabelecido incorrerá em maiores dispêndios, ora tratados como custos quando apreciados sob a ótica puramente econômica, ora encarados com investimento necessário para um mundo sustentável. Um olhar mais atento e consciente a essa questão indica que o aparente aumento de custo não configura de fato um aumento, mas sim a antecipação de custos que incorreriam no futuro para remediar o impacto negativo ao meio-

ambiente causado pelo descarte inadequado de resíduos (ABDI, 2012). Embora extremamente importante, a logística reversa só trata dos componentes tóxicos no pós consumo, ou seja, não há relação entre ela e o desenvolvimento de produtos com padrão ambiental mais elevado.

2.3.2- Toxicidade dos resíduos eletroeletrônicos

Além do volume de lixo advindo do setor eletrônico, este possui em sua composição²⁰ elementos tóxicos encontrados em grande parte dos produtos eletroeletrônicos, esses elementos entram em contato com o meio ambiente e com ser humano quando são descartados de maneira incorreta. O chumbo pode ser destacado como o mais relevante nesse sentido.

Quadro 2- Elementos tóxicos dos eletroeletrônicos e seus impactos sobre o meio ambiente

Elemento	Utilização	Meios de contaminação	Impactos ambientais
Chumbo	Encontrado principalmente nas soldas utilizadas para conectar as peças nas placas de circuito impresso.	Através da água, dos solos, alimentos	É cumulativo gerando impactos sobre plantas, microrganismos e solo.
Cádmio	É encontrado nas placas de circuito impresso bem como em baterias, estabilizadores, semicondutores e ligas.	Através do ar (inalação e contato com a pele)	Causa graves danos às aves, peixes e mamíferos
Cromo Hexavalente	É encontrado nas placas de circuito impresso	Ar e água	Extremamente tóxicos para peixes e outras espécies aquáticas
Mercúrio	Baterias, placas de circuito impresso, tubos fluorescentes, interruptores, equipamentos de medida e controle	Água e solo	Afeta sistema nervoso de aves e sistema reprodutor de peixes.
Bromobifenil (PBB) e Eter de Bromobifenil (PBDE)	Utilizado para retardar as chamas em plásticos, coberturas plásticas, componentes, cabos e placas de circuito impresso	Reciclagem de plásticos e após a disposição em aterros.	Bioacumulativos e tóxicos em ambientes aquáticos tem sido encontrado em peixes.

Fonte: Ansanelli (2008)

²⁰ O resíduo eletroeletrônico é composto por diversos materiais como plásticos, vidros, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros

O Chumbo é encontrado principalmente nas soldas que são utilizadas para unir os componentes eletrônicos às placas de circuito impresso ou fios. A solda utilizada na eletrônica é conhecida popularmente como “solda 60\40”, pois é composta por 60% de estanho e 40% de chumbo (63Sn37Pb), esta combinação gera uma solda com boa condução elétrica e ponto de fusão não muito alto, isto faz com que não haja o superaquecimento dos componentes no momento da soldagem. O chumbo também oferece excelentes características ao acabamento final do produto (ARANHA NETO, 2006).

Entretanto, devido ao seu grau de toxicidade, busca-se alternativas para eliminar os riscos potenciais do chumbo através do desenvolvimento de novas soldas com outros componentes de liga menos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana (ITSUBO *et al.*, 2003). Embora o uso de soldas livres de chumbo seja utilizado em grande escala na Europa e outros países, no Brasil as soldas estanho-chumbo ainda são utilizadas, devido as suas propriedades acima citadas bem como ao seu baixo custo, que agregam maior confiabilidade aos equipamentos eletroeletrônicos (PERASSI, 1994).

As principais tecnologias existentes que substituem o chumbo, são as soldas de estanho com 3,9% de prata e 0,6% de cobre (SN-Ag-Cu). O material se aplica ao processo utilizado na fabricação de cerca de 70% das placas de computadores, por exemplo (ARANHA NETO, 2006). Embora esta nova opção elimine um componente tóxico, isso não significa que ela não gere nenhum impacto negativo sobre o meio ambiente.

Almeida *et al* (2013) faz um estudo no qual compara o cálculo de energia²¹ para a tradicional solda estanho chumbo e mais três tipos de soldas livres de chumbo, as soldas SN-Ag-Cu, Sn0,7Cu²² (liga de estanho com 0,7% de cobre) e SN3,5Ag (3,5% de prata). Sendo assim, ela demonstra que mais recursos são utilizados para produzir uma tonelada de soldas livres de chumbo do que para produzir soldas à base de estanho e chumbo. O estudo utilizou como medida o indicador DALY (*Disability Adjusted Life Years*) para comparar as emissões na atmosfera dos três tipos de produção de soldas. Os resultados mostraram que a solda à base de chumbo é menos poluidora do que as outras, quando se considera todo o ciclo

²¹ O Cálculo de energia é baseado na metodologia emergética tem como objetivo a compreensão do funcionamento dos ecossistemas através de índices de desempenho ecossistêmico e para tanto deve identificar as forças atuantes e as interações existentes, medir os fluxos de energia e materiais e agregar fluxos conforme características básicas para estabelecer os indicadores: renovabilidade, rendimento líquido, eficiência ecossistêmica, investimento necessário, intercâmbio de energia, carga ambiental, e outros, Ela é uma maneira para permite medir a sustentabilidade

²² Para processos que utilizam mais altas temperaturas, o consórcio sugere a utilização dessas duas outras ligas.

de produção e vida do produto, embora os próprios autores afirmam que esses resultados podem sofrer variações em relação a análises locais e globais.

É preciso levar em consideração que a adoção de uma solda sem chumbo não envolve somente a mudança para uma nova solda, mas também requer a utilização de um novo maquinário e uma nova rotina de produção. Os novos soldadores necessários para aplicar as soldas sem chumbo custam mais caro do que os equipamentos que trabalham com ligas de estanho-chumbo e ainda existem custos associados com o fato de que os novos processos exigem temperaturas mais altas. Segundo a *National Electronics Manufacturing Initiative*, o material e as pastas de solda representam apenas uma fração do custo de todo o processo e o aumento dos custos de “migração tecnológica” não deve ultrapassar 1% a mais do que o que se gasta com a solda estanho-chumbo.

Mesmo assim, além de investir em aquisição de novas máquinas, é necessário treinar a mão de obra para essa nova rotina de produção e isso requer um grande esforço por parte das firmas do setor eletrônico. Ademais, existem mais de uma opção de solda livre de chumbo o que gera dúvidas em relação a qual nova solda deve-se adotar, pois cada vez que se adota um tipo de solda é necessário também adotar uma linha de produção para cada soldagem específica.

Outra importante solução, tanto para o volume de resíduos bem como para o nível de toxicidade dos eletroeletrônicos é o *eco design*. Ele é descrito como um conceito no qual o meio ambiente “ajuda” a definir a direção das decisões de design de produto (UNEP, 1997). O *eco design* considera os aspectos ambientais em todas as fases do processo de desenvolvimento do produto. Ele é baseado no ciclo de vida do produto, que por sua vez inicia-se com a utilização de recursos naturais, prossegue para a produção de materiais e processos, embalagem e transporte, uso e manutenção de um produto e, finalmente, conclui na fase de fim de vida. O principal objetivo do *eco design* é desenvolver produtos e serviços sustentáveis, reduzindo os encargos ambientais dos produtos ao longo de todo o ciclo de vida, levando em consideração o produto convencional, os consumidores e elementos como: funcionalidade, qualidade, segurança, custo de fabricação, ergonomia e estética.

Em outras palavras, busca-se desenvolver um produto que utilize o mínimo de recursos ambientais para a sua fabricação e ao mesmo tempo emita o mínimo de poluição possível. Sendo assim, o *eco design* assegura que um produto seja derivado do uso consciente de energia, de água e matérias-primas. Esta prática torna-se essencial para

aquelas organizações que reconhecem a importância de se adequar a um padrão ambiental mais elevado para a continuidade de suas atividades no longo prazo, pois a adoção do *eco design*, proporciona vantagem como redução dos custos, menor geração de resíduos, além de gerar inovações em produtos e atrair novos consumidores. Pode-se afirmar que as atividades do *eco design* incluem (SARKIS, 1998; LIN *et al*, 2001; ZSIDISIN & SIFERD, 2001):

- i) Design para a redução ou eliminação de materiais ambientalmente perigosos – tais como chumbo, mercúrio, crômio e cádmio;
- ii) Design para reutilização – facilita a reutilização de um produto ou de parte dele, com ou sem tratamento mínimo do produto utilizado;
- iii) Design para reciclagem – facilita a desmontagem do produto e dos resíduos, a separação das partes de acordo com o material, e o reprocessamento do material;
- iv) Design para remanufatura – facilita a reparação, retrabalho e remodelação das atividades destinadas a devolver um novo produto e melhorá-lo para uma nova condição;
- v) Design para a eficiência dos recursos – incluindo a redução do consumo de materiais e de energia de um produto durante a utilização, além de promover o uso de recursos renováveis e energia.

A difusão da utilização do conceito de *eco design* é, talvez, a principal solução para os problemas ambientais relacionado ao setor eletrônico. Entretanto, assim como para as tecnologias sem chumbo, existem rigidezes envolvidas no processo e adoção do conceito de *eco design* por parte das firmas, uma vez que este requer mudanças profundas e contínuas no desenvolvimento tecnológico das firmas, e para que essas rigidezes sejam transpostas é necessário o direcionamento, coordenação e integração de todos os elementos do sistema de inovação para esta finalidade (WEBER & ROHRACHER, 2012). Nesse sentido, o consumidor possui papel de destaque, uma vez que, os nichos de mercados para produtos “verdes” podem desempenhar uma função de “incubadora” na qual a tecnologia ambiental é amadurecida e aperfeiçoada para que possa atingir níveis mais elevados de difusão (RIP & KEMP, 1998; GEELS, 2002; GEELS 2004). Vale lembrar que, a tendência de consumo para os próximos 20 anos, apontada por Ventura (2010), é a de que o consumidor tende a incluir as preocupações ambientais na sua opção de escolha. É preciso destacar também que, a adoção do *eco design* vai além da adequação ao padrão

ambiental mais elevado, pode significar também uma estratégia competitiva adotada pela firma para se manter e até ganhar posições no mercado, ao oferecer um produto com as soluções tecnológicas para atender as necessidades e preferências do consumidor (PORTER & van der LINDE, 1995). As instituições (normas, leis, regulações etc) também são um elemento importante do sistema setorial de inovações (NORTH,1990; ARNOLD, 2004), pois dependendo da maneira como elas são formuladas, estas podem gerar incentivos positivos para o desenvolvimento de tecnologias ambientais, através da redução de incertezas acerca de qual tipo de inovação as firmas devem direcionar seus esforços inovativos (PORTER & van der LINDE, 1995). Sendo assim, a subseção a seguir é dedicada à análise das regulações ambientais no setor eletrônico.

2.3.3- Regulações Ambientais no Setor Eletrônico

Com o intuito de solucionar o problema dos resíduos sólidos vários países, com destaque para países da união Europeia²³, desenvolveram suas regulações específicas para os produtos eletrônicos, limitando a quantidade de elementos tóxicos e tratamento adequado dos resíduos sólidos do setor. Devido à globalização da produção, o setor eletrônico está sujeito tanto as instituições regionais, nacionais quanto as setoriais que são de nível global.

Quadro 3- Principais regulações internacionais

Nome	Descrição
Convenção de Basel	Promulgada em 1992, para manter perigosos dentro dos países produtores, ou aqueles capazes de processá-lo de forma segura. 172 países signatários, mas não ratificado pelo EUA. Não especifica penalidades.
Convenção Bamako	Em vigor desde 1998, na União Africana de países. Define limites de importação de resíduos mais rigorosa do que a Convenção de Basileia, e estabelece penalidades. Raramente evocado.
Diretiva EU WEEE	Adaptado por todos os membros da UE até 2007. Estabelece os sistemas de coleta e reciclagem com base no produtor take-back, para 10 categorias de produtos elétricos.

²³ Para mais detalhes sobre as regulações europeias ver anexo I e http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm

Restrição de substâncias perigosas (RoHS)	Promulgada juntamente com REEE da UE, restringindo quantidades de chumbo, mercúrio, cádmio, crômio hexavalente, PBB, PBDE e utilizado no fabrico. versões adaptadas por muitos outros países, incluindo China e Índia.
Resolvendo o problema dos resíduos sólidos (StEP)	Instituído formalmente em 2007 pelas Nações Unidas, com parceiros acadêmico e gov. organizações (por exemplo, MIT, EUA EPA) em promover a reutilização de reciclagem materiais, concomitante ao controle de resíduos.
Reduzir, reusar e reciclar (3rs)	Promovido pelo Japão. Procura evitar produção de resíduos, e ainda mais cooperação em matéria de reciclagem com países em desenvolvimento. Permite exportar resíduos para remanufatura.
Lei estadual Norte Americana da responsabilidade de reciclar produtos eletrônicos (HR2284)	25 estados americanos têm leis para coleta de lixo eletrônico, HR 2284 é uma lei nacional proposta para controlar a exportação de lixo eletrônico e certificar os bens eletrônicos para exportação.
US NGOs—Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxic Coalition (SVTC), Electronics TakeBack Coalition (ETBC)	Estes três agem em conjunto para tornar viável o recolhimento e reciclagem do lixo eletrônico. Eles promovem internacionalmente a "Basel Ban ", busca por uma alteração mais restritiva de exportação dos resíduos para a Convenção de Basileia. BAN produziu documentários, e muito pesquisa.

Fonte: Elaboração própria

As principais regulações para o setor eletrônico são a WEEE e a RoHS. Ambas surgiram em 2003 quando o problema dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos mereceu legislação específica, a Diretiva 2002/96/EC sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment-WEEE*) tem base legal no artigo 175 do Tratado de Constituição da Comunidade Europeia. 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 (EUROPEAN COMMISSION *apud* ANSANELLI, 2008).

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*) tem base legal no artigo 95 do Tratado, segundo

o qual a proteção ambiental e da saúde é assegurada, 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 (EUROPEAN COMMISSION *apud* ANSANELLI, 2008).

Elas são importantes, pois, sendo complementares, têm impactos ambientais positivos abrangendo todo ciclo de vida do produto, gerando impactos globais sobre toda cadeia produtiva de equipamentos eletroeletrônicos, além de inspirar a legislação ambiental de outros países²⁴. 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 (Ansanelli, 2008). De fato, as duas regulações em conjunto, geraram impactos em vários países, vários pesquisadores analisaram o impacto da WEEE em seus respectivos países, como a Walther e Spengler (2005) na Alemanha, Hicks et al. (2005), na China, e Jang Yoon (2006) na Coreia, Hischier et al. (2005), na Suíça, Feszty et al. (2003), na Escócia ou Streicher-Porte et al. (2005) na Índia. Outros autores levaram em conta o futuro da legislação WEEE e desenvolveram novas técnicas para projetar produtos e cadeias de fornecimento que sejam economicamente e ecologicamente viável (Krikke et al., 2003). A importância de prolongar o ciclo de vida de eletrodomésticos foi salientada por Truttmann e Rechberger (2006).

O principal impacto da RoHS foi o estímulo a busca por materiais alternativos e, nesse sentido, investiu-se no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Assim, a RoHS parece ter mais impactos inovadores, que tendem a ser globais, visto que afeta toda a cadeia. Já os impactos da WEEE tendem a ser mais localizados, e, principalmente, sobre a indústria de gestão dos resíduos. Ansanelli (2008) afirma que tanto a RoHS quanto a WEE afetam praticamente todos os países e que em geral os países fora da união europeia e já desenvolvidos tiveram facilidade em adaptar o setor para um padrão ambiental mais elevado, visto que eles já possuíam uma “cultura ambiental” bem como políticas ambientais domésticas similares a RoHS. De acordo com a autora são os países em desenvolvimento que possuem os maiores desafios para adequar o setor eletrônicos a um padrão ambiental mais sustentável devido à ausência de regulações domésticas que visem padronizar os produtos eletroeletrônicos quanto ao volume e tipo de resíduos tóxicos permitidos.

Em seu estudo sobre os impactos da RoHS no complexo brasileiro, Ansanelli (2008) identificou que 64% das firmas que passaram a utilizar soldas sem chumbo são firmas cujo

²⁴ Para mais detalhes sobre a influência da WEE e RoHS ver anexo II

capital controlador é externo e em sua maioria firmas atuantes no mercado externo, sujeito à regulação mais exigente que a regulação nacional. Essa heterogeneidade entre as firmas localizadas no país em relação ao padrão ambiental pode ser explicado em parte pelo fato de que no Brasil não existe nenhuma regulação nacional que se assemelhe à RoHS. Para se ter uma ideia, na base de dados sobre instrumentos utilizados nas políticas ambientais da OEDC, o Brasil possui apenas 5 instrumentos catalogados, sendo que todos são impostos e nenhum está diretamente relacionado ao setor eletrônico, três estão relacionados ao setor automotivo e os outros dois estão relacionados ao comércio exterior. Entretanto podemos destacar a lei de resíduos sólidos que estabelece a adoção da logística reversa, esta lei pode ser considerada um avanço.

Quadro 4 - Principais políticas nacionais relacionadas ao setor eletrônico

Nome	Descrição
Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em seu artigo 4º, descreve que esta política “reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos”
Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010,	Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O decreto, em seu artigo 5º, determina que “os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos”. O decreto cita a responsabilidade compartilhada, na qual cada um é responsável por uma parte do ciclo de vida do produto – ex.: fabricante, vendedor e consumidor.
Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Política Nacional sobre Mudança do Clima. A lei prevê “iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima” e “mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros”.
Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001	Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. A lei estabelece “os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país,

	bem como as edificações construídas”.
Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel- - cádmio e óxido de mercúrio”. O artigo 3º estabelece que os fabricantes e importadores de pilhas e baterias devem “apresentar ao órgão ambiental competente plano de gerenciamento de pilhas e baterias que contemple a destinação ambientalmente adequada”. O artigo 4º institui que os estabelecimentos que comercializam esses produtos devem “receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores”. Todas as pilhas e baterias recebidas pelos estabelecimentos devem ser encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, conforme artigo 6º.
Lei nº 11.196/05	É a chamada “Lei do Bem”, que incentiva a inovação e produção local de computadores, além de desonerar impostos sobre a cadeia produtiva. O resultado da aplicação da lei foi a redução drástica dos preços ao consumidor, o aumento da demanda e da produção e a redução substancial do mercado cinza. Hoje, 73% do mercado interno estão sob o domínio de fabricantes e produtos regulares e gerais. Até 2005, os produtos regulares representavam apenas um terço do mercado.
Lei nº 11.077/2004	A chamada Lei de Informática permite redução do IPI para as firmas fabricantes de produtos de informática que investem em projetos, programas e atividades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e atendam o chamado Processo Produtivo Básico (PPB). O fato do setor de informática ser obrigado a oferecer em contrapartida a aplicação de parcela de seu faturamento em P&D, assegura o desenvolvimento tecnológico e ambiental dos produtos que são comercializados no Brasil. Vários avanços já foram obtidos em relação aos materiais empregados, à eficiência no consumo de energia dos aparelhos e, mais recentemente, no descarte desses materiais.

Fonte: Elaboração Própria

Além da política nacional de resíduos sólidos, foi desenvolvido pela secretaria de inovação a Contribuição ao Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações – COBEI, com a finalidade de Promover a participação brasileira na normalização internacional e regional nos assuntos afetos à eletricidade, eletrônica, iluminação e telecomunicações (MIDC), auxiliando as firmas brasileiras que buscam

conformidade com as regulações internacionais. Além disso, o país busca incentivar o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental, através de editais de compras governamentais, nos quais, são estipulados a compras de produtos com alto padrão ambiental, seja na eficiência da utilização energética quanto no nível de toxicidades dos seus componentes, esta é uma maneira indireta de estimular as firmas brasileiras a buscarem soluções tecnológicas ambientais (ANSANELLI & MORO, 2013).

Em relação aos dados referentes ao desenvolvimento de tecnologias ambientais no Brasil, Ansanelli (2008) mostra que 9% das firmas do setor de material elétrico e de comunicações afirmaram ter realizado inovações relacionada à gestão ambiental, sendo que as principais atividades desenvolvidas pelas firmas incluídas nessa pequena porcentagem foram: reciclagem ou aproveitamento de sucatas, resíduos ou refugos (41%), controle de ruídos (34%) e redução do uso de matéria-prima ou de energia (32%). A maior parte dessas atividades ocorreram dentro da firma, utilizando equipamentos e maquinários de origem nacional.

Ainda de acordo com Ansanelli (2008), 31% do total de firmas analisadas não incorreram em custos de gestão ambiental e 69% gastaram menos de 5% dos custos dos produtos vendidos. Foi detectado ainda que do total de firmas analisadas 24% não possuíam intenção de realizar investimentos ambientais e que apenas 11% tinham planos para realizassem investimentos em tecnologias para melhora dos projetos, *design* ou embalagem dos produtos. Grande parte das firmas brasileiras que efetuaram a migração tecnológica a fizeram a princípio, pois seu mercado de atuação principal estava sujeito à alguma norma ou regulação ambiental (Ansanelli, 2008).

2.3.4- O papel da regulação no desenvolvimento de inovações ambientais

Oltra (2008) já havia sugerido que o principal diferencial dos determinantes da IA está relacionado ao papel da regulação em decorrência da existência da dupla externalidade, pois é o principal fundamento acerca da necessidade de instrumentos de política para estimular ações de preservação ambiental. Por outro lado, a regulação também pode ser pensada como uma característica fortemente setorial, na medida em que boa parte das regulamentações e normas do mercado interno e externo são direcionadas às firmas de uma mesma atividade, que emitem os mesmos tipos de poluentes ou outros similares de impacto ambiental.

Apesar do nível de poluição ser bastante diferente em cada firma, muitas vezes a regulação é sobre o tipo de resíduo ou sobre o tipo de tecnologia utilizada, que pode ser predominante em toda uma indústria. A regulação ambiental, em alguns setores pode exercer uma forte influência e induzir à geração de IA (QUEIROZ, 2011). Por outro lado, em outros setores as características setoriais podem ser mais importantes, como tamanho médio das firmas, capital controlador das firmas e o fato de ser uma indústria voltada ao mercado externo ou não. Além disso, é importante ressaltar que a atividade inovativa também pode ser influenciada pela conjuntura econômica que as indústrias se deparam e aos incentivos das políticas de inovação.

Em geral, a política de inovação na maioria dos países tem sido de responsabilidade dos ministérios do Comércio e Indústria, da ciência e tecnologia, enquanto a política ambiental tem sido desenvolvida pelos ministérios do meio ambiente, são poucos os esforços realizados até então para integrar estes dois temas. As políticas ambientais têm, tradicionalmente focado no tratamento da poluição e má utilização dos recursos ambientais, e, assim, gerando soluções do tipo “*end of pipe*” (UNEP 2011). Sendo assim, este tipo de política tem, portanto, um efeito relativamente baixo em promover inovações radicais ou que gerem mudanças no comportamento do sistema setorial de inovação, direcionando-os para trajetórias tecnológicas ambientalmente corretas. A rigidez de algumas normas e regulamentos não dão incentivos suficiente para as firmas inovarem além das soluções “*end of pipe*”, mesmo que essas políticas tenham contribuído largamente para a redução dos impactos ambientais (UNEP, 2011).

Além disso, os regulamentos e normas convencionais podem impor grandes custos para as firmas (OECD, 2008b). Atualmente, existem alguns instrumentos orientados para o mercado, tais como impostos verdes e licenças que foram introduzidos como medidas para colocar um preço sobre as externalidades negativas geradas para o meio ambiente. No entanto, para garantir que todo o ciclo de inovação seja eficiente, é necessário a utilização de políticas que vão desde investimentos adequados em pesquisa até apoios para comercialização de tecnologias inovadoras existentes²⁵. OECD (2012) explicita as características que uma política ambiental deve englobar para conseguir promover IA²⁶ (ver quadro 5).

²⁵ Neste ponto cabe ressaltar a discussão entre os fatores positivos e negativos do incentivo ao comércio de tecnologias verdes, uma vez que a maior parte dos países em desenvolvimento são “compradores” deste tipo de tecnologia que é majoritariamente criada pelos países desenvolvidos. Sendo assim, somente incentivos para

Quadro 5- Características da política ambiental necessárias para incentivar IA

Tipo de Característica	Descrição
Eficácia ambiental	Promover o desenvolvimento e a introdução de uma nova série de técnicas que fazem grandes melhorias na qualidade ambiental mais viável.
Dissociação entre crescimento econômico e pressão ambiental	Alcançar os objetivos socioeconômicos e ambientais simultaneamente ambiciosas e substancialmente aumentar a eco eficiência da economia.
Custo-efetividade	Reduzir o custo das medidas ambientais e alcançar mais resultados ambientais para o mesmo nível de custos.
Win-win cenário	Concentrar em oportunidades de ganho mútuo que permaneceram sem uso, a fim de reduzir os custos de produção e, ao mesmo tempo poluir menos.
Benefícios mútuos	Beneficiar do mercado promissor e benefícios socioeconômicos do rápido crescimento da indústria do meio ambiente. Pelo menos três razões principais para uma política mais explicitamente orientados ambientalmente inovação podem ser mencionados
Promoção de P&D ambiental	Políticas que incentivam a pesquisa e desenvolvimento voltados para solução de problemas ambientais

Fonte: Elaboração Própria com base em OEDC 2012.

Além das características das políticas ambientais também temos que levar em consideração os tipos de instrumentos de política ambiental utilizados, bem como seus efeitos. De acordo com Almeida (1998) eles 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. 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 (ALMEIDA, 1998).

Além desses, outros instrumentos também são relevantes, de acordo com Lustosa *et al* (2003) os instrumentos de comunicação são utilizados para conscientizar e informar agentes poluidores e a população sobre várias questões ambientais tais como: danos ambientais, atitudes preventivas, tecnologias limpas e facilitar a cooperação entre os agentes. Sobre a

comercialização acarretaria em uma dependência tecnológica “verde” por parte dos países em desenvolvimento.

²⁶ Este estudo foca em políticas relacionadas aos setores com altos níveis de geração de resíduos, como é o caso do setor eletrônico.

capacidade desses instrumentos incentivarem inovações tecnológicas, levando em consideração as características levantadas pela OEDC (2011), podemos afirmar que embora os instrumentos econômicos ofereçam maior flexibilidade para os agentes eles podem ser pouco efetivos neste propósito uma vez que podem ser ineficazes na alteração do comportamento ambiental dos agentes. Os instrumentos de regulação direta, por sua vez, são mais eficazes na mudança do comportamento ambiental do agente poluidor, mas caso esses instrumentos não sejam bem formulados eles também não serão bem sucedidos nos incentivos de IA para além de tecnologias do tipo *end of pipe*.

Além do tipo de instrumento político deve-se levar em consideração quais são os indicadores utilizados para medir a quantidade de IA e também indicadores para analisar os benefícios gerados pela inovação ambiental, pois além de reduzir a poluição, ela pode também resultar em melhor produtividade dos recursos e dessa forma a inovação ambiental resultante da pressão ambiental, pode gerar vantagens competitivas (PORTER & VAN DER LINDE, 1995, 1999). Sendo assim, podemos identificar quais instrumentos políticos são mais efetivos em incentivar o desenvolvimento de inovações que não se limitam à redução do impacto ambiental.

Na análise das medidas de efeitos indiretos da inovação ambiental, Andersen (2005) apoia utilização do 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*, os seguintes elementos para melhorar a eco eficiência:

- i) redução da intensidade de materiais;
- ii) redução da intensidade de energia;
- iii) redução da dispersão de substâncias tóxicas;
- iv) alcance da reciclabilidade;
- v) maximização do uso de materiais renováveis;
- vi) durabilidade do produto;

Já de acordo com Kemp & Arundel (1998) os principais indicadores seriam os próprios 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 em P&D; fontes e custos da informação; apoio do governo; política da firma 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 ideia 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. A autora sugere também a expansão do conceito de IA 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 IA gerais. Por fim, a análise ampla da questão organizacional, para a autora, deve incluir empreendimentos ambientais, instituições de conhecimento, estrutura institucional e política e o setor financeiro.

Através a adoção de indicadores mais específicos de inovações ambientais, pode-se desenvolver regulações mais efetivas no desenvolvimento de IA que estejam também atreladas ao desenvolvimento tecnológico e econômico com um todo. O setor eletrônico, como apontado anteriormente, possui papel de destaque no desenvolvimento tecnológico e econômico do país, mesmo assim, ele se encontra distante da fronteira tecnológica (tanto das inovações em geral quanto das inovações ambientais). Além disso, diversos estudos já discutem o papel central das IA como o principal *driver* de desenvolvimento econômico atual (Milliband, 2007; Barroso, 2007; Andersen and Foxon, 2009; OECD, 2009, Andersen 2010). Dessa forma, o Brasil tem a necessidade de desenvolver políticas públicas que suportem e incentivem o avanço do desenvolvimento tecnológico do setor eletrônico, aumentando sua importância em relação ao PIB através do desenvolvimento de produtos com alto conteúdo tecnológico que estejam atrelados à maior eficiência ambiental. A metodologia desenvolvida pela UNEP (2011) e o conjunto de “indicadores de eco eficiência” podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de políticas de ciência e tecnologias “verdes”, estas por sua vez

devem ser desenvolvidas através de uma ação de cooperação entre o ministério de ciência e tecnologia e o ministério do meio ambiente.

Acredita-se que as políticas de incentivo ao setor devem se basear na indução de investimentos estratégicos de mudança tecnológicas e concorrenciais. Estas mudanças devem estar fundamentadas em incentivos para redução do desequilíbrio da balança comercial do setor eletrônico através de uma política de compras (públicas e privadas), estas políticas devem priorizar os produtos com padrão ambiental mais elevado. Além das políticas de compras, deve-se desenvolver o sistema de inovação com centros de P&D industriais, priorizando o desenvolvimento de tecnologias nacionais que já incorporem os problemas ambientais na sua composição, além de investimentos para capitalização das firmas inovadoras, para alcançar esses dois objetivos deve ser criado instrumentos de regulação ambiental que estejam atrelados ao objetivos de desenvolvimento tecnológico e industrial, além da criação de indicadores de avaliação dos resultados desses incentivos, esses indicadores podem ser uma base nacional de patentes verdes²⁷ específicas para o setor, juntamente com uma base de dados de eco eficiência setorial utilizando os indicadores de eco eficiência descritos por Andersen (2005).

2.4- Considerações Parciais

O setor eletrônico brasileiro possui baixo dinamismo tecnológico, visto que a maior parte de suas firmas se concentram na base da cadeia global de valor do setor se dedicando à montagem de peças e componentes importados para a produção do bem final. Entretanto, diversos órgãos governamentais entre eles: BNDES e ABINEE, apontam a importância do desenvolvimento do setor rumo à produção interna de peças, componentes e produtos de alto conteúdo tecnológico, De acordo com ABINEE 2013, investimentos estão sendo direcionados para alavancar a importância do setor em relação ao PIB brasileiro, atualmente o setor é responsável por cerca de 3% do PIB nacional, espera-se que com os investimentos este valor chegue aos 7% sendo alavancado principalmente por segmentos de maior conteúdo tecnológico.

²⁷ Para maior detalhes sobre patentes verdes relacionadas aos resíduos eletrônicos ver ANEXO IV. As patentes não foram discutidas neste capítulo pelo fato de que o Brasil ainda não possui nenhuma patente verde relacionada aos resíduos eletrônicos.

Concomitante a esse processo, existe o aumento das preocupações ambientais, que faz com que estratégias de desenvolvimento como a “economia verde” – na qual a IA possui papel central – ganhem destaque como alternativas para garantir o crescimento econômico e a preservação ambiental. Mesmo assim, dentro desse contexto, no Brasil ainda existem regulações nacionais específicas no setor eletrônico brasileiro que incentivem o desenvolvimento de IA. Dessa forma, observamos que em um país cuja importância atribuída ao setor eletrônico como elemento no seu desenvolvimento e também uma relação sustentável com o meio ambiente é importantíssimo que ele desenvolva políticas que incluam esses dois elementos em sua abordagem.

O desenvolvimento dessas políticas devem ocorrer através da integração entre as políticas ambientais e de ciência e tecnologia, essa integração é fundamental para a promoção de IA. Nesse contexto a IA é vista como o elemento central do desenvolvimento econômico sustentável (ANDERSEN 2009; ANDERSEN; FOXON, 2009, OECD, 2009). Além disso, podemos citar o exemplo Europeu que está avançando nesse sentido, um exemplo disso, são suas regulações e incentivos para as IA.

Para analisar melhor o desenvolvimento de IA, o próximo capítulo busca fazer um levantamento das firmas do setor eletrônico que realizaram algum tipo de inovação ambiental. Além disso, analisa-se dados referentes às características destas firmas bem como das suas principais fontes de cooperação para o desenvolvimento das IA, por último é feito um exercício econométrico cuja finalidade é tentar destacar quais são os principais determinantes das IA no setor eletrônico brasileiro. Isso é feito para tentar analisar em que grau podemos atribuir às regulações o papel de principal determinante deste tipo de inovação.

CAPÍTULO 3- INOVAÇÕES AMBIENTAIS NO SETOR ELETRÔNICO BRASILEIRO: ANÁLISE ATRAVÉS DOS DADOS DA PINTEC

Esta seção é dedicada ao levantamento das firmas brasileiras que realizam algum tipo de inovação relacionadas ao meio ambiente. O intuito deste levantamento é identificar as características dessas firmas inovadoras, seus esforços tecnológicos bem como os principais “incentivadores” do desenvolvimento deste tipo de inovação. Após o levantamento desses dados será feito um exercício econométrico com a finalidade de identificar quais são os principais determinantes das inovações ambientais para o setor eletroeletrônico brasileiro. Acredita-se que a regulação seja um importante determinante para este tipo de inovação, mas que não podemos nos limitar, atribuindo a ela o papel de único determinante das inovações ambientais (este trabalho busca indícios de que as inovações ambientais não podem ser consideradas simplesmente uma resposta direta à regulação ambiental). Dessa forma, a hipótese central é de que outros elementos como o tamanho e capital controlador das firmas, os esforços inovativos, o consumidor e o apoio governamental também sejam elementos que contribuam para o desenvolvimento de inovações ambientais. A principal finalidade deste exercício é analisar em que grau todos esses elementos contribuem para o desenvolvimento de eco inovações.

A análise quantitativa deste trabalho se baseou nos dados fornecidos pela Pesquisa de Inovação Tecnológica²⁸ (PINTEC) (escopo: Brasil), cuja finalidade é a elaboração de uma base de indicadores que facilitem a análise dos processos inovativos nos diversos setores e firmas brasileiras, nos moldes de outras pesquisas, como a CIS.

3.1- A base de dados utilizadas: PINTEC

O referencial conceitual da PINTEC é a terceira edição do Manual de OSLO, bem como o formato utilizado na *Community innovation Survey* desenvolvida pela União Europeia (PINTEC, 2011). Estão englobadas na sua análise as inovações de produto, processo, organizacionais e de marketing²⁹. Com a construção de indicadores de inovação tecnológica, é

²⁸ Vale ressaltar que os microdados da PINTEC não estão disponíveis online, a aquisição dessas informações se dá através da compra, pedidos de tabulações especiais ou pesquisa feita diretamente na SEDE do IBGE que é localizada no Rio de Janeiro, Brasil.

²⁹ Segundo a Pintec 2011, “inovação de produto e processo é definida pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos novos ou substancialmente aprimorados. A implementação da inovação corre quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela firma. Já a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da firma, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas, visando melhorar o uso do conhecimento, a eficiência dos

possível acompanhar a evolução das inovações no tempo para que se possa entender a dinâmica inovativa brasileira e pensar alternativas de estimular a competitividade dos setores. É importante ressaltar também que, assim como o CIS, essa pesquisa busca ampliar o entendimento da inovação para além dos indicadores tradicionais como gastos em P&D.

A PINTEC utiliza como unidade de investigação a firma e seu universo de análise são as firmas localizadas no território brasileiro (da indústria de extração, transformação, serviços). Desde a PINTEC 2008, é utilizada a classificação CNAE 2.0 para separar as firmas e segmentos industriais, bem como serviços selecionados³⁰ e pesquisa e desenvolvimento (as edições anteriores utilizavam a classificação CNAE1.0). Além dessa classificação, só são consideradas na análise as empresas que possuem ao menos 10 pessoas ocupadas na data de cadastro da pesquisa (PINTEC, 2011).

A PINTEC, em geral, utiliza referências temporais distintas para algumas variáveis qualitativas e quantitativas. Para as primeiras, a pesquisa se refere a um período de três anos consecutivos, quais sejam, 2009,2010 e 2011 para a PINTEC 2011. Já as variáveis quantitativas (junto com algumas qualitativas) se referem somente ao ano de 2011.

A PINTEC toma como base a hipótese de que a inovação é um fenômeno raro, por causa disso a seleção da amostra da PINTEC não é feita de forma aleatória. Assim, a PINTEC identificou um subconjunto de firmas com maior probabilidade de serem inovadoras com base em informações de diversas fontes. Desse modo, o tamanho da amostra da PINTEC 2011³¹ segue exemplificada na tabela abaixo. No Brasil quase 60% das firmas de eletrônica³² pesquisadas são consideradas inovadoras pelos critérios da PINTEC/IBGE de 2011. Das 3235 firmas de eletrônica no Brasil entre 2009 à 2011, 1916 foram assim classificadas.

fluxos de trabalho ou a qualidade dos bens ou serviços. Ela é resultado de decisões estratégicas tomadas pela direção e deve constituir novidade organizativa para a firma”.

³⁰ Edição, telecomunicação e informática.

³¹ Para mais detalhes sobre os aspectos da amostragem da pesquisa ver PINTEC (2011), disponível em:

www.pintec.ibge.gov.br

³² Firms contabilizadas estão classificadas dentro do sub grupo 3.26 da CNAE 2.0.

Tabela 5- Tamanho da amostra da PINTEC

Atividades da indústria	Número total de firmas	Número de firmas inovadoras
Total	128 699	45 950
Indústria de Transformação	114 212	41 012
Setor eletroeletrônico	3235	1916

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2011.

Para analisar o desenvolvimento de tecnologias ambientais no setor eletroeletrônico, foi realizada uma divisão com base nas perguntas do questionário da PINTEC da seguinte forma: i) número de firmas que realizaram algum tipo de inovação com impactos positivos sobre o meio ambiente; ii) A origem do capital controlador e tamanho da firma que realizou inovações ambientais; iii) relevância da cooperação entre agentes firmas e não firmas para o desenvolvimento das inovações ambientais; iv) finalidade da cooperação realizada; e vi) importância da regulação no desenvolvimento das inovações tecnológicas ambientais. Estas variáveis foram selecionadas por apresentarem maior grau de relevância na determinação de inovações ambientais em estudos anteriores, entre eles (QUEIROZ, 2011; PODCAMEDI,2007). Nas perguntas qualitativas (na qual a firma deve atribuir grau de importância entre alto, médio e baixo) Serão consideradas respostas afirmativas somente aquelas nas quais foi relatado grau de importância alto.

Quadro 6- Detalhamento das variáveis analisadas

Variável a ser analisada	Pergunta referente
Número de firma que realizou inovação ambiental	102 - Reduziu o consumo de matérias-primas 103 - Reduziu o consumo de energia 104 - Reduziu o consumo de água 105 - Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente.
Característica dos atores firmas	1-Origem do capital controlador 8- Número de pessoal ocupado
Cooperação entre atores por tipo de parceiro	Perguntas 134 à 140 - Entre 2009 e 2011 , a firma esteve envolvida em arranjos cooperativos com outra (s) organização (ões) com vistas a desenvolver atividades inovativas?
Objetivo da cooperação estabelecida	Perguntas 149 – 155.1 Especifique o objetivo da cooperação com cada parceiro
Esforço inovativo das firmas	24 - Qual a importância da atividade de P&D realizada entre 2009 e 2011 ?

	<p>25 - Qual a importância da aquisição externa de P&D realizada entre 2009 e 2011?</p> <p>26 - Qual a importância da aquisição de outros conhecimentos externos realizada entre 2009 e 2011?</p> <p>27 - Qual a importância da aquisição de máquinas e equipamentos realizada entre 2009 e 2011?</p> <p>28 - Qual a importância do treinamento realizado entre 2009 e 2011?</p>
Relevância da regulação no processo inovativo	107 - Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC

3.2-Características das firmas inovadoras brasileiras

Para compreender melhor o desenvolvimento de inovações tecnológicas ambientais no Brasil, o presente estudo faz um levantamento do número de firmas que realizaram algum tipo de inovação ambiental, levando em consideração as características básicas dessas firmas, quais sejam: origem do capital controlador e seu tamanho. Essas duas características foram apontadas como fundamentais para a compreensão do desenvolvimento de tecnologias ambientais no complexo eletrônico, uma vez que se faz distinção entre as firmas transnacionais e as locais (que em geral são de pequeno porte) (Ansanelli, 2008).

Como a inovação no setor ocorre principalmente no núcleo de P&D das matrizes localizadas fora do país que repassam as inovações para suas filiais. Acredita-se que as grandes firmas de capital controlador estrangeiro tendem a realizar mais inovações do que as pequenas firmas de capital nacional. Isso também reflete a posição brasileira na cadeia global de valor, já que a maior parte das firmas brasileiras concentram suas atividades em montagens de produtos importando peças de alto conteúdo tecnológico, fabricação de produtos de baixo conteúdo tecnológico (como a linha branca). Devido ao processo de desverticalização da cadeia produtiva as firmas focam no desenvolvimento de suas atividades fundamentais – o que para o setor eletrônico é principalmente o desenvolvimento de novas tecnologias para suprir as novas demandas. Sendo assim, as outras atividades que não estão diretamente relacionadas ao processo de desenvolvimento tecnológicos são realizadas por outras firmas, estas espalhadas por diversos países, o Brasil está incluído nesta gama de países (BAMPI, 2009)

Podemos analisar através da tabela 6 a evolução no número de firmas do setor que realizaram algum tipo de inovação ambiental. Observamos a tendência de crescimento ao longo dos anos destacando a variável “redução da utilização de energia”, que teve um aumento de 5.6 p.p entre 2003 e 2011. Além dela, a porcentagem de firmas (do total de firmas do setor) que reduziram do uso de matéria prima aumentou 8,79 p.p no mesmo período.

Essa tendência pode ser explicada em parte pela adoção de políticas nacionais, entre elas a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia que visam estimular a eficiência da firma na utilização de energia. Essas políticas não só estimulam o aumento de eficiência da firma quanto a utilização desses recursos, mas também dos seus produtos. Esse resultado nos mostra que uma regulação ambiental quando bem formulada e especificada pode incentivar as firmas a buscarem um padrão ambiental mais elevado através do desenvolvimento de soluções tecnológicas.

Uma firma pode elevar seu padrão ambiental de maneiras que não incluam o desenvolvimento de tecnologias ambientais (pagamento de impostos, investimento em preservação ambiental, entre outros). A vantagem na utilização de uma regulação, se dá portanto, quando esta possui a habilidade de incentivar a busca por novas tecnologias mais limpas. Observamos que o aumento de inovações de gestão ambiental (diretamente relacionada com as outras) segue a mesma tendência. O indicador que mais se destacou foi de “eficiência da utilização da matéria prima”, indicando a evolução das firmas na capacidade de elevar a produtividade na utilização de matéria prima.

Tabela 6 - Evolução da quantidade de firmas inovadoras em porcentagem

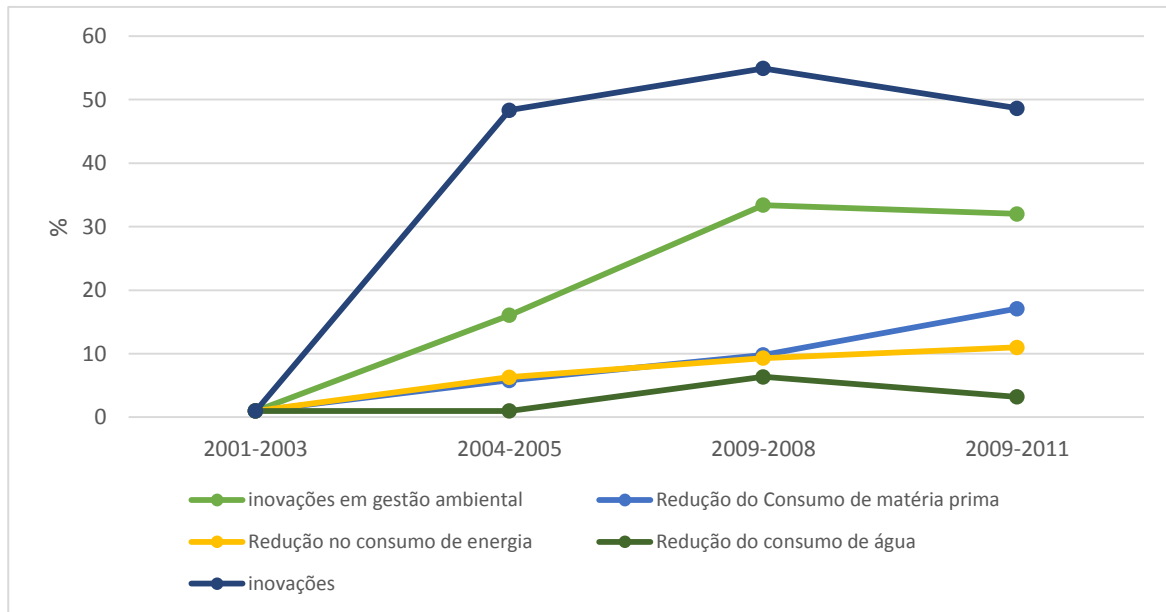
	Sobre o total de firmas do setor eletroeletrônicos				Sobre o total de firmas inovadoras no setor de eletroeletrônicos			
	2003	2005	2008	2011	2003	2005	2008	2011
Gestão ambiental	7,4	6,49	16,2	18,51	14	16,05	33,38	32
Redução de matéria prima	1,38	2,34	4,76	10,17	2,8	5,8	9,8	17,1
Redução de energia	0,92	2,55	4,52	6,61	1,9	6,3	9,3	11
Redução de água	0,8	0,39	3,09	1,91	1,7	1	6,36	3,2

Fonte: Elaboração própria com base em pintec 2003, 2005, 2008 e 2011.

Também podemos observar esta tendência de crescimento quando comparamos a evolução do número de firmas que realizaram inovações ambientais com a evolução do número de firmas de realizaram algum tipo de inovação (produto ou processo). Utilizando 2001 como ano base observamos que as inovações ambientais tendem a crescer em

porcentagem mais do que as inovações em geral, isso pode indicar que as firmas do setor eletroeletrônico, estão a cada dia incorporando as preocupações ambientais.

Gráfico 3- Porcentagem do total de firmas que desenvolveram inovações ambientais



Fonte: elaboração própria com base na PINTEC 2003, 2005, 2008 e 2011.

Diversos autores, entre eles, Young (2003), Podcamedí (2007) e Queiroz (2011) consideram que a regulação é o principal determinante para as inovações ambientais e estas, por sua vez, tendem a ser mais rigorosas nos segmentos mais poluidores. Dessa forma é interessante observar que, mesmo em um setor - cujo nível de poluição em valores absolutos é inferior ao de diversos outros segmentos industriais (Young, 2003) - e no qual não há regulações ambientais específicas, as IA aumentam proporcionalmente mais do que as inovações totais.

De acordo com o questionário da PINTEC, das 1916 firmas que afirmaram desenvolver algum tipo de inovação, 455 atribuíram grau de importância alto para o desenvolvimento de tecnologias que reduzam o impacto ambiental. Vale ressaltar que esta pergunta da PINTEC não especifica qual tipo de tecnologia de redução de impacto foi utilizada, ela pode ser adoção de tecnologias sem elementos tóxicos, na utilização de matéria prima, energia e água, e também inovações de produto ou processo menos poluentes.

Dentro desse contexto é interessante também identificar as características das firmas que realizaram inovações ambientais no complexo. Sendo assim, elas foram divididas de acordo com o seu tamanho e seu capital controlador.

Tabela 7- Características das firmas que realizaram inovações ambientais

Total de firmas	Tamanho da firma	Origem do Capital	Total de firmas inovadoras	Inovações ambientais
3235	Pequena ou média	Nacional	918	64
		Estrangeiro	318	118
	Grande	Nacional	238	133
		Estrangeiro	442	186

Fonte: Elaboração própria a partir da Pintec2011.

Podemos observar que grande parte da amostra de firmas que realizaram inovações ambientais, segundo dados da PINTEC, é composta por grandes firmas de capital estrangeiro. Este dado vai ao encontro do que Ansanelli (2008) constatou em seu estudo sobre as firmas do setor eletroeletrônico. De acordo com a autora esse resultado se deve ao fato de que estas firmas estão expostas ao mercado mundial no qual existe regulações ambientais mais exigentes, sendo assim as firmas localizadas no país seguem uma tendência global incorporando inovações tecnológicas através da interação com a Matriz.

Podemos analisar as firmas do setor eletroeletrônico somente quanto ao tipo de capital controlador. Quando realizamos este “recorte” percebemos a diferença entre o nível de atividade inovativa das firmas eletroeletrônicas nacionais *versus* as firmas transnacionais. Somente 17% das firmas inovadoras de capital nacional realizaram inovações ambientais, isso é menos do que metade da porcentagem de firmas eletroeletrônicas de capital estrangeiro que realizaram inovações ambientais.

Tabela 8- Inovação por tipo de capital controlador

Capital Controlador	Realizou inovações ambientais	
	Sim	Não
Nacional	17%	83%
Estrangeiro	40%	60%

Fonte: Elaboração própria com base PINTEC 2011, ABNIEE

Os dados sugerem que o setor de eletrônica segue o padrão da indústria de transformação em geral no Brasil, como apontado por Queiroz (2011) e Podcameni (2007). Ambos sugerem que a firma com capital controlador estrangeiro importa a estratégia ambiental da sua matriz. Podcameni (2007) defende a ideia de que as firmas de capital estrangeiro seriam mais propensas a exportar, o que obrigaria as firmas a realizarem investimentos ambientais para se adaptarem às normas do comércio internacional. Ademais,

isso reforça a ideia do relatório BNDES (2012), no qual é afirmado que, em geral, as firmas brasileiras são “seguidoras” de novas tecnologias e não “criadoras”. No caso das inovações ambientais a difusão é tão ou mais importante do que o desenvolvimento das inovações em si, mas embora o Brasil tenha a característica de ser um “seguidor” de inovações tecnológicas e não um criador, o processo de difusão de inovações ambientais aparentemente se restringe a uma transferência de tecnologia da matriz para a filial não ocorrendo a transferência das filiais para as firmas nacionais, vale lembrar que quase 80 % das firmas de eletroeletrônicos no Brasil são de pequeno porte com menos de 100 funcionários (ABINEE, 2013). Ansanelli (2008) afirma que a maior dificuldade de incorporação de novas tecnologias nas firmas de médio e pequeno porte decorre do fato de que para as pequenas firmas o impacto do custo de adoção dessas tecnologias é maior.

Em relação ao tamanho das firmas que realizaram inovações, observamos que mais de 46% das firmas de grande porte realizaram inovações ambientais *versus* 15% das de firmas de pequeno porte. Os dados sugerem que existe uma relação positiva entre o tamanho das firmas e as inovações ambientais, esta hipótese foi levantada por Podcamedí (2007), mas precisa ser verificada através de uma análise econométrica.

Tabela 9- Inovação por tamanho da firma

Tamanho	Realizou inovações ambientais	
	Sim	Não
Pequena	14,7%	77%
Grande	46,9%	76%

Fonte: Elaboração própria com base PINTEC 2011, ABINEE

Também nesse caso, os dados corroboram a análise de Queiroz (2011) Podcameni (2007), ambas levantam a hipótese de as grandes firmas tendem a realizar mais inovações em geral (isto inclui as IA) e que o tamanho da firma é um elemento importante na dinâmica inovativa da indústria de transformação brasileira. Podcameni (2007) também encontrou uma relação positiva entre a receita líquida de vendas e as inovações ambientais, sugerindo que quanto maior o faturamento das firmas, maior é seu investimento ambiental, a autora afirma que esta relação positiva pode ser explicada devido ao fato de que as firmas maiores fazem mais investimentos ambientais por pressão legal e normas dos mercados internacionais, pois têm maior probabilidade de serem autuadas por órgãos reguladores.

No entanto, vale ressaltar que como as firmas maiores normalmente já realizam mais inovações de forma geral, conseqüentemente elas também geram mais inovações ambientais

(PODCAMENI, 2007; BARCELLOS *et al.* 2009; QUEIROZ, 2011). Esse resultado que mostra uma relação entre tamanho inovações ambientais também é apontado por Barcellos *et al.* (2009) que analisam os investimentos ambientais a partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) para os anos de 1997 e 2002.

Segundo os autores, a porcentagem de firmas da amostra que realizou investimentos ambientais passou de 3,6% em 1997 para 4,9% em 2002. Em 1997, o valor da transformação industrial (VTI) relativo às firmas que realizaram investimentos em algum tipo de controle ambiental correspondia à 34,1% do VTI do país. Já em 2002, esse percentual subiu para 48,2%, o que sugere que as firmas que fizeram investimentos ambientais são, em sua maioria, as grandes organizações.

Sendo assim, levanta-se a hipótese de que as firmas que mais geram inovações que acarretam impactos positivos no meio ambiente são caracterizadas por um maior porte e dominadas pelo capital estrangeiro, o que também está ligado à questão da inserção internacional. Vale ressaltar que essas relações não estabelecem uma causalidade entre as variáveis. Esses resultados vão de acordo com a teoria descrita por Lustosa (1999), na qual a estrutura de mercado tem influência sobre as inovações ambientais e com o diagnóstico de que um dos principais fatores que influenciam as inovações ambientais é a natureza do capital. Percebemos através dos dados que alguns fatores que influenciam a adoção de inovações ambientais são semelhantes aos fatores que influenciam as inovações de forma geral (QUEIROZ, 2011).

3.3-Cooperação entre os agentes

A inovação, em geral, é caracterizada por um processo coletivo que depende de interações para difusão do conhecimento. A complexidade existente no desenvolvimento tecnológico é grande fazendo com que seja necessário discutir além da tecnologia em si todo o sistema de desenvolvimento tecnológico envolvido nesse processo (RIP & KEMP, 1998; GEELS, 2002; GEELS 2004). Sendo assim, compreender a interação entre os diversos agentes no processo de desenvolvimento tecnológico é fundamental para compreender o desenvolvimento das IA, pois a cooperação entre os agentes envolvidos nas atividades inovativas é um importante canal de geração de conhecimento e aprendizado que auxiliam na formação de um Sistema Setorial de Inovação (NELSON&WINTER, 1982; LUNDVALL, 1993; MALERBA 2002,2006, 2010).

Os diversos atores envolvidos no processo de desenvolvimento tecnológico possuem diferentes competências e, por isso, a troca de conhecimentos através da cooperação se torna essencial para as atividades inovativas, pois os agentes não inovam de maneira isolada, mas o fazem num contexto de um sistema de redes de relações diretas e indiretas (CASSIOLATO & STALLIVIERI, 2010).

Sendo assim, para compreendermos o processo de desenvolvimento das tecnologias ambientais no setor eletroeletrônico brasileiro selecionamos cada fonte de cooperação e o grau de importância atribuído à elas pelas firmas do setor eletroeletrônico que realizaram inovação. Do total das firmas que realizaram inovações, 23,64 % as desenvolveram com alguma relação de cooperação com outros atores do setor, este é um coeficiente relativamente baixo, pois dado que o setor eletrônico é caracterizado por alto grau de cooperação entre os agentes, esse resultado nos mostra que grande parte dessas cooperações não estão relacionadas ao desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Tabela 10- Percentual de firmas que realizaram inovações e o grau de importância de cooperação com outros agentes

Fontes internas					
Departamento de P&D			Outras áreas		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
55	21	24	55	25	20
Fontes externas					
Outra firma do grupo			Fornecedores		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
7	8	4	35	22	43
Clientes ou consumidores			Concorrentes		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
44	23	33	28	16	56
Firmas de consultoria e consultores independentes			Universidades ou outros centros de ensino superior		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
16	15	69	9	10	80
Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos			Centros de capacitação profissional e assistência técnica		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
24	8	67	8	7	85
Instituições de testes, ensaios e certificações			Redes de informação informatizadas		
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
16	60	52	53	13	34

A partir tabela 10 percebemos que mais de 50% das firmas que realizaram inovações com relação de cooperação consideraram suas fontes internas de alta relevância sugerindo que a maior parte do conhecimento necessário para o desenvolvimento das inovações se encontra dentro dos laboratórios de P&D (HORBACH, 2006; REHFELD *et al.* 2004).

Além disso, é interessante notar que somente 9% do total das firmas consideraram as universidades como importantes fontes de cooperação para o desenvolvimento de novas tecnologias, esse baixo valor também se repete em relação aos centros de capacitação (8%) e aos institutos de pesquisas ou centros tecnológicos (24%). Esses valores baixos refletem a pouca interação entre as firmas brasileiras e as universidades e centros de pesquisa. A importância da relação entre universidade e firmas é amplamente destacado na literatura (NELSON, 1993; LALL, 1992; NELSON & ROSENBERG, 1993; COHEN, NELSON & WALSH, 2003).

No Brasil, por falta de um processo de industrialização vinculado a uma política de ciência e tecnologia, grande parte da pesquisa científica permanece concentrada principalmente em universidades e institutos de pesquisa e não chega às firmas, que preferem importar ou transferir tecnologia do exterior (LOTUFO, 2009). As dificuldades em estabelecer a relação Universidade-Firma de forma harmoniosa são apontadas por diversos estudos. Lynn e Kishida (2004) destacam que professores tradicionalmente são remunerados pelo conhecimento criado a partir do prestígio, publicações e quão grande é o seu sucesso na academia e não vendendo o conhecimento para firmas. Allen e Taylor (2005) relatam quatro obstáculos: a) acadêmicos consideram antiético comercializar o conhecimento gerado em universidades, pois devem ser de domínio público; b) a falta de ligação de pesquisas em determinadas tecnologias e as reais necessidades de mercado; c) universidades são tradicionalmente conservadoras e conseqüentemente avessas a correrem riscos; e d) dificilmente uma única universidade detém todos os recursos necessários para a comercialização de suas tecnologias. Para Rattner (1984), as dificuldades estão arraigadas às estruturas distintas das universidades e das organizações do setor produtivo, somando-se a prioridades não convergentes no que se refere à alocação de recursos para pesquisa, prazos e tipos de resultados esperados. Isso torna difícil o estabelecimento de contratos de curto prazo entre firmas e universidades para a pesquisa com objetivo comercial.

As inovações envolvem um complexo sistema de interações entre as firmas e o ambiente. Em um primeiro nível, existem interações entre firmas, seus consumidores e fornecedores, particularmente, quando isso envolve estreita interação entre produtores e

usuários de tecnologias (KEMP et. al; 2000). Nesta análise, os consumidores e os fornecedores aparecem como umas das principais fontes de cooperação das firmas do setor eletrônico brasileiro. Esse cenário converge com os resultados encontrados por Stallivieri e Souza (2008), no qual os autores evidenciam que a cooperação vertical é a forma de cooperação que mais se destaca na amostra de 1.206 firmas brasileiras. O padrão relatado se repete sem diferenças significativas para as firmas que realizaram inovações ambientais, ou seja, o maior percentual de firmas que realizaram inovações ambientais e estabeleceu cooperação, atribuíram alto grau de importância de cooperação com seus consumidores e fornecedores.

3.4-Indicadores de esforços inovativos

O Objetivo principal desta seção é identificar os esforços inovativos das firmas que realizaram inovações ambientais frente as firmas que realizaram inovações como um todo. Dessa forma, foram selecionadas variáveis da PINTEC relacionadas à importância do tipo atividade inovativa realizada.

Tabela 11- Variáveis relacionadas às estratégias de esforços inovativos

Tipo de atividades inovativa realizada	Porcentagem das firmas que declararam alta importância	
	Realizaram IA	Não realizaram IA
P&D	55%	53%
Aquisição externa de P&D	17	16,9
Aquisição de outros conhecimentos externos	16	15,5
Aquisição de software	33	36,69
Aquisição de máquinas e equipamentos	55	43
Treinamento	60	44,6
Introdução de inovações no mercado	36	36,11
Projetos industriais e outras preparações técnicas	26	26,6

Fonte: Elaboração Própria com base na PINTEC 2011

Através dos dados da tabela 11, observamos que os esforços em P&D foram apontados como importantes para a geração de IA por mais de 50% das firmas, esse resultado vai ao encontro do que foi encontrado por Horbach, 2006; Rehfeld *et al.* 2004. Deve-se ressaltar que grande parte das firmas que realizaram inovações ambientais são grandes firmas de capital estrangeiro que possuem laboratórios de P&D aptos para o desenvolvimento tecnológico.

Além disso, percebemos também que os esforços inovativos das firmas estão concentrados na aquisição de máquinas e equipamentos, como já foi comprovado por diversos estudos empíricos (STALLIVIERI & SOUZA 2008; BRITTO, 2004).

Esse resultado confirma que a tendência brasileira de baixo esforço inovativos também está relacionada com a questão das inovações ambientais, ou seja, as firmas do setor eletrônico brasileiro além de se engajarem relativamente pouco na geração de conhecimento, também realizam um baixo nível de inovação ambiental. Elas podemos também destacar que a estratégia das firmas do setor eletrônico brasileiro possui um caráter imitador, e no que se refere à liderança tecnológica elas são defensivas (FREEMAN, 1974). Além disso, esse resultado nos mostra que as firmas inovam ao adquirir tecnologias de seus fornecedores, este tipo de relação foi apontada por Pavitt (1984).

O treinamento também aparece como uma das principais atividades inovativas realizadas pelas firmas do setor eletrônico. Segundo William e Markusson (2002), as atividades de treinamento fazem com que os funcionários fiquem mais interessados em influenciar decisões na firma. Dessa forma, a capacitação dos funcionários gera maior conhecimento e aprendizado, o que pode influenciar também os aspectos ambientais da produção. Com base em outros estudos, os autores ainda afirmam que o treinamento é uma das atividades que as firmas mais utilizam para promover uma estratégia *environmentally friendly*, pois essa relação entre capacitação e inovações está relacionada com a mudança da cultura corporativa de longo prazo. Além disso, muitas inovações ambientais requerem novas rotinas de produção, novos equipamentos etc o que faz com que o gasto em treinamento seja necessário para uma transição tecnológica bem sucedida. Um exemplo disso, é a migração tecnológica para utilização de placas sem chumbo, que requer equipamentos diferenciados exigindo um treinamento específico dos seus operadores. William e Markusson (2002) sugerem que as inovações muitas vezes podem não requerer extensivas atividades de P&D. Esse fato também pode estar relacionado à questão regulatória do setor eletrônico, que pode induzir mais a inovações do tipo *end-of-pipe* que *pollution-prevention*.

3.5-Regulações

A regulação é considerada por muitos autores como o principal determinantes das inovações ambientais, pois elas podem direcionar o desenvolvimento tecnológico para trajetórias “verdes”, reduzindo as incertezas sobre o desenvolvimento e adoção de tecnologias ambientais (PORTER 1995; REHFELD *et al*, 2007; OITRA 2008). Para analisar a

importância da regulação no desenvolvimento de inovações ambientais é importante verificar se a importância atribuída à regulações se diferente entre as firmas que realizaram inovações ambientais do total de firmas inovadoras.

Young (2003) sugere que as regulações apresentam maior importância no desenvolvimento de IA em setores intensivos em poluição, uma vez que as regulações nestes setores tendem a ser mais desenvolvidas do que em outros. Embora o setor eletroeletrônico possua diversas regulações quanto à segurança e qualidade do produto³³, ele não possui muitas regulações relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias ambientais³⁴.

Tabela 12- Importância da regulação no desenvolvimento de inovação

Nível de importância de Regulação e Normas	Total de firmas	Realizaram inovação Ambiental
Alto ou média	50,1%	63%
Baixo	49,9%	37%

Fonte: Elaboração Própria com base PINTEC

Observamos que a importância da regulação no desenvolvimento de inovações é maior nas firmas que realizaram inovações ambientais, mesmo assim, como dito anteriormente, não podemos considerar o desenvolvimento de inovações ambientais como uma simples resposta à regulação. Além disso, a amostragem da PINTEC não especifica quais são essas normas e regulações (se são regulações ambientais ou não).

Podemos destacar também que as regulações apresentam alto grau de importância para o desenvolvimento das atividades tecnológicas como um todo, a partir daí podemos levantar a hipótese de que a qualidade (requerida por diversas regulações do setor) pode ser um elemento que influencia no desenvolvimento de inovações verdes, ou seja, as firmas que inovam buscando melhorar a qualidade dos seus produtos possuem maior probabilidade de realizar inovações ambientais, essa relação entre IA e qualidade é apontada por Podcameni (2007).

³³ O Setor está sujeito a padrões de qualidade e segurança como o ISSO e testes realizados pela IMETRO.

³⁴ Para mais detalhes sobre as regulações ambientais relacionadas ao setor eletrônico ver capítulo 2.

3.6- Determinantes da inovação ambiental: exercício empírico

Diante do que foi apresentado, é possível apontar algumas características do complexo eletrônico que podem ter influência na determinação das inovações ambientais. No entanto, como as análises foram realizadas majoritariamente através dos microdados da PINTEC 2011 não foi possível identificar ao certo que tipo de inovação ambiental foi desenvolvida (inovação radical ou do tipo *end of pipe*).

Essa diferenciação é extremamente relevante para esta análise, pois alguns determinantes exercem diferentes influências no desenvolvimento de cada tipo de tecnologia ambiental. Por exemplo, a regulação ambiental pode ser um dos principais determinantes das inovações ambientais do tipo *end of pipe*, pois pode induzir as firmas a introduzirem inovações ambientais do tipo *pollution prevention*, por outro lado a demanda pode gerar pressões incentivando o desenvolvimento de novos produtos cujas características atendem a demanda por produtos verdes. Por outro lado, para algumas firmas, os principais fatores que induzem às IA podem ser relacionados à busca por eficiência produtiva e aumento da competitividade.

Nas seções anteriores foram analisadas algumas características das firmas que realizaram inovações ambientais e foi apontado que os consumidores, assim como os esforços inovativos relacionados à P&D, ao treinamento e as regulações apresentaram grau de relação com essas inovações. Com base nessa análise, a presente seção tem como objetivo principal expandir o estudo dos determinantes das inovações ambientais através de um trabalho empírico para verificar quais são os principais fatores que induzem essas inovações.

3.5.1- Metodologia e análise dos resultados

Para expandir a análise dos determinantes das inovações ambientais, foi elaborado um exercício econométrico com base no questionário da PINTEC 2011. Primeiramente, foram selecionadas somente as firmas dentro da classificação CNAE 2.0 subclassificação 3.26 (ver tabela 01). A partir daí, foram excluídas as firmas não inovadoras em produto e/ou processo (como foi feito na seção anterior), o que gerou uma amostra de 455 firmas que realizaram inovações ambientais.

O objetivo do modelo é verificar quais são os principais determinantes das inovações ambientais. A pergunta a ser respondida é: quais são os outros determinantes das inovações ambientais além da regulação – tradicionalmente apontada como o principal determinante

desse tipo de inovação. Além disso, o modelo busca destacar se a questão regulatória, considerada o principal diferencial das inovações ambientais em relação as demais inovações, continua a ser o principal elemento que determina o desenvolvimento das inovações ambientais no setor eletroeletrônico.

Assim como nas seções anteriores, a variável inovação ambiental está relacionada à pergunta 105 do questionário da PINTEC 2011 (Reduziu o impacto no meio ambiente) foi utilizada como uma *proxy* de IA. Caso a firma tenha declarado que houve alta redução do impacto ambiental gerado pela inovação, a variável se torna um. Caso a firma tenha relatado um impacto baixo ou não relevante, a variável se torna zero. Assim, inovação ambiental (IA) é a variável dependente do modelo. A metodologia e o modelo econométrico (Probit) utilizado neste trabalho tem como base os trabalhos de Queiroz (2011), Podcameni (2007) e Podcameni & Queiroz (2011).

$$IA = \beta_0 + \beta_1 * into_ino + \beta_2 * rgl + \beta_3 * cop + \beta_4 * apo_gov + \beta_5 * csm + \beta_6 * Qual + \beta_7 * \Pi + \varepsilon$$

As variáveis explicativas foram selecionadas de acordo com a análise realizada nas seções anteriores, selecionando aquelas que apresentaram relações com o desenvolvimento das inovações ambientais no setor eletroeletrônico, foi acrescentada também a variável de apoio governamental, para tentar identificar alguma relação entre as linhas de financiamento do governo³⁵ com o desenvolvimento de IA. As principais hipóteses relacionadas a este modelo são:

- i) H1: a intensidade do esforço inovativo possui relação positiva com o desenvolvimento de inovações ambientais;
- ii) H2: a regulação possui relação positiva com o desenvolvimento de inovações ambientais;
- iii) H3: Existe uma relação positiva entre maior qualidade dos produtos e a realização de inovações ambientais;
- iv) H4: A probabilidade de realizar inovações ambientais é maior nas firmas que obtiveram algum tipo de apoio governamental;

³⁵ Destaque para a lei de informática.

- v) H5: A probabilidade de realizar inovação ambiental é maior nas firmas que atribuem elevado grau de importância na cooperação com os consumidores;
- vi) H6: A probabilidade de realizar inovação ambiental é maior nas firmas que atribuem elevado grau de importância nas relações de cooperação;

Quadro 7- Descrição das variáveis utilizadas

Nome da variável	Descrição	Sinal esperado	Fonte do dado
I.A	Inovação ambiental		PINTEC
<i>int_ino</i>	Intensidade esforço inovativo	+	PINTEC
<i>Rgl</i>	Regulações	+	PINTEC
<i>Cop</i>	Cooperação entre os atores	+	PINTEC
<i>Ap_gov</i>	Apoio governamental	+	PINTEC
<i>Csm</i>	Consumidor	+	PINTEC
Qual	Qualidade do produto	+	PINTEC
II	Vetor do tipo de firma		PINTEC

Fonte: Elaboração Própria.

A variável ‘intensidade do esforço inovativo’ (*int_inov*) que está relacionada com o regime tecnológico e a base de conhecimento, busca captar o efeito das atividades inovativas sobre a geração de IA. Os itens relacionados ao regime tecnológico e a base de conhecimento apresentam relação com as IA, uma vez que o conhecimento necessário para desenvolver uma tecnologia ambiental é dependente de todo conhecimento acumulado no passado. Com base nisso, a variável ‘Intensidade esforço inovativo’ é determinada pelas perguntas do questionário da PINTEC 2011 relatadas abaixo:

- Atividade de P&D;
- Aquisição de softwares;
- Aquisição de máquinas e equipamentos;
- Treinamento.

Como as perguntas são qualitativas, foi adotada uma variável dummy que capta se a firma tenha declarado importância alta para alguma dessas atividades. Caso contrário, a variável se torna zero. Como foi visto que esses esforços inovativos estão fortemente ligados à

questão das IA, espera-se que essa variável também apresente uma relação positiva com esse tipo de inovação.

A utilização da variável ‘Qualidade’ (*Qual*) é importante na relação com as inovações de forma geral. Muitas vezes, o resultado da atividade inovativa aumenta a qualidade do produto ofertado, e a firma aumenta seus lucros ou *market-share* mesmo sem concorrer em preços. No caso das IA, a qualidade se torna um fator relevante, pois caso ela seja associada à questão dos produtos “verdes”, a firma conquista o consumidor ambientalmente responsável (fato que é bastante importante, pois como muitas firmas também são compradoras de peças e componentes e ao mesmo tempo fornecedoras de produtos no mercado externo que em muitos aspectos já possui grande diferenciação entre produtos “verdes” e outros). Além disso, muitas firmas atuam no mercado externo que está sujeito a regulamentações ambientais mais exigentes, o que pode induzi-las a melhorar a qualidade ambiental de seus produtos e processos.

Desse modo, espera-se uma relação positiva da variável IA com a ‘Qualidade’. Essa variável é definida pela pergunta 93 (‘Melhorou a qualidade dos bens ou serviços’) do questionário da PINTEC 2011. Do mesmo modo, ela se torna um para alta importância e zero para baixa ou não relevante. Vale ressaltar também que caso ela introduza inovações de produtos ambientalmente sustentáveis, ela pode conquistar consumidores que antes não compravam seus produtos.

A regulação ambiental é considerada dos principais determinantes das IA, pois ela pode gerar possíveis sinais de ineficiência na utilização dos recursos criando, assim, uma possibilidade de aperfeiçoamento tecnológico. No entanto, sabe-se que a regulação ambiental pode não levar à geração de IA caso essas normas não estejam ajustadas ao contexto. Sendo assim, a variável ‘Regulação’ (*Rgl*) tenta captar os efeitos das normas impostas sobre as firmas e a relação destas com as IA. Ela é baseada na pergunta 107 (‘Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo’) do questionário da PINTEC 2011 e se torna um caso a firma tenha relatado importância alta ou média para essa pergunta. Apesar da pergunta 107 não ser relativa diretamente às regulamentações ambientais, ela pode apresentar resultados relevantes, pois muitas firmas são reguladas ambientalmente em decorrência do setor de atuação e do porte, além de abranger o mercado externo, que já é significativamente regulado na esfera ambiental. Assim, espera-se uma forte relação entre a variável ‘Regulação’ e IA.

A variável ‘cooperação entre atores’³⁶ (*coop*) relativa às atividades de cooperação entre os atores do sistema setorial de inovação diz respeito à pergunta 134 (‘Envolvimento em algum arranjo cooperativo com outra organização com vistas a desenvolver atividades inovativas’) do questionário da PINTEC 2011 e se torna um caso a firma tenha respondido sim à questão. Sabe-se que as parcerias são estratégias importantes para a atividade inovativa no setor, pois a troca de conhecimento, aprendizado e o fortalecimento de uma rede de informação e cooperação podem auxiliar as firmas a desenvolverem diversos tipos de inovação, pois essas são caracterizadas como um processo amplo, coletivo e sistêmico, além de serem importantes elementos para a constituição de um sistema setorial de inovação. No caso do complexo eletrônico, a cooperação com outros agentes se torna ainda mais importante, porque essas inovações envolvem conhecimento específico o que requer *expertise* e conhecimentos não dominados inteiramente pela firma. Assim, espera-se um coeficiente positivo para essa variável.

A variável de apoio governamental foi incluída no exercício econométrico para avaliar se existe uma relação entre apoio governamental e IA. Desse modo, a variável ‘Apoio do governo’ (*Ap_gov*) é composta pela combinação das perguntas abaixo e tem como objetivo captar a relação entre programas relacionados à geração de conhecimento e as IA. Caso a firma tenha respondido sim a alguma dessas perguntas, a variável de torna um, caso contrário, zero.

- 156 - Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica;
- 157.1 – Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores;
- 158.1 – Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica sem parcerias com universidades ou institutos de pesquisa;
- 158.2 - Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica com parcerias com universidades ou institutos de pesquisa.

Já o vetor Atores (*act*) representa as variáveis de controle e está relacionado às características da firma, como origem do capital³⁷, tamanho e se a firma é exportadora ou não. Por fim, ε é o distúrbio estocástico com distribuição normal. Desse modo, com base no tipo

³⁶ Nesse caso, não é possível realizar a separação por tipo de cooperação (vertical, horizontal e demais agentes) em decorrência do pequeno número de firmas que relatou ter feito alguma atividade de cooperação

³⁷ Foram definidas variáveis *dummies* para origem do capital nacional e origem do capital estrangeiro.

dos dados disponíveis (455 firmas na dimensão *cross-section* e dimensão temporal de um ano) e devido à utilização de diversas variáveis binárias, foi utilizado um modelo Probit para rodar a regressão com o objetivo de captar o grau de relevância de cada determinante da IA através da comparação dos *betas* estimados. Além disso, esse tipo de modelo é utilizado em outros estudos na área de inovação ambiental (QUEIROZ, 2011; HORBACH, 2006; FERRAZ & SEROA DA MOTTA, 2001).

Por fim, vale ressaltar que o modelo econométrico foi utilizado, basicamente, para analisar algumas variáveis relacionadas ao meio ambiente e que caracterizam os diversos elementos do sistema setorial de inovação e, portanto, não pode ser considerado uma análise econométrica da relação e co-evolução destes elementos como um todo, uma vez que para esta análise seria necessário utilizar diversos dados que estão aquém da amostragem da PINTEC 2011.

Tabela 13-Resultados do modelo

modelo probit				
Variável dependente: Inovações ambientais				
Variáveis independentes	Coefficientes		Desvio Padrão	P>z
<i>int_ino</i>	.0761966	*	.0539592	0.027
<i>Rgl</i>	.6504976	***	.0350181	0.000
<i>Cop</i>	.0778221	*	.0599367	0.067
<i>apo_gov</i>	.0068042		.0976861	0.600
<i>Csm</i>	.4654495	***	.0355191	0.000
<i>Qual</i>	.2352885	***	.0510058	0.000
<i>Origest</i>	.0000941	***	.0510862	0.000
<i>Orgin</i>	.0000908		.1112084	0.999

(i) Nota: * significativa a 10%, ** significativa a 5%, ***significante a 1%

LR	$\chi^2 = 1234.68$	p-valor = 0.000
Pseudo R2	15.03%	
Tabela de Classificação	72.83%	
Hosmer-Lemeshow	$\chi^2 = 4781.04$	p-valor = 0.82

Fonte: Elaboração própria

Como pode ser visto, os resultados do modelo apresentaram um bom grau de ajuste, com a estatística Hosmer-Lemeshow³⁸ a 82% e o teste de significância conjunta das variáveis explicativas (LR) significativo a 1%. Todas as variáveis do modelo são significativas pelo menos a 10%, com exceção da ‘Origem nacional do capital’ (*origna*) e apoio

³⁸ A hipótese nula do teste Hosmer-Lemeshow é que a equação está bem especificada. Assim, de acordo com o resultado do teste, não se pode rejeitar a hipótese nula de que o modelo está bem ajustado

governamental³⁹. Além disso, todas as variáveis significativas possuem sinal positivo, o que confirma a hipótese do modelo que esses elementos estão entre os principais determinantes das inovações ambientais para as firmas do complexo eletrônico brasileiro.

A intensidade do esforço inovador (*intens_esf*) se mostrou estatisticamente significativa a 10% o que nos mostra que os esforços inovativos apresentam relação positiva com as IA, o faz sentido, haja vista a concentração dos esforços tecnológicos em P&D, aquisição de máquinas e equipamentos e treinamentos, mesmo assim essa variável não é tão importante no desenvolvimento de IA quanto a regulação e o papel do consumidor. Queiroz (2011) verificou que embora o setor eletroeletrônico brasileiro desenvolva inovações acima da média da indústria de transformação ele desenvolve IA abaixo da média da indústria de transformação, este resultado pode ser explicado em parte devido ao desenvolvimento das tecnologias ambientais está relacionado à adaptação do setor às normas e regulamentações do mercado.

O resultado deste exercício econométrico nos mostra que o consumidor (*csm*) apresenta papel de destaque no desenvolvimento de IA, pois é através da revelação de suas preferências e necessidades que é possível direcionar o desenvolvimento tecnológico (MALERBA, 2002; 2006; 2010). Além disso, diversos autores, entre eles: RIP & KEMP, 1998; GEELS, 2002; GEELS 2004, afirmam que para as IA ambientais, o papel do consumidor vai além, pois os nichos de mercado podem atuar contribuindo para o aprimoramento das IA exercendo o papel de “incubadoras” para este tipo de tecnologias.

Wagner (2008), a partir da revisão de autores que trataram a questão da influência do ambiente seletivo nas decisões dos agentes, destaca que os “consumidores verdes”, representam um importante impulso da demanda à geração e/ou adoção de IA, a avaliação das preferências desses consumidores através de pesquisas de mercado indica que a provisão de informações aos consumidores a respeito da qualidade ambiental dos produtos e processos de uma firma, seja via certificação ou outros mecanismos, pode ser considerada de relevância similar à regulação (CLEFF & RENNINGS, 1999; WAGNER, 2008)

A ‘Regulação’ (*Rgl*) aparece como a variável que mais determina as IA (coeficiente de 0,7504). Dentro do conjunto de firmas inovadoras, as que buscaram se adaptar às regulações e normas referentes ao mercado interno ou externo têm uma probabilidade maior de ter gerado

³⁹ A não significância da variável ‘Apoio do governo’ pode ser consequência do pequeno número de firmas que utilizou algum programa de financiamento ou pode ser que a utilização desses programas não seja um determinante significativo na adoção de IA

IA em comparação com as firmas que realizaram outro tipo de inovação e não tiveram como objetivo se adaptar às regulamentações. Esses resultados também convergem com as análises de Campos e Ruiz (2008) onde o foco da trajetória tecnológica é o atendimento às exigências dos clientes e o enquadramento às normas reguladoras mundiais.

Entretanto, existem diversas críticas em relação às consequências da regulação sobre a geração de IA. Uma delas é a de que se a regulação for direcionada a uma determinada tecnologia e não ao nível de emissão ou melhor utilização dos recursos naturais, ela pode inibir processos inovativos mais eficientes para o meio ambiente como um todo. Além disso, nesse caso, não existem incentivos financeiros para redução da poluição. Outra crítica⁴⁰ é que a regulação pode não gerar soluções inovativas eficientes, pois depende fortemente do tipo de instrumento regulatório utilizado em cada firma e/ou setor. Ainda se pode argumentar que a regulação é uma forte indutora de inovações do tipo *end-of-pipe*, pois esse tipo de inovação requer menos investimento na criação de conhecimento e, por isso, são mais fáceis de introduzir nas rotinas das firmas. Assim, como essa tecnologia muitas vezes é de caráter incremental, ela não gera mudanças significativas no processo produtivo.

A cooperação (*coop*) entre os agentes apresentou coeficiente significativo à 10% o que demonstra (como dito anteriormente) a importância da integração vertical para o desenvolvimento de IA, haja vista que dentre os agentes de cooperação mais importantes estão os consumidores e os fornecedores. Além disso, devido a modularidade do setor eletrônico, existe um número grande de firmas envolvidas na fabricação de peças e componentes, ou seja, firmas diferentes produzindo componentes diferentes que são unidos para fabricação de único produto, sendo assim, as firmas do complexo tendem a se organizarem em arranjos produtivos locais se beneficiando dos conhecimentos gerados através de outros atores. O ponto interessante a ser ressaltado é que embora estatisticamente significativo, a variável não apresenta uma forte influência no desenvolvimento de tecnologias ambientais, ou seja, a importância da cooperação para o desenvolvimento de IA não é tão relevante quanto a regulação e a cooperação específica com o consumidor, mas nos mostra que as firmas que fazem cooperação têm maior probabilidade de ter desenvolvido IA em comparação com as que não realizaram cooperação. Esse resultado confirma os argumentos de diversos autores (MAZZANTI & ZOBOLI, 2006; HORBACH, 2006), nos quais o pertencimento a algum tipo de grupo ou rede aparece como um *driver* positivo da IA,

⁴⁰ Horbach (2006) também chegou à conclusão de que atividades de P&D são mais relevantes para IA que para inovações que tenham tido baixo ou nenhum impacto positivo no meio ambiente.

ressaltando a importância de “economias horizontais de escala” e estratégias cooperativas para esse tipo de inovação.

O aumento da qualidade (*Qual*) dos bens ou serviços também confirmam a hipótese de que a introdução de novos produtos e processos ambientalmente responsáveis pode gerar mais benefícios econômicos para as firmas que somente a geração de inovações que não levem em consideração a questão da sustentabilidade. Os resultados relacionados à origem do capital controlador corroboram com na seção 3.2 deste capítulo, na qual os principais atores firmas envolvidos no desenvolvimento de tecnologias ambientais são em geral, grandes firmas cujo capital controlador é estrangeiro.

Das seis hipóteses levantadas por este trabalho, somente uma (H4) não apresentou relevância estatística. Os resultados do modelo econométrico evidenciaram a relevância dos principais determinantes da IA para o setor eletrônico brasileiro, com destaque para a questão regulatória e o papel do consumidor. Desse modo, o resultado aponta que esses elementos são mais importantes para as IA que para as inovações que não reduziram os impactos no meio ambiente. No entanto, em decorrência da limitação dos dados, não é possível verificar qual a natureza das IA realizadas pelas firmas. Apesar dos resultados significativos apresentados pelo modelo, existem importantes características setoriais que não foram capturadas, pois o desenvolvimento de um modelo que tivesse como objetivo verificar essas especificidades ficaria limitado pelos dados da amostra.

Além disso, alguns determinantes da inovação de modo geral estão relacionados tanto às características setoriais, como à trajetória tecnológica e contexto no qual a firma está inserida. Portanto, a utilização de um modelo econométrico levanta diversas questões que não foram analisadas entre elas a formulação e características das políticas ambientais que incentivam as inovações ambientais.

Vale ressaltar que o método escolhido possui suas limitações devido ao fato de que a dinâmica inovativa é ampla, sistêmica, envolvendo diversos atores em seu processo, sendo assim, existe a dificuldade para mensuração dessas informações, pois os indicadores não captam as especificidades desta dinâmica, além desses, existem outras limitações como por exemplo, a maneira como cada firma interpreta as perguntas do questionário da PINTEC 2011.

Essas críticas se tornam mais acentuada na medida em que são utilizadas metodologias desenvolvidas pela OCDE para mensuração da atividade inovativa nos países em

desenvolvimento como o Brasil. Diferentemente dos países da OCDE que são caracterizados por estruturas produtivas mais homogêneas, o Brasil possui uma significativa heterogeneidade regional (CASSIOLATO *et al.*, 2008), sendo assim, mesmo com limitações, a escolha pela utilização da base de dados da PINTEC ainda é a mais adequada para esta análise.

Ademais, como dito anteriormente, as variáveis relacionadas ao desenvolvimento de inovações ambientais não conseguem captar o tipo de inovação ambiental gerada pela firma, ou seja, não se pode afirmar se tal inovação corresponde a inovações do tipo *end-of-pipe* ou se realmente estão relacionadas à introdução de tecnologias limpas, que envolvem todo o processo produtivo e trata a poluição na sua origem.

3.6-Considerações Parciais

Através da análise realizada nesta seção percebemos que o número de firmas que realizaram inovações ambientais no setor eletrônico brasileiro aumenta gradativamente a cada ano. Esse aumento é percentualmente maior do que o desenvolvimento de inovações em geral. Além disso, foi identificado que a maior parte das firmas que realizaram IA são grandes firmas de capital controlador estrangeiro, ademais, evidenciamos que a principal fonte de cooperação é vertical (consumidores e fornecedores) e que o desenvolvimento de atividades de P&D possui importância na realização de IA. Além disso, a regulação também possui importância no desenvolvimento de IA. Foi observado também que as empresas que realizaram inovações ambientais não apresentaram grau de cooperação relevante com as universidades, mostrando uma deficiência neste sentido, uma vez que as universidades são agentes importantes no processo de desenvolvimento tecnológico (NELSON, 1993; LALL, 1992; NELSON & ROSENBERG, 1993; COHEN, NELSON & WALSH, 2003).

Tomando essas informações como base foi realizado um exercício econométrico no qual foi identificado os principais determinantes das IA para o setor eletrônico brasileiro. Sendo assim, foi verificado que as atividades de P&D apresentam relações positivas com as IA. Entretanto, devido às características inovativas do setor, algumas firmas buscam realizar IA mesmo sem desenvolver atividades de P&D. Além disso, deve ser ressaltado que essa relação positiva, pode ser explicada pelas características das firmas que realizaram IA.

Além do P&D, a aquisição de software e máquinas e equipamentos, também são importantes na determinação das IA. Portanto, pode-se concluir que os esforços inovativos relacionados à criação de conhecimento e construção de competências estão muito

relacionados com as IA. Esses esforços inovativos são centrais para a compreensão sistêmica da inovação de maneira geral, e também se torna relevantes na análise das IA. Observamos então uma simetria entre os elementos que influenciam o desenvolvimento de inovações em geral, com os elementos que influenciam o desenvolvimento de IA. Dessa forma, procuramos analisar os outros elementos selecionados na amostra para identificar quais são os outros determinantes das inovações ambientais e se estes também possuem relação com os determinantes das inovações em geral. Foi observado que que cooperação também é um elemento importante para o desenvolvimento de IA, destacando a importância da cooperação vertical (consumidores e fornecedores), esse resultado também se assemelha com o que foi identificado nas empresas que realizaram inovações como um todo Stallivieri e Souza (2008).

O consumidor foi apontado como um dos principais determinantes das IA no setor eletrônico, o demonstra a grande interação entre ambos e a importância do consumidor no direcionamento do desenvolvimento tecnológico. A importância do papel do consumidor no desenvolvimento de IA nos mostra que, uma vez que o consumidor direciona o seu consumo para padrões ambientais mais elevados, as firmas respondem a este estímulo através do desenvolvimento de soluções tecnológicas para essa nova necessidade através do desenvolvimento de IA.

O elemento que mais se destacou como determinante das inovações ambientais, foram as regulações. Sendo assim, para estimular a introdução de IA no setor eletrônico brasileiro, devem ser desenvolvidos programas e políticas direcionadas à inserção das questões ambientais na própria estratégia das firmas. Portanto, as políticas de preservação ambiental e ciência e tecnologia não devem mais ser analisadas de forma separadas. Se essas políticas atuarem de forma conjunta, elas podem gerar incentivos para o desenvolvimento tecnológico que contribui para redução dos impactos ambientais do setor eletrônico. Além disso, as políticas tecnológicas podem ter um menor custo caso sejam utilizadas como complementares e não como substitutas às políticas ambientais (JAFFE et al., 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre meio ambiente e desenvolvimento tecnológico carrega um grau de complexidade que é tema de diversos estudos. Por um lado, se atribui à tecnologia a aceleração e ampliação da produção, gerando impacto negativo sobre o meio ambiente. Já por outro lado, o desenvolvimento de novas tecnologias que sejam mais eficientes em termos ambientais pode ser um dos principais elementos na busca pelo desenvolvimento sustentável. Dessa forma, existe um consenso de que serão necessárias mudanças radicais nas tecnologias de produto e processo atuais, de forma a utilizar com mais eficiência os recursos naturais e reduzir significativamente seu impacto sobre o meio ambiente.

Como apontam Kemp et al. (2007), o desenvolvimento sustentável é um processo que envolve múltiplas transições tecnológicas. Cada uma dessas transições envolve, por sua vez, processos de co-evolução entre os elementos dos sistemas de inovação de cada setor. Dessa maneira, devido à alta complexidade existente nos processos de desenvolvimento tecnológico atuais, os estudos sobre tecnologia devem compreender os seus processos de criação, seleção e desenvolvimento. Nesse contexto, a revisão da literatura mostrou que a Inovação Ambiental é um conceito amplo e complexo e sua geração e desenvolvimento devem ser compreendidos como um processo dinâmico, sistêmico e interativo entre diferentes instituições e organizações.

Nesse sentido, este trabalho fez uma discussão acerca dos problemas ambientais relacionados ao setor eletrônico brasileiro, apontando suas principais soluções tecnológicas. Foi mostrado que os problemas ambientais relacionados aos resíduos sólidos possuem escala global, além do volume gigantesco de resíduos eletrônicos gerados, estes também contêm elementos tóxicos sendo uma ameaça ao ser humano e ao equilíbrio ambiental. O Brasil possui papel de destaque neste contexto, pois é um dos maiores consumidores e geradores de resíduos eletrônicos no mundo. Esta posição brasileira é agravada pelo fato de que no país o tratamento de resíduos eletrônicos é rudimentar e sua estrutura insuficiente para tratar corretamente todo volume gerado.

Mesmo assim, esse cenário pode apresentar melhoras através da lei de resíduos sólidos. Essa lei incentiva a implementação da logística reversa que pode gerar modificações positivas e profundas na forma como os resíduos eletrônicos são tratados atualmente no Brasil. Além da logística reversa, outras soluções – com destaque para desenvolvimento de IA

– podem contribuir para o avanço do setor rumo à sustentabilidade. Um exemplo de IA desenvolvida são as tecnologias livres de chumbo.

Nesse contexto, um dos elementos chaves, na busca pela sustentabilidade, está na adoção do conceito de *eco design*. O conceito é baseado no ciclo de vida do produto, que por sua vez inicia-se com a utilização de recursos naturais, prossegue para a produção de materiais e processos, embalagem e transporte, uso e manutenção de um produto e, finalmente, conclui na fase de fim de vida. O principal objetivo do *eco design* é desenvolver produtos e serviços sustentáveis, reduzindo os encargos ambientais dos produtos ao longo de todo o ciclo de vida, levando em consideração o produto convencional, os consumidores e elementos como: funcionalidade, qualidade, segurança, custo de fabricação, ergonomia e estética. Sendo assim, ele engloba todas as fases de concepção da ideia do produto, sua produção e até gera efeitos no pós-consumo.

Também foi discutido o importante papel do consumidor no desenvolvimento de IA. Através de suas preferências ele pode influenciar o direcionamento do desenvolvimento tecnológico para padrões sustentáveis. Sendo assim, foi observado que a tendência de consumo no Brasil para os próximos 20 anos deve englobar as preocupações ambientais na sua opção de escolha, isso nos mostra que para atender essas novas necessidades as firmas do setor eletrônico terão que focar no desenvolvimento de novas soluções tecnológicas que estejam alinhadas a esta tendência, o que significa desenvolvimento de produtos “verdes”. Também foi discutido que a regulação pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento de IA, mostrando o que um dos efeitos da regulação Europeia para resíduos eletrônicos foi o incentivo a busca por novas soluções tecnológicas. Entretanto, no Brasil, ainda não possuímos nenhuma regulação específica como a RoHS e WEEE, portanto, não possuímos homogeneidade quanto ao desenvolvimento de produtos sem elementos tóxicos.

Outro elemento destacado neste trabalho é a importância do setor eletrônico no avanço do desenvolvimento econômico brasileiro. Foi apontado que o setor possui baixo dinamismo tecnológico, com a sua produção voltada para montagem de peças e componentes que em grande parte são importados. Acredita-se que se deva modificar estruturalmente o setor fazendo com que ele avance no desenvolvimento de segmentos com maior conteúdo tecnológico, além disso, este trabalho aponta que essa modificação estrutural deve englobar as preocupações ambientais nas formulações de estratégias de investimento e desenvolvimento no setor eletrônico. Dessa forma, destaca-se a importância da integração entre o ministério de

ciência e tecnologia e o ministério do meio ambiente para a formulação de políticas que incentivem o desenvolvimento tecnológico “verde” do setor eletrônico brasileiro.

Para compreender melhor o desenvolvimento de IA no setor eletrônico este trabalho também fez um levantamento das empresas que realizaram IA no setor. Foi utilizado como amostra os dados da PINTEC relativos às empresas inovadoras dentro da classificação CNAE 2.0 (sub classificação 3.26). Através da análise desses dados concluímos que a maior parte das empresas que realizaram IA são grandes e de capital controlador estrangeiro. Isso pode ser explicado pelo fato de que estas empresas atuam no mercado externo e por isso estão expostas aos padrões e regulações exigentes, isso também mostra que as empresas nacionais de pequeno porte possuem mais dificuldade de realizar inovações ambientais. Ansanelli (2008) mostra que essa dificuldade reside nos custos associados ao processo inovativos e este por sua vez possuem um impacto maior nas pequenas e médias empresas.

Além disso, foi destacada a importância da relação entre empresas, consumidores e fornecedores para o desenvolvimento de IA no setor eletrônico. Isso aponta que a empresa leva em consideração as preferências e exigências do consumidor nos seus processos inovativos, e, além disso, que ela inova ao adquirir produtos dos fornecedores, destacando a importância da integração vertical no desenvolvimento de IA no setor eletrônico. O papel do consumidor aparece como o segundo determinante mais importante na realização de IA, o que confirma sua importância como um dos principais elementos do sistema de inovação que influenciam na geração de IA.

A regulação é apontada como o principal determinante das IA no setor eletrônico. Entretanto, devemos ressaltar que este trabalho mostrou que as IA não podem ser consideradas uma simples resposta à regulação e que outros elementos como a demanda de mercado, a interação entre os agentes e os esforços tecnológico também influenciam o desenvolvimento de IA. É importante lembrar que o comportamento e as características desses elementos podem ser setoriais o que nos mostra que os determinantes de IA podem ser diferentes para cada setor da economia. Sendo assim, a IA depende tanto das regulações quanto das características dos setores e das firmas, mostrando que o IA é amplo e sistêmico.

Dessa forma, o fortalecimento das agências de proteção ambiental é essencial, mas os instrumentos regulatórios devem ser flexíveis para que as firmas possam se adaptar às normas da maneira mais eficiente possível. Este trabalho compreendeu que o desenvolvimento de IA é necessário, mas não é o único elemento necessário para uma mudança estrutural rumo a um

desenvolvimento mais sustentável. Uma mudança rumo à um paradigma tecnoeconômico “verde” necessita de transformações que vão além de mudanças incrementais na tecnologia (FREEMAN, 1996; FORAY & GRUBLER, 1996; WILLIAMS, R. & MARKUSSON, N., 2002). Uma vez que, além da absorção e difusão desses conhecimentos, as políticas ambientais e tecnológicas devem estar atreladas para possibilitar um verdadeiro suporte para o desenvolvimento sustentável. Vale ressaltar que este trabalho não reconhece a importância das IA de caráter incremental, mas que as inovações radicais possuem o potencial de gerar uma transformação rumo à sustentabilidade e desenvolvimento econômico.

Por último, devemos ressaltar todas as limitações deste trabalho, primeiramente no seu modelo econométrico e na base de dados utilizadas, que devido à limitação da abertura amostral não nos permite fazer uma análise mais profunda, destacando a natureza de cada IA desenvolvida e se os determinantes das IA se diferem de acordo com a natureza de cada uma. Além das limitações da amostra existe também o fato de que o questionário da PINTEC está sujeito à interpretação de cada firma o que pode gerar distorções nos resultados. Por fim, o trabalho aponta para a necessidade de construção de base de dados nacionais específicas e abrangentes que possibilitem uma análise com um rigor acadêmico mais elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI (2012) **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise da viabilidade Técnica e econômica**, Brasília, 2012.
- ABERNATHY, W. J. & CLARK, K. B. **Innovation: Mapping the winds of creative destruction**. Research Policy, 1984, 14, p. 3-22.
- ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B. & KANTROW, A. M. **Industrial Renaissance**. New York: Basic Books, 1983.
- ABINEE (2012). **A Indústria Elétrica e Eletrônica Impulsionando a Economia Verde e a Sustentabilidade**. 2012.
- ABINEE (2013). **Desempenho Setorial**. Disponível em <http://www.ABINEE.org.br/ABINEE/decon/decon15.htm>
- ABINEE (2013). **Panorama Econômico e Desempenho Setorial**. 2013.
- ABINEE. (2013). **Comportamento da Indústria Elétrica e Eletrônica**. 2013.
- Accenture (2011). Finding Groth: Emergence of a New Consumer Technology Paradigm. 2011.
- AGRAS, Jean ;CHAMPMAN, Duan. **A Dynamic Approach to The Environmental Kuznets Curve Hypothesis**. Ecological Economics, 1999, v.28, pp. 267-277.
- ALBUQUERQUE, E. **Notas sobre os determinantes tecnológicos do *catching up*: uma introdução à discussão sobre o papel do sistema nacional de inovação na periferia**. Estudos econômicos v 27, n 2, 1997.
- ALMEIDA, C. M. V. B.; MADUREIRA, M. A. GIANETTI, B. F.; BONILLA, S. H. **Substituição da solda sem chumbo na manufatura: Efeitos na saúde do trabalhador e no desempenho ambiental**. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 46-58, 2013
- ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações**. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.26, n. 74, 2012.
- ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Política ambiental: uma análise econômica**. São Paulo: Papyrus, 1998.
- ANDERSEN, Maj Munch. (2005) **Eco-innovation indicators**, Background paper for the workshop on eco- innovation indicators, EEA Copenhagen, September 29, 2005.
- ANDERSEN, Maj Munch **Combating Climate Change through Eco-Innovation- Towards the Green Innovation System**, in Innovative Economic Policies for Climate Change, The Economics Web Institute, Rome, 2009.
- ANDERSEN, Maj Munch **On the phases and Faces of Ecoinnovation: – on the Dynamics of the Greening of the Economy**, Paper for the DRUID Conference, June 16-18 2010, Imperial College, London.

ANDERSEN, Maj Munch. **The Greening of Innovation Systems for Eco-innovation – Towards an Evolutionary Climate Mitigation Policy**, paper for the DRUID conference, Copenhagen, 6 2009.

ANDREONI, J. & LEVINSON, A., (1998). **The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve**. *NBER Working Paper*, Cambridge, MA.

ANSANELLI, S. L. M.; MORO, M. A. **Sistema de inovação ambiental: uma discussão a partir do caso das empresas do setor eletroeletrônico localizadas em Santa Catarina**. Conferência Brasileira de Economia Ecológica, Vitória, 2013.

ANSANELLI, Stela Luiza de Mattos. **Os impactos das exigências ambientais europeias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil**. Tese de doutorado. Unicamp, Campinas, 2008.

ARANHA NETO, E. A. C. **Solda Estanho-Chumbo Aplicações na Eletrônica**, Universidade Federal do Paraná, 2006.

ARNDT, Sven; KIERZKOWSKI, Henryk “**Fragmentation: New Production Patterns in the World Economy**”. New York: Oxford University Press, 2001).

ARUNDEL, Anthony.; KEMP, René. **Measuring Eco-Innovation**. UNU-MERIT Working Paper 2009, Series 017, United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology.

ARUNDEL, Anthony; KEMP, René; PARTO, Saeed. **Indicators for environmental innovation : How to measure**, 2006.

BACH, Laurent.; MATT, Mireille. **From economic foundations to S&T policy tools: a comparative analysis of the dominant paradigms**. In P. Llerena and M. Matt, Innovation policy in a knowledge-based economy, Springer-Verlag, 2005.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Organização, Sistemas e Métodos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

BAMETT, J. Harold; MORSE, Chandler. **Scarcity and Growth: the Economics of Natural Resource Availability**, John Hopkins, Baltimore, 1963.

BAMPI, S., TIGRE, P.B.; WHOLERS, M., ALVES, S.; AMARAL. **Perspectivas do investimento em eletrônica**. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 272 p. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, 2009

BARCELLOS, F.C., OLIVEIRA, J.C.& CARVALHO, P.G. (2009). **Investimentos Ambiental em Indústrias Sujas e Intensivas em Recursos Naturais e Energia**. Revista Iberoamericana de Economia Ecológica. Vol. 12:33-50.

BERTALANFFY, L. Von (1975). **Teoria Geral dos Sistemas – 2ª Edição**. Petrópolis: Vozes.

BNDES. **A indústria eletroeletrônica brasileira**, BNDES www.bndes.gov.br 2012

BOHR, P. **The Economics of Electronics Recycling: New Approaches to Extended Producer Responsibility** (2007).

BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco. **Sectoral Innovation Systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries**. In: Edquist, C. (ed.), 1997, *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

CAMPOS, B. & RUIZ, A. U. **Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira**. *Revista Brasileira de Inovação*. Rio de Janeiro, 8 (1), p. 167 – 210, 2009.

CASSIOLATO, J. E., PAGOLA, C. e LASTRES, H. M. M. **Technical change and structural inequalities: converging approaches about problems of underdevelopment**. In: Drechsler, W., Kattel, R e Reinert, E. *Techno-Economic Paradigms: Essays in Honor of Carlota Perez*. 2009

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?** *Globelics Working Papers Series*, Working Paper 08-02. 2008

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P&D&I de multinacionais no mundo e no Brasil**. *Parcerias Estratégicas*, N. 20. pp. 1179-1200. 2005

CASSIOLATO, J.E.& STALLIVIERI, F. **Indicadores de Inovação: dimensões relacionadas à aprendizagem**. In: *Bases Conceituais em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação: implicações políticas no Brasil*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 148 Brasília – DF (2010).

CASSIOLATO, J.E.& SZAPIRO, M. (2002). **Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais no Brasil**. In: *Notas técnicas da fase II do Projeto “Proposição de políticas para a promoção de sistemas produtivos e inovativos locais de micro, pequenas e médias empresas brasileiras”*. Rio de Janeiro: UFRJ, Redesist. (2002).

CASSIOLATO, J.E.; STALLIVIERI, F.; RAPINI, M.; PODCAMENI, M.G. **Indicadores de Inovação: uma análise crítica para os BRICS**. *Researchpaper 02/08*. Rio de Janeiro: Redesist, Instituto de Economia – UFRJ. 2008.

CHAVAS, J. P., (2003). **On Impatience, Economic Growth and the Environmental Kuznets Curve: A Dynamic Analysis of Resource Management**. *Environmental and Resource Economics*, n. 28, pp. 123-152.

CLEFF, T. & RENNINGS, K. **Determinants of Environmental Products and Process Innovation**. *European Environment*, Vol. 9: 191-201. 1999.

COHEN, W.M.; NELSON, R.R. & WALSH, J.P. **Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why US Manufacturing Firms Patent (or Not)**, NBER Working Paper No. W7552, 2000.

COOKE, Phillip; GOMEZ-URANGE, Mikel; ETXEBARRIA, Goio. **Regional Innovation Systems: Institucional and Organizational dimensions**. Research Policy, 1997, n° 4-5, pp. 475-493.

COSTANZA Robert; SEGURA, Olman; MARTINEZ- ALIER, Juan. **Getting Down to Earth. Practical Applicationns of Ecological Economics**, Washington D.C., Island Press, 1994.

COSTANZA, Robert; CUMBERLAND, John; DALY, Herman; GOODLAND, Robert.; NORGAARD, Richard. **An Introduction to Ecological Economics**, St. Luis Press, 1997.

COSTANZA, Robert; PERRINGS, Charles; CLEVELAND, Cutler. **The Development of Ecological Economics**, Edward Elgar, London, 1997.

DALY, Herman. **Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development**. Boston: Beacon Press, 1997.

DALY, Herman. **Steady-state economics**, San Francisco, 1997.

DALY, Herman; FARLEY, Joshua. **Ecological Economics: Principles and application**. Washington: Island Press, 2004.

DECISION. **The World Electronic Industries 2011: Executive Summary**. Em: <http://www.decision.eu>.

DEPARTMENT OF RESOURCES RECYCLING AND RECOVERY (CalRecycle) (2012). **Update on California's Covered Electronic Waste Recycling Program Implementation of the Electronic Waste Recycling Act of 2003**. (2012).

DOSI, Giovanni. **Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation**. Journal of Economi Literature, 1988, Vol. 26 (3), pp. 1120-1171.

EDQUIST, Charles. (ed.) **Systems of Innovation - Technologies, Institutions and Organizations**. London and Washington: Pinter/Cassell Academic, 1997.

EDQUIST, Charles. **Design of innovation policy through diagnostic analysis: identification of systemic problems (or failures)**. Industrial and Corporate Change, 2011, vol. 20 (6), pp. 1725-1753.

ERNST, DIETER e KIM, LINSU **Global Production Networks, Knowledge Diffusion, And Local Capability Formation**. Paper presented at the Nelson & Winter Conference in Aalborg, Denmark June 12-15, 2001, organized by DRUID.

EUROPEAN COMISSION. Site www.ec.europa.eu. acesso de 2013 à 2014.

EUROPEAN COMMISSION. **Final Report - Use of Economic Instruments and Waste Management Performances**. 2012.

EUROPEAN RECYCLING PLATFORM (2012). **Strategy. Business Model and Implementation Progress**. 2012.

FARIA, Lourenço. G. D. **A co-evolução dos elementos do Sistema Setorial de Inovação do Setor Automotivo**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Economia, FCLAr/UNESP, 2012.

FEENSTRA, ROBERT C. **Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy**, Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, vol. 12(4), pages 31-50, Fall. 1998.

FERRAZ, C. & SEROA DA MOTA, R. **Regulação, Mercado ou Pressão Social? Os determinantes do investimento ambiental na indústria**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 29, 2001, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2001.

FREEMAN, Christopher. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London/New York: Frances Printer Publishers, 1987.

FREEMAN, Christopher. **The Greening of Technology and Models of Innovation**. *Technological Forecasting and Social Change* 53 1996, pp. 27-39.

FORAY, D. e GRÜBLER, A. **Technology and the environment: an overview**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 53, n. 1, p. 3-13, set. /1996.

GEELS, Frank. **Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study**. *Research Policy* 31, 2002 , pp. 1257–1274.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The Entropy Law and the Economic Process**, Cambridge: Harvard University Press, 1971.

GROSSMAN, Gene, M.; KRUEGER Alan, B., **Environmental impacts of a north American free trade agreement**. NBER Working paper, Cambridge, MA, 1991.

HARTWICK, John. M. **Intergenerational equity and the investing of rents: from exhaustible resources**, *American Economic Review*, 1977, vol. 67, No. 5.

HEKKERT, M. P.; SUURS, R. A. A.; NEGRO, S. O.; KUHLMANN, S.; SMITS, R. E. H. M. (2007). **Functions of Innovation Systems: A new approach for analyzing technological change**. *Technological Forecasting & Social Change* 74 (2007), pp. 413-432.

HEKKERT, Marko, *et al.* **Functions of Innovation Systems: A new approach for analyzing technological change**. *Technological Forecasting & Social Change* 74 ,2007, pp. 413-432.

HOTELLING, H. (1931). **The economics of exhaustible resources**. *The Journal of Political*

IEA (2009). **Energy Technology Transitions for Industry: Strategies for the Next Industrial Revolution**. International Energy Agency Report. Paris, France: OECD/IEA.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". Geneva, Switzerland: IPCC, 2007.

KEMP, René. & SOETE, Luc. **The Greening of Technological Progress**. *Futures*, Jun/1992, pp. 437-457.

KEMP, René; LOORBACH, Derk; ROTMANS, Jan. **Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development**. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, (2007), vol. 14 (1), Nov. 2007, pp. 78-91.

LABANDEIRA, X; LEÓN, C. J; VASQUEZ. M. X. **Economia Ambiental**. Madrid, ES: Pearson, 2007. 326 p

LAURIDSEN, Erik; JORGENSEN, Ulrik. **Sustainable transition of electronic products through waste policy**. *Research Policy* 39(2010), pp486-494.

LEONARD-BARTON, Dorothy, **Implementation as mutual adaptation of technology and organization**. *Research Policy* 17, (1988), pp. 251–267.

MALERBA, Franco. **Innovation and the evolution of industries**. *Journal of Evolutionary Economics*, (2005), pp 3-23.

MALERBA, Franco. **Sectoral Systems of Innovation and Production**. *Research Policy* 31 (2002), pp. 247-264.

MALERBA, Franco. **Sectoral Systems of Innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004

MALERBA, Franco; MANI, Sunil. **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries: actors, structure and evolution**. Edward Elgar Publishing, 2009.

MARKARD, Jochen; TRUFFER, Bernhard. **Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework**. *Research Policy* 37, (2008) pp. 596–615.

MAY, Peter. H. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. Editora Campus/ECOECO. São Paulo cap 5, 2003.

McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

McKELVEY, Maureen. **Using Evolutionary Theory to Define Systems of Innovation**. In: EDQUIST, Charles. (ed.) (1997), *Systems of Innovation - Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

MEADOWS, Donella, H. **The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. New York: Universe Books, 1972.

MOWERY, David; NELSON, Richard. R.; MARTIN, Ben. **Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work)**. *Research Policy* 39 (2010), pp. 1011-1023.

NELSON, Richard. (ed.) **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York, Oxford: Oxford University, 1993.

NORTH, D.C., (1990). **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge University Press, Cambridge, New York.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technical Innovation Data** (the Oslo Manual), Paris: OECD, 1997.

OECD – *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Website: <http://www.oecd.org/>.

OLTRA, V. & SAINT JEAN, M. (2008). **Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry**. DIME Working Papers on Environmental Innovation, nº 4. Disponível em: <http://www.dime-eu.org/wp25/wp>.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Website: <http://www.oecd.org/>.

PIA. **Pesquisa Industrial Anual**. www.ibge.gov.br

PINTEC 2011. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: IBGE, Acompanha 1 CD-ROM 2013

PINTEC 2008. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

PINTEC 2005. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

PINTEC 2003. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

PODECAMEDI, M.G.B. **Meio ambiente, inovação e competitividade : uma análise da indústria de transformação brasileira com ênfase no setor de combustível**. Dissertação de mestrado, Instituto de economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

PORTER, Michael. E. & van der LINDE, Claas. **Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship**. *Journal of Economic Perspectives*,(1995) vol. 9 (4), pp. 97-118.

QUEIROZ, J.M, **Determinantes da Inovação Ambiental: Uma análise das estratégias das firmas da Indústria de Transformação Brasileira**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

RIP, Arie; KEMP, René. **Technological change**. In: RAYNER, S.; MALONE, E.L. (Eds.). *Human Choice and Climate Change – Resources and Technology*. Columbus: Battelle Press, 1998.

SAVIOTTI, Pier Paolo. **Innovation Systems and Evolutionary Theories**. In: EDQUIST, C. (ed.) (1997), *Systems of Innovation - Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

SMULDER, Sjak. & BRETSCHEGER, Lucas. **Explaining Environmental Kuznets Curves: How Pollution Induces Policy and New Technologies**. Workingpaper, Tilburg University, 2001, p.25.

SOLOW, Robert. M. **Georgescu-Roegen versus Solow-Stiglitz**. *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 87, (1997), pp. 433-435, Mat.

STOKEY, Nancy Laura, **Are There Limits to Growth?** *International Economic Review* n. 39, (1998), pp.1-31.

VEIGA, José Eli da. **A emergência sócioambiental**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007. 138 p.

VEIGA, José Eli da. **Do global ao local**. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2005. 128 p.

VEIGA, José Eli da. **Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. 180 p.

VENKATACHALAM, Lakshmi. **Environmental economics and ecological economics: Where they converge?**, *Ecological Economics*, 2006.

VIOTTI, Eduardo, B. **National Learning Systems – A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brasil and South Korea**. *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 69, (2002), pp. 653-680.

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development*. Website: <http://www.wbcsd.gov>.

WEBER, K. Matthias; ROHRACHER, Harald. **Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ‘failures’ framework**. *Research Policy* 41 (2012), pp. 1037-1047.

WOOLTHUIS, Rosalinde Klein, *et al.* **A system failure framework for innovation policy design**. *Technovation* 25, (2005), pp. 609-619.

WILLIAMS, R. & MARKUSSON, N. **Knowledge and Environmental Innovations**. Paper for presentation at the first BLUEPRINT workshop 23rd - 24th January. Research Centre for Social Sciences. The University of Edinburgh (2002).

ANEXOS

Anexo 1

Lista de Produtos cobertos pela WEEE – RoHS

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.

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 e de pulso e aparelhos para medir, indicar ou registrar o tempo; Balanças.

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.

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.

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.

Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)

Furadeiras; Serras; Máquinas de costura; Equipamentos para torner, lixar, serrar, tosar, bocar, furar, dobrar ou para processos 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.

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

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

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

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 II

Impactos no nível da firma			Impacto no nível das instituições políticas	
Região\País	RoHS	WEEE	RoHS	WEEE
União Europeia	-Tendência à inovação e design ambiental; Custos para inovação -Maior dificuldade de pequenas e médias firmas na substituição do chumbo.	-Tendência ao design 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;	Sem Estudos	-Transposição das Diretivas.	Transposição das diretivas.

	-Dificuldades na substituição de materiais e mudança do processo (chumbo)			
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 redesign 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 eco-design) e por terceiros.	-Japanese RoHS (2006)	- Lei para reciclagem de eletrodomésticos (HARL).
Canadá	-Inovação para substituição de materiais desde antes da RoHS; -Ações para redesign e programa de qualificação dos fornecedores; -Conquista de novos mercados.	-taxas na compra de eletrônicos e repasse para organizações de reciclagem	-Emenda da legislação de Nova Escócia	-Programa de reciclagem de Alberta (2004); -Regulação de resíduos eletrônicos de Saskatchewan -Controle de eletrônicos Columbia Britânica.
China	-Indústria reativa (adequação tardia e pouco eco-design); -Inovações de produto e processo; -Custos para substituição de materiais (chumbo); -gestão da cadeia.	-Setor formal otencial, 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 firmas para	Sem estudos	-Trabalho conjunto governo e setor privado na regulação de importação de resíduos; -Esboço de diretiva próxima à RoHS; -Thai Rhos (acordo) e Programas	-Plano Estratégico Nacional para coleta e desenvolvimento de legislação pertinente.

	adequação.		informativos.	
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 atriz; -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: Ansanelli (2008,pp. 82-83)

ANEXO III

Todos elementos tóxicos dos produtos eletrônicos e seus impactos na saúde humana

Contaminantes	Riscos
Alumínio	<p>Intoxicação aguda: Obnubilação, coma, convulsões.</p> <p>Intoxicação crônica: Perturbação intermitentes da fala (gagueira), disfunções neurológicas que impedem movimentos coordenados, espasmos mioclônicos, convulsões, alterações de personalidade, demência global.</p> <p>Cancerígeno na bexiga, pulmão(Grupo 1)</p>
Antimônio	<p>Intoxicação aguda: febre alta, irritação na mucosa gástrica, vômitos violentos, cólica abdominal, diarreia, inchaço dos membros, hálito pestilento e erupções cutâneas.</p> <p>Intoxicação crônica: Inflamação no pulmão, bronquite e enfisema crônico.</p> <p>Cancerígeno para pulmões. (Grupo 2B)</p>

Arsênio	<p>Intoxicação aguda: dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular, fraqueza, dormência e formigamento das extremidades, câibras e pápula eritematosa.</p> <p>Intoxicação crônica: lesões dérmicas, como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica.</p> <p>Cancerígeno para pele, pulmão, bexiga e rins. (Grupo 1)</p>
Berílio	<p>Intoxicação aguda: calafrios, febre, tosse dolorosa e acúmulo de fluidos nos pulmões, podendo levar à morte.</p> <p>Intoxicação crônica: Beriliose ou granulomatose pulmonar crônica, lesões pulmonares.</p> <p>Cancerígeno no pulmão. (Grupo 1)</p>
Bismuto	<p>Intoxicação aguda: náusea, vômito, icterícia, febre, diarreia, cianose e dispneia.</p> <p>Intoxicação crônica: distúrbios gastrintestinais, gengivoestomatite ulcerativa, fraqueza geral, perda do apetite, dermatites e danos renais.</p>
Cádmio	<p>Intoxicação aguda: dores abdominais, náuseas, vômitos, diarreias.</p> <p>Intoxicação crônica: perda de olfato, tosse, falta de ar, perda de peso, irritabilidade, debilitação dos ossos, danos aos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos.</p> <p>Cancerígeno para pulmões e rins. (Grupo 1)</p>
Chumbo	<p>Intoxicação aguda: fraqueza, irritabilidade, astenia, náusea, dor abdominal com constipação e anemia.</p> <p>Intoxicação crônica: perda de apetite, perda de peso, apatia,</p>

	<p>irritabilidade, anemia, danos nos sistemas nervoso, respiratório, digestivo, sanguíneo e aos ossos.</p> <p>Cancerígeno para rins e sistema nervoso. (Grupo 2A)</p>
Cobalto	<p>Intoxicação aguda: diminuição da função ventilatória, congestão, edema e hemorragia dos pulmões, náusea, vômito, diarreia, dano ao fígado e dermatite alérgica</p> <p>Intoxicação crônica: asma brônquica, eczema de contato, miocardiopatia e problemas hematológicos, pneumoconiose e fibrose intersticial pulmonar.</p> <p>Cancerígeno para pulmões. (Grupo 2B)</p>
Cobre	<p>Intoxicação aguda: náuseas, vômitos, diarreias, anemia hemolítica, insuficiência renal, insuficiência hepática e coma, dor abdominal, tontura, taquicardia, hemorragia digestiva.</p> <p>Intoxicação crônica: insuficiência hepática, Doença de Wilson.</p> <p>Cancerígeno: tem fator predominante na Doença de Menkes e de Wilson.</p>
Cromo (Hexavalente)	<p>Intoxicação aguda: vertigem, sede intensa, dor abdominal, vômito, constipação.</p> <p>Intoxicação crônica: dermatite, edema de pele, ulceração nasal, conjuntivite, náuseas, vômito, perda de apetite, rápido crescimento do fígado.</p> <p>Cancerígeno para pele, pulmões e fígado. (Grupo 1)</p>
Estanho	<p>Intoxicação aguda: Náusea, vômito e diarreia, dor abdominal, dor de</p>

	<p>cabeça, irritação nos olhos e pele.</p> <p>Intoxicação crônica: neurotoxicidade, Alzheimer, hemorragia cerebral, glioblastoma.</p>
Ferro	<p>Intoxicação aguda: lesão direta na mucosa intestinal, afeta a função mitocondrial, acidose, distúrbios na coagulação do sangue, hiper ou hipoglicemia, necrose tubular aguda, falha hepática aguda.</p> <p>Intoxicação crônica: desconforto abdominal, letargia e fadiga.</p> <p>Cancerígeno para pulmões, sistema digestivo. (Grupo 1)</p>
Ftalato (oriundo do PVC)	<p>Intoxicação aguda: sintomas alérgicos e problemas pulmonares.</p> <p>Intoxicação crônica: danos ao sistema reprodutivo, problemas no fígado e rins, efeito negativo em processos metabólicos</p> <p>Cancerígeno para próstata, pâncreas e múltiplo mieloma (Grupo 2B)</p>
Lítio	<p>Intoxicação aguda: vômitos, diarreia, ataxia, arritmias cardíacas, hipotensão e albuminúria.</p> <p>Intoxicação crônica: afeta sistema nervoso.</p>
Mercúrio	<p>Intoxicação aguda: Aspecto cinza escuro na boca e faringe, dor intensa, vômitos, sangramento nas gengivas, sabor amargo na boca, ardência no aparelho digestivo, diarreia grave ou sanguinolenta, inflamação na boca queda ou afrouxamento dos dentes, glossite, tumefação da mucosa grave, necrose nos rins, problemas hepáticos graves, pode causar morte rápida (1 ou 2 dias).</p> <p>Intoxicação crônica: Transtornos digestivos e nervosos, caquexia, estomatite, salivação, mau hálito, anemia, hipertensão, afrouxamento</p>

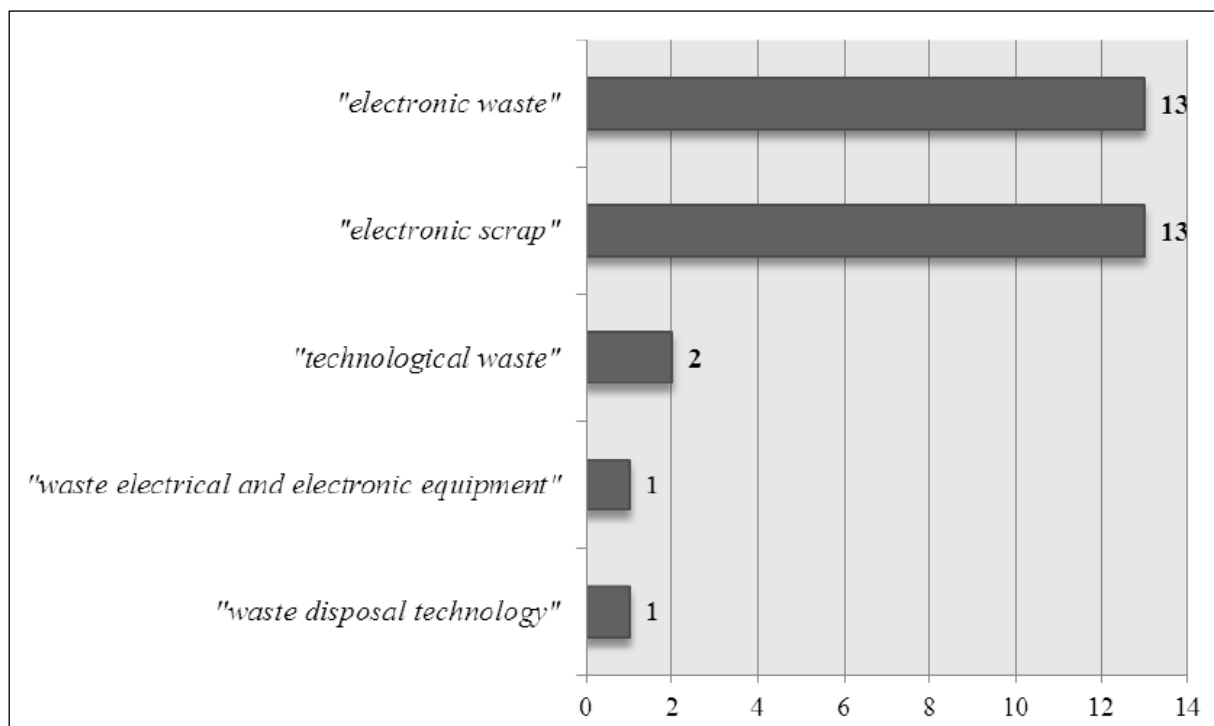
Níquel	<p>dos dentes, problemas no sistemas nervoso central, transtornos renais leves, possibilidades de alteração cromossômica.</p> <p>Cancerígeno no sistema : os compostos de metil mercúrio são classificados como possível carcinogênico (Grupo 2B), mas o mercúrio metálico e os compostos inorgânicos de mercúrio não são classificados como carcinogênicos (Grupo 3)</p> <p>Intoxicação aguda: sensação de queimadura e coceira nas mãos, vermelhidão e erupção nos dedos e antebraços, edema pulmonar e pneumonia.</p> <p>Intoxicação crônica: dermatite alérgica, conjuntivite, pneumonia easinofílica (síndrome de Leoffler), asma, rinite crônica, sinusite nasal e irritação pulmonar crônica.</p> <p>Cancerígeno para pulmão e seios paranasais. (Grupo 1)</p>
Prata	<p>Intoxicação aguda: coma, edema pleural, hemólise e insuficiência na medula óssea</p> <p>Intoxicação crônica: argiria, pigmentação da pele, unhas, gengiva.</p>
Retardantes de chama bromados	<p>Intoxicação aguda: problemas no fígado, afeta sistema imunológico.</p> <p>Intoxicação crônica: bioacumulação no leite materno e sangue, interfere no desenvolvimento ósseo e cerebral, afeta o sistema neurológico, comportamental e hormônios da tireóide.</p>
Selênio	<p>Intoxicação aguda: anorexia, dispneia intensa, corrimento nasal espumoso, cianose, tremor, hipertermia, cegueira, taquicardia,</p>

Vanádio	<p>arritmias cardíacas, ataxia e exaustão, edema pulmonar, cardíaco e hidrotorax pálido.</p> <p>Intoxicação crônica: Cegueira ou descoordenação, alcalose metabólica.</p> <p>Não cancerígeno (Grupo 3)</p> <p>Intoxicação aguda: dor de cabeça, palpitações, sudorese e fraqueza generalizada, danos renais, bronquite e broncopneumonia.</p> <p>Intoxicação crônica: rinite, faringite, bronquite, tosse crônica, respiração ofegante, falta de ar e fadiga.</p> <p>Cancerígeno para pulmões, alteração genética (Grupo 2B)</p>
Zinco	<p>Intoxicação aguda (casos raros): náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, mal-estar, cansaço, ulcerações gástricas, lesão renal e efeitos adversos no sistema imunitário.</p> <p>Intoxicação crônica: anemia, aumento do LDL, diminuição do HDL e alteração dos linfócitos T.</p>

ANEXO IV

Lista de patentes relacionadas aos resíduos sólidos

Número de registro de patentes sobre REE recuperados por termo na base Esp@cenet.



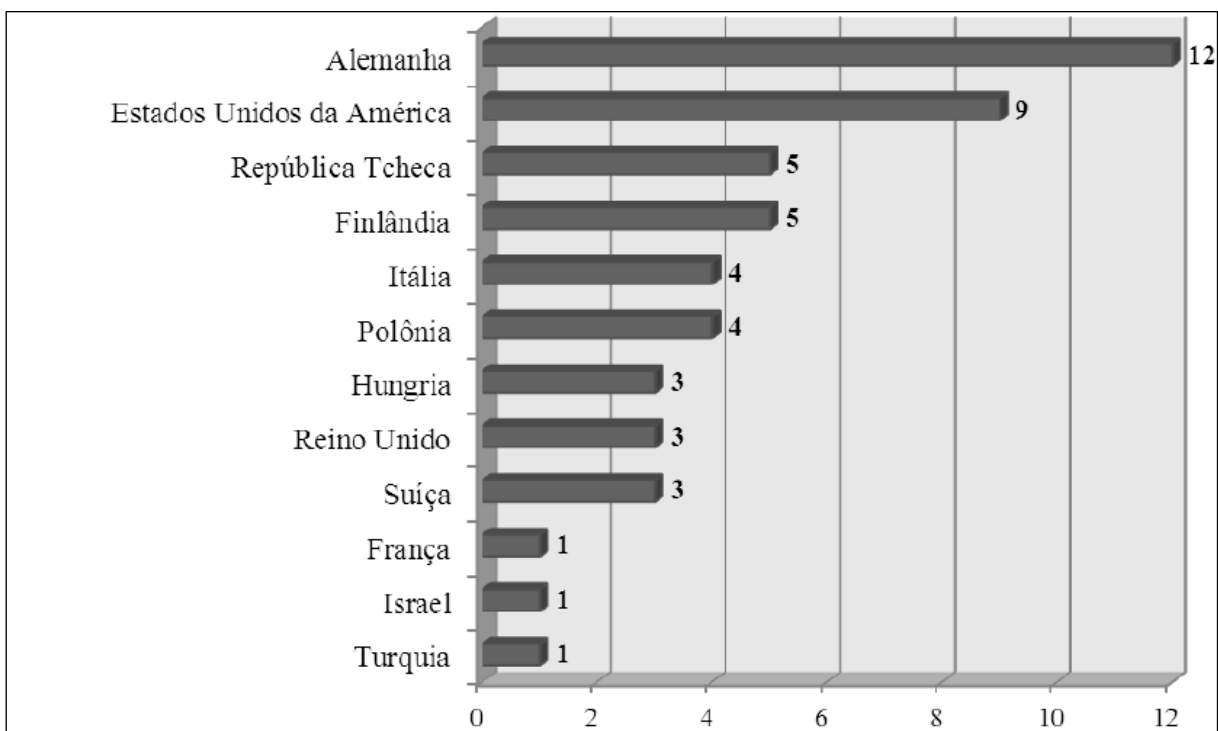
Fonte: GIGANTE (2012)

Número de registro de patentes sobre REE recuperados por ano de prioridade na base Esp@cenet.

ANO	"waste disposal technology"	"waste electrical and electronic equipment"	"technological waste"	"electronic scrap"	"electronic waste"	TOTAL
2003	1	0	1	3	1	6
2004	0	0	0	1	3	4
2005	0	0	0	3	0	3
2006	0	0	0	3	0	3
2007	0	0	1	0	2	3
2008	0	1	0	2	2	5
2009	0	0	0	1	3	4
2010	0	0	0	0	2	2
TOTAL	1	1	2	13	13	30

Fonte: GIGANTE, (2012)

Número de registro de patentes sobre REE recuperados por ano nacionalidade do seu depositante base Esp@cenet.



Fonte: GIGANTE, (2012)



Diretoria de Pesquisas
Coordenação de Indústria

PESQUISA DE INOVAÇÃO 2011

PROPÓSITO DA PESQUISA - As informações fornecidas por sua empresa são essenciais para o conhecimento das atividades inovativas da indústria e dos serviços de telecomunicações, informática e pesquisa e desenvolvimento brasileiros. Os resultados agregados da pesquisa poderão ser usados pelas empresas para análise de mercado, pelas associações de classe para estudos sobre desempenho e outras características de seus setores, e pelo governo para desenvolver políticas nacionais e regionais.

OBRIGATORIEDADE E SIGILO DAS INFORMAÇÕES - A legislação vigente mantém o caráter obrigatório e confidencial atribuído às informações coletadas pelo IBGE, as quais se destinam, exclusivamente, a fins estatísticos e não poderão ser objeto de certidão e nem terão eficácia jurídica como meio de prova.

O **TERMO PRODUTO**, neste questionário, se utiliza para designar tanto **bens** como **serviços**.

O IBGE AGRADECE A SUA COLABORAÇÃO

Identificação do questionário

02 - Data da coleta: / /

Identificação da empresa

01 - CNPJ: / -

02 - RAZÃO SOCIAL:

03 - UNIDADE DA FEDERAÇÃO:

04 - MUNICÍPIO:

Informações adicionais

01 - Nome do entrevistado:

02 - Cargo do entrevistado:

03 - Telefone do entrevistado:

 /

04 - E-mail do entrevistado:

Situação de coleta

- 01 - Em operação / em implantação
- 02 - Extinta / paralisada com informação
- 03 - Extinta / paralisada sem informação
- 04 - Extinta até dezembro de 2010, por fusão total, cisão total ou incorporação
- 05 - Não exerce atividade no âmbito da pesquisa
- 06 - Mudança para endereço ignorado ou endereço inexistente
- 07 - Impossibilitada de prestar informações
- 08 - Recusa total

Características da empresa

A unidade de investigação da pesquisa é a **empresa**, definida como sendo a unidade jurídica caracterizada por uma firma ou razão social, que engloba o conjunto de atividades econômicas exercidas em uma ou mais unidades locais e que responde pelo capital investido nestas atividades.

Capital controlador é aquele que é titular de uma participação no capital social que lhe assegura a maioria dos votos e que, portanto, possui direitos permanentes de eleger os administradores e de preponderar nas deliberações sociais, ainda que não exerça este direito, ausentando-se das assembleias ou nelas se abstendo de votar.

Origem do capital controlador - O capital controlador é nacional quando está sob titularidade direta ou indireta de pessoas físicas ou jurídicas residentes e domiciliadas no país. O capital controlador é estrangeiro quando está sob titularidade direta ou indireta de pessoas físicas ou jurídicas domiciliadas fora do país.

1 - Origem do capital controlador da empresa:

- 1 Nacional 2 Estrangeiro 3 Nacional e Estrangeiro

2 - No caso do capital controlador estrangeiro, qual a sua localização?

- 1 Mercosul 4 Outros países da América 7 Oceania ou África
2 Estados Unidos 5 Ásia
3 Canadá e México 6 Europa

3 - Sua empresa é:

- 1 Independente 2 Parte de um grupo

4. Onde se localiza a empresa matriz do grupo?

- 1 Brasil 3 Estados Unidos 5 Ásia
2 Mercosul 4 Europa 6 Outros Países

5 - Qual o principal mercado da empresa entre 2009 e 2011?

- 1 Estadual 4 Mercosul 7 Ásia
2 Regional 5 Estados Unidos 8 Outros Países
3 Nacional 6 Europa

6 - Breve descrição do produto (bem ou serviço) mais importante da sua empresa em termos de faturamento:

8 - Qual era o número de pessoas ocupadas na sua empresa em 31/12/2011?

9 - Qual a receita líquida de vendas (declarada no balanço da empresa ou no simples, se for o caso) da sua empresa no ano de 2011?

Produtos e processos novos ou aprimorados

Nesta pesquisa, uma inovação de produto ou processo é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo novo ou significativamente melhorado.

A inovação se refere a produto e/ou processo novo (ou substancialmente aprimorado) para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado/setor de atuação, podendo ter sido desenvolvida pela empresa ou por outra empresa/instituição.

A inovação pode resultar de novos desenvolvimentos tecnológicos, de novas combinações de tecnologias existentes ou da utilização de outros conhecimentos adquiridos pela empresa.

Inovação de produto

Produto novo (bem ou serviço) é um produto cujas características fundamentais (especificações técnicas, componentes e materiais, *software* incorporado, *user friendliness*, funções ou usos pretendidos) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa.

Significativo aperfeiçoamento de produto (bem ou serviço) refere-se a um produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aperfeiçoado. Um produto simples pode ser aperfeiçoado (no sentido de obter um melhor desempenho ou um menor custo) através da utilização de matérias-primas ou componentes de maior rendimento. Um produto complexo, com vários componentes ou subsistemas integrados, pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais em um dos componentes ou subsistemas. Um serviço também pode ser substancialmente aperfeiçoado por meio da adição de nova função ou de mudanças nas características de como ele é oferecido, que resultem em maior eficiência, velocidade ou facilidade de uso do produto, por exemplo.

Não são incluídas: as mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

10 - Entre **2009** e **2011**, a empresa introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado para a empresa, mas já existente no mercado nacional?

1 Sim

2 Não

11 - Entre **2009** e **2011**, a empresa introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional?

1 Sim

2 Não

12 - Descreva brevemente o principal produto (bem ou serviço) novo ou substancialmente aperfeiçoado, lançado por sua empresa no mercado entre **2009** e **2011**:

13 - Este produto é:

2 Novo para a empresa, mas já existente no mercado nacional

3 Novo para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial

4 Novo para o mercado mundial

13.1 - Em termos técnicos este produto é:

1 Aprimoramento de um já existente

2 Completamente novo para a empresa

14 - Quem desenvolveu esta inovação e onde se localiza?

	Brasil (UF)	Exterior
1 <input type="checkbox"/> Principalmente a empresa	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2 <input type="checkbox"/> Principalmente outra empresa do grupo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3 <input type="checkbox"/> Principalmente a empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4 <input type="checkbox"/> Principalmente outras empresas ou institutos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Inovação de processo

Processo novo ou substancialmente aprimorado envolve a introdução de tecnologia de produção nova ou significativamente aperfeiçoada, de métodos para oferta de serviços ou para manuseio e entrega de produtos novos ou substancialmente aprimorados, como também de equipamentos e *softwares* novos ou significativamente aperfeiçoados em atividades de suporte à produção.

O resultado da adoção de processo novo ou substancialmente aprimorado deve ser significativo em termos do aumento da qualidade do produto (bem/serviço) ou da diminuição do custo unitário de produção e entrega. A introdução deste processo pode ter por objetivo a produção ou entrega de produtos novos ou substancialmente aprimorados, que não possam utilizar os processos previamente existentes, ou simplesmente aumentar a eficiência da produção e da entrega de produtos já existentes.

Não são incluídas: mudanças pequenas ou rotineiras nos processos produtivos existentes e puramente ou organizacionais.

15 - Entre **2009** e **2011**, a empresa introduziu:

1 Método de fabricação ou de produção de bens ou serviços novo ou significativamente aperfeiçoado? 1 Sim 2 Não

2 Sistema logístico ou método de entrega novo ou significativamente aperfeiçoado para seus insumos, bens ou serviços? 1 Sim 2 Não

3 Equipamentos, softwares e técnicas novas ou significativamente aperfeiçoadas em atividades de apoio à produção, tais como: planejamento e controle da produção, medição de desempenho, controle da qualidade, compra, manutenção ou computação/infraestrutura de TI? 1 Sim 2 Não

16 - Pelo menos uma inovação de processo introduzida por sua empresa entre **2009** e **2011**, já existia no setor no Brasil?

1 Sim 2 Não

17 - Pelo menos uma inovação de processo introduzida por sua empresa entre **2009** e **2011**, era nova para o setor no Brasil?

1 Sim 2 Não

18 - Descreva brevemente o principal processo novo ou substancialmente aperfeiçoado introduzido por sua empresa entre **2009** e **2011**:

19 - Este processo é:

2 Novo para a empresa, mas já existente no setor no Brasil 4 Novo para o setor em termos mundiais

3 Novo para o setor no Brasil, mas já existente em outro(s) país(es)

19.1 - Em termos técnicos este processo é:

1 Aprimoramento de um já existente 2 Completamente novo para a empresa

20 - Quem desenvolveu esta inovação e onde se localiza?

	Brasil (UF)	Exterior
1 <input type="checkbox"/> Principalmente a empresa	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2 <input type="checkbox"/> Principalmente outra empresa do grupo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3 <input type="checkbox"/> Principalmente a empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4 <input type="checkbox"/> Principalmente outras empresas ou institutos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Projetos incompletos ou abandonados

22 - No final de **2011**, a empresa tinha algum projeto ainda **incompleto** para desenvolver ou introduzir produto ou processo novo ou aprimorado?

1 Sim 2 Não tinha

22.1 - Descreva os projetos incompletos.

23 - Durante o período entre **2009** e **2011**, a empresa realizou algum projeto para desenvolver ou introduzir produto ou processo novo ou aprimorado, mas que foi **abandonado**?

1 Sim 2 Não realizou

ATENÇÃO!

Caso a empresa não tenha introduzido alguma inovação de processo ou produto, não tenha algum projeto incompleto ou mesmo abandonado (respondeu NÃO nas questões 10, 11, 16, 17, 22 e 23) passe para a questão 175 "Problemas e Obstáculos à Inovação".

Caso contrário, preencha as questões a seguir.

Fontes de financiamento das atividades inovativas

Distribua percentualmente o valor dos dispêndios de acordo com as fontes de financiamento utilizadas para **atividades internas de P&D**.

Fontes de financiamento	P&D interno
Financiamento da própria empresa	
Fundos próprios (inclusive empréstimos)	38 %
Financiamento de outras empresas brasileiras	
De empresas estatais (ex: Petrobrás, Eletrobrás, etc.)	38.1 %
De empresas privadas, de instituições de pesquisa, centros tecnológicos e universidades privados	39 %
Financiamento público	
De instituições financeiras estatais (FINEP, BNDES, BB, BND, BASA)	40.1 %
De outros organismos da administração pública (administração direta, FAP's, instituições de pesquisa centros tecnológicos, universidades e empresas como EMBRAPA, etc.)	40.2 %
Financiamento procedente do exterior	
De empresas do mesmo grupo, de outras empresas, de governos, de universidades, de organismos internacionais, etc.	40.3 %
Total	100%

Distribua percentualmente o valor dos dispêndios de acordo com as fontes de financiamento utilizadas para **outras atividades inovativas, exceto atividades internas de P&D**.

Fontes de financiamento para outras atividades inovativas	(%) Outras atividades (inclusive aquisição externa de P&D)
Financiamento da própria empresa	41 %
Financiamento de terceiros	
Privado	42 % = % + % 42.1 Nacional 42.2 Estrangeiro
Público (FINEP, BNDES, SEBRAE, BB, etc.)	43 % = % + % 43.1 Nacional 43.2 Estrangeiro
Total	100%

Compra de serviços de pesquisa & desenvolvimento

Distribua percentualmente o valor do dispêndio informado no item 32 - Aquisição externa de P&D, segundo o tipo de organização realizadora do serviço de P&D

Tipo de organização realizadora do serviço	P&D externo
No Brasil	
De empresas privadas e estatais e de instituições de pesquisa e centros tecnológicos privados	197 %
De universidades privadas	198 %
De universidades públicas	199 %
De outros organismos da administração pública (administração direta, FAP's, instituições de pesquisas e centros tecnológicos e empresas como EMBRAPA, etc.) ..	200 %
No exterior	
De empresas do mesmo grupo, de outras empresas, de governos, de universidades, de organismos internacionais, etc.	201 %
Total	100%

Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

44 - As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, realizadas no período entre 2009 e 2011, foram:

1 Contínuas

2 Ocasionais

45 - Indique a localização do Departamento de P&D da empresa ou, no caso de não haver uma unidade formal ou existir mais de uma, onde se concentram predominantemente as atividades de P&D da empresa.

Unidade da Federação:

Informe o número de pessoas, do quadro da empresa, normalmente ocupadas nas atividades de P&D em 2011, segundo o nível de qualificação e o tempo de dedicação a estas atividades.

Ocupação segundo nível de qualificação	Número de pessoas em dedicação exclusiva	Número de pessoas em dedicação parcial	Percentual médio de dedicação (apenas para as pessoas em dedicação parcial) %
Pesquisadores			
Doutores	46 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	51 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	56 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Mestres	47 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	52 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	57 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Graduados	48 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	53 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	58 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Nível médio ou fundamental	48.1 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	53.1 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	58.1 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Técnicos			
Graduados	49.1 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	54.1 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	59.1 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Nível médio ou fundamental	49.2 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	54.2 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	59.2 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Auxiliares			
Outros trabalhadores de suporte, como de escritório, etc.	50 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	55 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>	60 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

Impactos das inovações

Distribua percentualmente o valor das vendas e das exportações de 2008, segundo o grau de novidade das inovações de produto (bem ou serviço), implementadas entre 2009 e 2011

Produtos	Vendas líquidas Internas	Exportações
Produto novo ou significativamente aprimorado para a empresa, mas já existente no mercado nacional	85 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> %	89 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/> %
Produto novo ou significativamente aprimorado para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial	86 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> %	90 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/> %
Produto novo para o mercado mundial	87 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> %	91 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/> %
Produtos que não foram alterados ou foram modificados apenas marginalmente	88 <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> %	92 <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/> %
Total	100%	100%

Indique a importância dos impactos das inovações de produto (bem ou serviço) e processo, implementadas durante o período entre 2009 e 2011.

Impactos	Importância			
	Alta	Média	Baixa	Não relevante
Produto				
93 - Melhorou a qualidade dos bens ou serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
94 - Ampliou a gama de bens ou serviços ofertados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mercado				
95 - Permitiu manter a participação da empresa no mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96 - Ampliou a participação da empresa no mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
97 - Permitiu abrir novos mercados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Processo				
98 - Aumentou a capacidade de produção ou de prestação de serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99 - Aumentou a flexibilidade da produção ou da prestação de serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 - Reduziu os custos de produção ou dos serviços prestados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
101 - Reduziu os custos do trabalho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
102 - Reduziu o consumo de matérias-primas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
103 - Reduziu o consumo de energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
104 - Reduziu o consumo de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros impactos				
105 - Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
106 - Permitiu controlar aspectos ligados à saúde e segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
107 - Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Impactos das inovações

Distribua percentualmente o valor das vendas e das exportações de 2011, segundo o grau de novidade das inovações de produto (bem ou serviço), implementadas entre 2009 e 2011

Produtos	Vendas líquidas Internas	Exportações
Produto novo ou significativamente aprimorado para a empresa, mas já existente no mercado nacional	85 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %	89 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %
Produto novo ou significativamente aprimorado para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial	86 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %	90 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %
Produto novo para o mercado mundial	87 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %	91 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %
Produtos que não foram alterados ou foram modificados apenas marginalmente	88 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %	92 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> %
Total	100%	100%

Indique a importância dos impactos das inovações de produto (bem ou serviço) e processo, implementadas durante o período entre 2006 e 2008.

Impactos	Importância			
	Alta	Média	Baixa	Não relevante
Produto				
93 - Melhorou a qualidade dos bens ou serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
94 - Ampliou a gama de bens ou serviços ofertados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mercado				
95 - Permitiu manter a participação da empresa no mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96 - Ampliou a participação da empresa no mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
97 - Permitiu abrir novos mercados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Processo				
98 - Aumentou a capacidade de produção ou de prestação de serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99 - Aumentou a flexibilidade da produção ou da prestação de serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 - Reduziu os custos de produção ou dos serviços prestados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
101 - Reduziu os custos do trabalho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
102 - Reduziu o consumo de matérias-primas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
103 - Reduziu o consumo de energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
104 - Reduziu o consumo de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros impactos				
105 - Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
106 - Permitiu controlar aspectos ligados à saúde e segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
107 - Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fontes de informação

Indique a importância atribuída a cada categoria de fonte de informação empregada entre **2009** e **2011**, para o desenvolvimento de produtos (bens ou serviços) e/ou processos novos ou substancialmente aprimorados.

Fontes	Importância			
	Alta	Média	Baixa	Não relevante
Fontes internas à empresa				
108 - Departamento de P&D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
109 - Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fontes externas à empresa				
110 - Outra empresa do grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
111 - Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou <i>softwares</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
112 - Clientes ou consumidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
113 - Concorrentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
114 - Empresas de consultoria e consultores independentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros educacionais e de pesquisa				
115 - Universidades ou outros centros de ensino superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
116 - Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
117 - Centros de capacitação profissional e assistência técnica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
118 - Instituições de testes, ensaios e certificações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outras fontes de informação				
119 - Conferências, encontros e publicações especializadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
120 - Feiras e exposições	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
121 - Redes de informações informatizadas (Internet, Extranet, Intranet, etc.) ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Qual a localização da fonte de informação, para cada categoria de fonte empregada entre **2009** e **2011**? Se assinalado no Brasil (1) e no Exterior (2), descreva na coluna "principal" o número correspondente à localização da principal fonte de informação.

Fontes	Localização		
	Brasil (1)	Exterior (2)	Principal
Fontes externas à empresa			
122 - Outra empresa do grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
123 - Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou <i>softwares</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
124 - Clientes ou consumidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
125 - Concorrentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
126 - Empresas de consultoria e consultores independentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros educacionais e de pesquisa			
127 - Universidades ou outros centros de ensino superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
128 - Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
129 - Centros de capacitação profissional e assistência técnica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
130 - Instituições de testes, ensaios e certificações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outras fontes de informação			
131 - Conferências, encontros e publicações especializadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
132 - Feiras e exposições	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
133 - Redes de informações informatizadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cooperação

Cooperação para inovação significa a participação ativa em projetos conjuntos de P&D e outros projetos de inovação com outra organização (empresa ou instituição). Isto não implica, necessariamente, que as partes envolvidas obtêm benefícios comerciais imediatos. A simples contratação de serviços de outra organização, sem a sua colaboração ativa, não é considerada cooperação.

134 - Entre **2009 e 2011**, a empresa esteve envolvida em arranjos cooperativos com outra (s) organização (ões) com vistas a desenvolver atividades inovativas?

1 Sim 2 Não

Indique a importância de cada categoria de parceiro e a sua localização. Se assinalada mais de uma localização, descreva na coluna "principal" o número correspondente à localização do principal parceiro.

Parceiro	Importância				Localização								
	Alta	Média	Baixa	Não relevante	Mesmo estado (1)	Brasil (outros estados) (2)	Mercosul (3)	Estados Unidos (4)	Europa (5)	Outros países (6)	Principal (7)		
Clientes ou consumidores	135	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	142	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecedores	136	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	143	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Concorrentes	137	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	144	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra empresa do grupo	138	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	145	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empresas de consultoria	139	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	146	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Universidades ou institutos de pesquisa	140	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	147	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	141	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	148	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instituições de testes, ensaios e certificações	141.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	148.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para as categorias de parceiro que manteve cooperação, indique o objeto da cooperação estabelecida.

Parceiro	Objeto da cooperação					
	P&D	Assistência técnica	Treinamento	Desenho industrial	Ensaio para teste de produto	Outras atividades de cooperação
149 - Clientes ou consumidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
150 - Fornecedores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
151 - Concorrentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
152 - Outra empresa do grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
153 - Empresas de consultoria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
154 - Universidades e institutos de pesquisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
155 - Centros de capacitação profissional e assistência técnica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
155.1 - Instituições de testes, ensaios e certificações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apoio do governo

Entre **2009** e **2011**, a empresa utilizou algum dos programas, relacionados a seguir, de apoio do governo para as suas atividades inovativas?

1 - Sim 2 - Não

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 156 - Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica (Lei nº 8.661 e Cap. III da Lei nº 11.196) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 157 - Incentivo fiscal Lei de Informática (Lei nº 10.664, Lei nº 11.077) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 157.1 - Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores (Lei nº 10.973 e Art. 21 da Lei nº 11.196) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 158 - Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica: | | |
| 1 - Sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 - Em parceria com universidades ou institutos de pesquisa | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 159 - Financiamento exclusivo para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 160 - Bolsas oferecidas pelas fundações de amparo à pesquisa e RHAE/ CNPq para pesquisadores em empresas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 161 - Aporte de capital de risco | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 162 - Outros (favor especificar) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Problemas e obstáculos à inovação

Para as empresas que **desenvolveram** algum projeto entre **2009** e **2011**

174 - No período entre **2009** e **2011**, a empresa encontrou dificuldades ou obstáculos que podem ter tornado mais lenta a implementação de determinados projetos ou que os tenha inviabilizado?

1 Sim

2 Não

ATENÇÃO!

Se a resposta for Não, passe para o bloco "Inovações organizacionais e de marketing", questão 188.
Se a resposta for Sim, passe para a questão 176

Para as empresas que **NÃO desenvolveram** algum projeto entre **2009** e **2011**

175 - Qual das razões, listadas a seguir, justifica o fato da empresa não ter realizado nenhuma atividade inovativa durante o período entre **2009** e **2011**?

1 Não necessitou, devido às inovações prévias

2 Não necessitou, devido às condições de mercado

3 Outros fatores impediram o desenvolvimento, implementação de inovação

ATENÇÃO!

Caso tenha assinalado 3, passe para a questão 176.
Caso contrário, passe para o bloco "Inovações organizacionais e de marketing", questão 188.

Assinale a importância dos fatores que prejudicaram as atividades inovativas da empresa.

Fatores	Importância			
	Alta	Média	Baixa	Não relevante
176 - Riscos econômicos excessivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
177 - Elevados custos da inovação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
178 - Escassez de fontes apropriadas de financiamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
179 - Rigidez organizacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
180 - Falta de pessoal qualificado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
181 - Falta de informação sobre tecnologia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
182 - Falta de informação sobre mercados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
183 - Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
184 - Dificuldade para se adequar a padrões, normas e regulamentações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
185 - Fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
186 - Escassez de serviços técnicos externos adequados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
187 - Centralização da atividade inovativa em outra empresa do grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Inovações organizacionais e de marketing

Inovação organizacional compreende a implementação de novas técnicas de gestão ou de significativas mudanças na organização do trabalho e nas relações externas da empresa, com vistas a melhorar o uso do conhecimento, a eficiência dos fluxos de trabalho ou a qualidade dos bens ou serviços. Deve ser resultado de decisões estratégicas tomadas pela direção e constituir novidade organizativa para a empresa.

Não são incluídas: fusões e aquisições, mesmo sendo a primeira vez.

Inovação de marketing é a implementação de novas estratégias ou conceitos de marketing que diferem significativamente dos usados previamente pela empresa. Supõe mudanças significativas no desenho ou embalagem do produto, nos seus canais de venda, em sua promoção ou na fixação de preços, sem modificar as características funcionais ou de uso do produto. Visam abrir novos mercados ou reposicionar o produto no mercado.

Não são incluídas: as mudanças regulares ou similares nos métodos de marketing.

Durante o período entre 2009 e 2011, a empresa implementou alguma das atividades relacionadas a seguir?	1 - Sim	2 - Não
188 - Novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho, assim como o uso e a troca de informações, de conhecimento e habilidades dentro da empresa. Por exemplo: re-engenharia dos processos de negócio, gestão do conhecimento, controle da qualidade total, sistemas de formação/treinamento, SIG (sistemas de informações gerenciais), ERP (planejamento dos recursos do negócio), etc.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
189 - Novas técnicas de gestão ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO ₂ , etc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
190 - Novos métodos de organização do trabalho para melhor distribuir responsabilidades e poder de decisão, como por exemplo o estabelecimento do trabalho em equipe, a descentralização ou integração de departamentos, etc.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
190.1 - Mudanças significativas nas relações com outras empresas ou instituições públicas e sem fins lucrativos, tais como o estabelecimento pela primeira vez de alianças, parcerias, terceirização ou sub-contratação de atividades.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
191 - Mudanças significativas nos conceitos/estratégias de marketing, como por exemplo novas mídias ou técnicas para a promoção de produtos; novas formas para colocação de produtos no mercado ou canais de venda; ou novos métodos de fixação de preços para a comercialização de bens e serviços	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
192 - Mudanças significativas na estética, desenho ou outras mudanças subjetivas em pelo menos um dos produtos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uso da biotecnologia e da nanotecnologia

A Biotecnologia é a aplicação da ciência e da tecnologia aos organismos vivos, assim como à suas partes, produtos ou modelos, para alterar o material vivo ou inerte, com a finalidade de produzir conhecimentos, bens e/ou serviços.

193 - Em 2011, a sua empresa realizou alguma atividade que empregou ou continha células vivas (leveduras, bactérias, cultura de tecidos) ou alguma de suas partes ativas (proteínas, enzimas, moléculas biológicas)?

1 Sim 2 Não

Em caso afirmativo, assinale abaixo a(s) categoria(s) que melhor expressa(m) o modo de uso de biotecnologia na sua empresa (admite múltiplas respostas).

- 193.1 Usuário final (simples compra ou aquisição de produto acabado que emprega biotecnologia)
- 193.2 Usuário integrador de insumo(s) ou processo(s) biotecnológicos
- 193.3 Produtor de insumo(s), produto(s) ou processo(s) biotecnológicos
- 193.4 Pesquisa e Desenvolvimento de produto(s), insumo(s) ou processo(s) biotecnológicos - neste caso, técnicas de biotecnologia são estudadas (pesquisa básica ou aplicada) e/ou desenvolvidas (desenvolvimento experimental)

A Nanotecnologia é um conjunto de técnicas usadas para manipular a matéria até os limites do átomo, com vistas a incorporar materiais nano-estruturados ou nanopartículas em produtos existentes para melhorar seu desempenho, ou criar novos materiais e desenvolver novos produtos.

195 - Em 2011 a sua empresa realizou alguma atividade (produção, P&D) relacionada com a nanotecnologia?

1 Sim 2 Não

Em caso afirmativo, assinale abaixo a(s) categoria(s) que melhor expressa(m) o modo de uso de biotecnologia na sua empresa (admite múltiplas respostas).

- 195.1 Usuário final (simples compra ou aquisição de produto acabado que emprega nanotecnologia)
- 195.2 Usuário integrador de insumo(s) ou processo(s) nanotecnológicos
- 195.3 Produtor de insumo(s), produto(s) ou processo(s) nanotecnológicos
- 195.4 Pesquisa e Desenvolvimento de produto(s), insumo(s) ou processo(s) nanotecnológicos - neste caso, técnicas de biotecnologia são estudadas (pesquisa básica ou aplicada) e/ou desenvolvidas (desenvolvimento experimental)

Observações

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....